



СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ	Стр.
К. К. Марков: Физико-географические условия перигляциальной обстановки по палеоботаническим данным	145
Я. Дылик: Перигляциальные структуры в Таржимехах и их значение для морфогенезиса и стратиграфии четвертичного периода . . .	151
МАТЕРИАЛЫ ПО ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ	
А. Дылик, Ю. Ольховик-Колясиньска: Процессы и структуры в деятельном слое мерзлоты (Часть 2)	161
НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ	
Л. Дуткевич: Тундровые структуры в Патоках	167
А. Дылик: Мерзлотные клинья в Славентине	171
Ю. Голомб: Мерзлотные клинья, как пути грунтовых вод	175
Т. Клятка: Плейстоценовые мерзлотные жилы на Горе Скала	179
РЕЦЕНЗИИ	73

К. К. Марков
Москва

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПО ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Содержание

В плейстоценовой перигляциальной области существовала своеобразная растительность, которая не имеет полных аналогов в растительных покровах настоящего времени. Анализ разрезов споро-пыльцевых остатков перигляциальных отложений европейской части Советского Союза дали возможность определить эту растительность, как лесостепь и лесотундру с преобладанием травянистых растений над древесными. Исследования позволяют установить сходство растительности перигляциальных периодов последнего и предпоследнего оледенения. Климатическая своеобразность перигляциальной области подтверждается и палеоботаническими данными.

Польские ученые достигли выдающихся успехов в изучении физико-географических условий перигляциальной области. В работах проф. Я. Дылика, А. Яна и их учеников изложено много выводов, основанных на изучении форм выветривания коренных пород, формы валунов, образования морозных клиньев, следов течения грунта в условиях мерзлоты и т. д. С 1954 г. в Лодзи начал издаваться специальный бюллетень (*Biuletyn Peryglacjalny*) приобретающий значение международного органа.

В этой заметке мне хотелось бы обратить внимание еще на один путь восстановления условий перигляциальной области. Я имею ввиду изучение следов жизни в перигляциальной области. Очень много сделано в этом направлении в Польше профессором Шафером и его школой. Я же хочу обратить внимание на результаты, полученные при изучении ископаемых растительных остатков в перигляциальных отложениях Европейской части Советского Союза. Должен пояснить, что полевые исследования и сбор материала для анализов производили сотрудники лаборатории по изучению истории природной среды Кафедры общего землеведения Московского Университета: В. П. Гричук, М. П. Гричук, И. А. Данилова, Г. Н. Лисицына, Н. С. Соколова и автор этой заметки, а определение найденных остатков — пять первых названных здесь лиц.

Все перигляциальные отложения о которых речь будет идти ниже, откладывались на некотором расстоянии от края ледникового покрова, в различные отрезки времени ледникового периода. Эти отложения имеют различный генезис: озерный, речной, солифлюкционный (конгелифлюкционный). Ниже дается их краткая палеоботаническая характеристика, начиная от более молодых к более древним отложениям.

1.

Позднеледниковые отложения окрестностей Ленинграда. Здесь залегают озерные ленточные отложения. Исследования, производившиеся мной в окрестностях Ленинграда в 30-х годах показали что эти отложения накапливались на расстоянии всего несколько десятков километров от края ледникового покрова и всего через 100—200 лет, после того, как эта территория была оставлена отступавшим ледниковым краем. Ленточные отложения окрестностей Ленинграда богаты растительными ископаемыми остатками. Среди них выделяются, во-первых, макроскопические остатки: листочки полярных ив, полярной березы (*Betula nana*) и дриады (*Dryas octopetala*), хвоя ели, кора березы, обрывки листочков и стебельков мхов. Во-вторых, в этих отложениях было определено много пыльцы и спор древесных и травянистых растений. Так, в разрезе отложений у г. Колпино в 25 км от ЮВ от Ленинграда получены были результаты, изображенные на фиг. 1 по определениям М. П. и В. П. Гричук. Напомню, что речь идет о местности, находившейся в 100 км от края ледника, освобожденной ледником всего 100—200 лет до изученного момента. Диаграмма состоит из 4-х частей. В ее левой части показано соотношение древесной, травяной пыльцы и спор, из которого видно большое содержание всех трех видов микроостатков и, видимо, неполное, или даже незначительное облесение местности. Вторая часть диаграммы показывает, что древесно-кустарниковый покров в это время представлен березой, сосной, ольхой и, в меньшей степени — елью. Большой процент пыльцы ольхи вероятно объясняется низменным характером местности. В первый раз получена характеристика травянистых растений (и кустарничков). В третьей части диаграммы мы видим, что наряду с довольно обильной пылью раз, травяной много пыльцы лебедовых (*Chenopodiaceae*) — до 37%, полыней (*Artemisia*) — до 25% и эфедры. Во всех образцах найдена пыльца вересковых. В четвертой (правой) части диаграммы показано, что среди спор преобладают споры гиппов, за ними идут споры сфагновых мхов, наконец, споры папоротников и плаунов.

Таковы основные данные. Всего в этих отложениях определено теперь 40 видов растений, из них многие по макроскопическим остаткам. Новое заключается в данных о травянистой перигляциальной флоре, которыми мы до сих пор не располагали.

Сравнение всего этого очень разнообразного материала указывает, что флору перигляциала из позднеледниковых отложений окрестностей Ленинграда нельзя отнести ни к тундровому, ни к лесному, ни к степному типам, хотя все перечисленные элементы налицо. Здесь росли растения моховых и лишайниковых тундр, озер и болот, хвойных и лиственных лесов, разнотравных и ковыльных степей, солончаков и щебнистых склонов. Невозможно найти полных аналогов этого ландшафта в настоящее время. До известной степени сходство с ней имеют, вероятно, современные ландшафты низин бассейнов р. Яни, Индигирки и Колымы и ландшафты нагорной Азии. Этот перигляциальный ландшафт мы иногда называли ландшафтом холодной лесостепи.

Приведу характеристику его, заимствованную из работы М. П. и В. П. Гричук: «Местность была облесена очень незначительно. Существовали, вероятно, только небольшие островные березовые и сосновые леса, располагавшиеся там, где почвы были более промыты и существовала некоторая защита от холодных зимних ветров. В наиболее благоприятных в почвенном и других отношениях

местах находились небольшие участки еловых ассоциаций. На вершинах моренных холмов, где глинистый субстрат был обогащен щебнистым материалом, располагались или травянистые группировки с большим участием горно-степных ксерофитов, или же ценозы тундрового и горно-тундрового облика. К небольшим депрессиям рельефа с засоленными грунтами были приурочены ассоциации с участием *Chenopodiaceae* или полыней вроде *Artemisia maritima salina* или *A. maritima incana*" (1, стр. 140).

Такой ландшафт, как мы видели, установился почти сразу же после растаивания льда в районе Ленинграда и всего километрах в ста от его края. Но как долго продолжал этот ландшафт существовать?

В окрестностях Ленинграда есть много разрезов отложений, показывающих дальнейшую поздне- и послеледниковую историю. Лучший из них — разрез Лахтинского болота. Он изучался много раз, а в последнее время и со всей подробностью Г. Н. Лисицыной. В этом разрезе мы имеем непрерывную серию отложений, начиная от тех озерно-ледниковых отложений, которые были описаны выше для района Колпино, и кончая современными отложениями. А в нижней части разреза спорово-пыльцевой комплекс такой же, как и в Колпино. Но выше, к концу Иольдиевого времени, с отступлением края ледника от морен Сальпаусельке в травянистом покрове резко сокращается примесь пыльцы степных растений — полыней и лебедовых.

Следовательно, верхней возрастной границей перигляциальных условий в позднеледниковое время мы можем считать конец Иольдиевого времени (точнее 2-го Иольдиевого времени или море Echineis). В это время край ледника отодвинулся от интересующего нас района на расстояние около 200 км и на этом, следовательно, расстоянии, его влияние прекратилось. Такие же данные получены Г. Н. Лисицыной для окрестностей Москвы.

Какие же еще явления известны для этого времени? В бассейне р. Наровы, между озером Чудским и Финским заливом простирается песчаная равнина. Она представляет собой осушенное дно приледникового озера и сложена ленточными отложениями, такими же, как в окрестностях Ленинграда, и покрытыми сверху озерно-ледниковыми песками. Последние переработаны ветром. Вся поверхность изменности покрыта бесчисленными дюнами. Эти дюны имеют характер обычный для древних материковых дюн Северной Европы. Среди них преобладают параболические дюны с концами, обращенными на северо-запад, положим СЗ и крутым ЮВ склонами (фиг. 2). В промежутках между дюнами расположены большие торфяники, возраст которых во всяком случае, не моложе бореального. Что касается времени обмеления озера, то оно, согласно нашим исследованиям, произошло лишь немного позднее отложения Колпинских ленточных глин, что соответствует примерно — 12 000 году от современности. Таким образом, и древние дюны, отмеченные выше, по всей вероятности, образовались в позднеледниковое время и в перигляциальных условиях, по мере того, как опадал уровень перигляциальных озер, подпиравшихся краем отступавшего ледникового покрова.

Ограничусь пока изложенными данными о позднеледниковых перигляциальных условиях.

2.

Однако, данные о перигляциальной флоре не ограничиваются позднеледниковым временем. Мы располагаем такими данными для перигляциальной области времени максимума последнего — Балдайского (Вислинского) оледенения и для времени Днепровского (Средне-Польского) оледенения.

За границей последнего оледенения, как например, в окрестностях Москвы и на Верхней Волге мы встречаем, обычно, такую стратиграфию отложений: на морене предпоследнего (Днепровского) оледенения лежат отложения времени его отступления, затем отложения последнего межледниковья, и, наконец, отложения синхронные последнему (Валдайскому) оледенению, перигляциальные. Эти отложения часто заполняют впадины между остатками моренных холмов Днепровского оледенения и мощность их к центру впадин возрастает. В этом случае они в значительной мере солифлюкционные (конгелифлюкционные). Отложения представлены суглинками, иногда с валунчиками и растительными остатками. Часто это отложения озерные или речные.

Они содержат растительные остатки, преимущественно в виде пыльцы и спор. Разрезом, вскрывающих перигляциальные отложения времени максимума Валдайского оледенения, известно немало. Лучшее всего изучен разрез г. Плёса на Волге, между г. г. Костромой и Ярославлем. Это обнажение принадлежит к числу классических и оно изучается в течение почти 20 лет. Сообщенные здесь данные опубликовали в 1948 г. В. П. Гричук и Е. Д. Заклинская. На морене Днепровского оледенения лежат межледниковые слои, а выше их перигляциальные отложения в 6—7 м мощностью. Последние представлены, главным образом, суглинками слоистыми, или без заметной слоистости, местами с мелкой галькой и валунчиками кристаллических пород, почти во всей толще с растительными остатками. На глубине 5,7—6,9 м от поверхности в суглинке встречен прослой гипсового торфа с валунчиками и остатками *Scorpidium scorpioides*, *Sphagnum repacium*, *Betula humilis* и *Betula nana*, а под ним сапропелиевая глина и сапропелит.

Перигляциальный характер толщи устанавливается на следующих трех основаниях: 1) она залегает на межледниковых отложениях; 2) за границей последнего оледенения; 3) имеет характерные ботанические остатки.

В сапропеловой глине травянистая пыльца преобладает над древесной, последняя же принадлежит почти исключительно березе. Встречаются споры зеленых мхов, плаунов и папоротников. Учитывая, что древесной пыльцы не более 28%, нужно предполагать небольшую облесенность района. Далее важно отметить, что содержание пыльцы *Artemisia* достигает 27%, а пыльцы *Chenopodiaceae* — 6%.

Полученные очень детальные данные позволяют определить ландшафт этого времени, как своеобразный, с чертами и лесотундры и березовой лесостепи. Можно установить и закономерную смену ландшафтов от межледниковья — к максимуму Валдайского оледенения и к последниковым условиям:

Таежно-широколиственные леса	Голоцен	
Березовая лесостепь	Валдайское оледенение	Перигляциальные условия
Лесотундра		
Березовая лесостепь		
Хвойные леса	Межледниковые	
Таежно-широколиственные леса		
Широколиственные леса		

Заметим, что во время максимума последнего оледенения описанная местность находилась от края ледника на расстоянии около 200 км. Тем не менее, как и в окрестностях Ленинграда, своеобразные черты холода и сухости перигляциала были и здесь отчетливы.

3.

Наконец, остановимся на биологических признаках перигляциальных условий времени максимального или Днепровского оледенения.

Отметим, что Днепровское оледенение разделялось межстадиальным промежутком на две большие стадии — раннюю Днепровскую и позднюю Московскую. Межстадиальные отложения представлены литологически разнородными песчаниками и суглинистыми отложениями, часто озерными. Эти отложения изучены на большом пространстве от Белорусии до Москвы и далее — до Верхней Волги.

Они всюду залегают между двумя моренами Днепровского оледенения и всюду характеризуются споровопыльцевым спектром, который очень ясно различается от спорово-пыльцевого спектра межледниковых отложений отсутствием пыльцы широколиственных древесных пород, большим содержанием травянистой пыльцы и ее своеобразным характером.

В качестве примера приведу разрез межстадиальных отложений у с. Ильинское, в 120 км к западу от Москвы (фиг. 3).

Здесь характерно, что древесная растительность была представлена, главным образом, сосной и елью. Содержание травянистой пыльцы и спор достигало в обоих случаях 40%. Травянистая растительность была представлена, главным образом, разнотравием, но встречалась пыльца полыней и лебедовых (до 25%). Среди спор преобладали споры зеленых мхов и папоротников.

Легко видеть, что и условия этого времени напоминали условия последнего оледенения. Повидимому, местность имела сложный растительный покров. Острова леса из ели, сосны и березы чередовались со степными участками. Черты сухого и холодного климата проявлялись довольно явственно.

4.

Изложенные данные хорошо суммируются сводной диаграммой (фиг. 4), составленной В. П. Гричуком. Она показывает общую смену ледниковых и межледниковых эпох в средней части Русской равнины и, что для нас сейчас важно, различие в растительном покрове межледниковых и ледниковых эпох. Первые характеризовались распространением мезофильных широколиственных лесов, вторые — господством холодо- и сухоустойчивой перигляциальной лесогундры-лесостепи. По всей вероятности, эти условия в значительной мере создавались притоком холодного и сухого наледникового воздуха, со стороны находившегося неподалеку ледникового покрова.

Этот вывод о климате перигляциала получен на основании палеоботанических данных. Он свидетельствует о климатической обстановке, которая должна была способствовать процессам морозного выветривания, конгелифлюкции и деятельности ветра, следы которых устанавливают польские исследователи.

Список иллюстрации

Стр.

1. Палеоботаническая характеристика ленточных отложений окрестностей г. Колпино близь Ленинграда по В. П. и М. П. Гричук 6
Условные обозначения — см. фиг. 3.
2. Древние материковые дюны в бассейне р. Наровы 8
3. Палеоботаническая характеристика межстадиальных отложений днепровского оледенения, у с. Ильинское в 120 км к западу от Москвы . . 11
М — морена московской стадии, MD — межстадиальные отложения, D — морена днепровской стадии.
4. Общая хронология и палеоботаническая характеристика четвертичной толщи центральной части Русской равнины по В. П. Гричук . . . 12
Q — отделы четвертичного периода; O, K, D, W — начальные буквы названий ледниковых эпох — лихвинской (окской), днепровской, валдайской; m, d — московская и днепровская стадии; H — голоцен.

ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ В ТАРЖИМЕХАХ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ МОРФОГЕНЕЗИСА И СТРАТИГРАФИИ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА

Содержание

В Таржимехах над Вепржем, на расстоянии 25 км от Красныстава вверх по течению реки в известном обнажении, в котором видно геологическое строение 20-метровой террасы, были проведены исследования по седиментологии. Найдено два горизонта перигляциальных структур — подошвенный с инволюциями, сдерживаемыми при их возникновении растительным покровом, мерзлотными клиньями, и верхний в виде инволюционной серии мощностью в 3 м. Между этими двумя горизонтами залегает серия речных отложений мощностью в 6—7 м, отложившаяся в условиях холодного, сухого климата. Признано, что так обе перигляциальные серии, как и залегающая между ними речная серия отложились во время одного и того же оледенения. Благодаря найденным в подошве исследуемой серии и изученным палеонтологическим и малакологическим методом отложениям старшей межледниковой эпохи, всю серию 20-метровой террасы Вепржа признали за отложения среднепольского оледенения (Рисс.). Два слоя перигляциальных отложений соответствуют двум стадиям среднепольского оледенения, причем верхний инволюционный слой связан со стадией Варты. Образование нового дна долины и террасы произошло в конце среднепольского оледенения и в течение последней межледниковой эпохи. Во время последнего оледенения поверхность террасы в течение нового перигляциального цикла испытала ряд изменений. Геоморфологическим результатом этих изменений являются денудационные углубления, находящиеся на поверхности террасы. Конгelifлюкционные отложения, не залегающие сплошным слоем, являются геологическим доказательством самого младшего перигляциального морфогенезиса.

Результаты перигляциальных исследований дают возможность лучше изучить явления, происходившие в плейстоцене, как в пространстве, так и во времени. Перигляциальные формы рельефа и отложения дают возможность сделать ряд выводов об очередном существовании ледниковых эпох на территории, находящейся вблизи ледникового покрова, так как они несут на себе выразительные следы климата, в условиях которого они создавались. Благодаря этому значение перигляциальных структур и отложений для стратиграфии и хронологии возрастает.

Особенно характерным и несомненным показателем климата являются структуры, которые создались благодаря морозным деформациям. Потому особенно конгelifлюкционные горизонты используются часто для целей стратиграфии. Об этом свидетельствуют работы Чарноцкого (2, 3), Галицкого (9), Галицкого и Савицкого (11), Яна (13), Климашевского (15, 16), Пожарыского (23), Дылика и Хмелевских (8).

Дальше всего пошел в последнее время в этом направлении Горберг (12), который в своей стратиграфии NE-Иллинойс ввел перигляциальные горизонты

наравне с ледниковыми и межледниковыми. До сих пор он наиболее полно использовал перигляциальные факты для целей стратиграфии. Он это делает возможно широко и чрезвычайно последовательно. Он основывается не только на деформациях, главным образом он обращает внимание на текстуральные свойства перигляциальных отложений.

Проблемы долинных перигляциальных осадков

Из просмотра перигляциальных исследований в Польше (7) следует, что мы мало знаем о явлениях, которые происходили в долинах в климатической перигляциальной среде. Можно назвать только несколько работ, трактующих эти проблемы (4, 5, 15). Однако в этих немногочисленных работах они затрагиваются только, как второстепенный вопрос. Авторы не основываются на точных исследованиях, и если случаются более общие высказывания, то они не являются результатом собранного собственноручно материала, а отражением выводов, полученных в иных работах, либо результатом спекулятивных размышлений.

Гораздо лучше разработан этот вопрос на западе, особенно во Франции и Германии, где особенно после войны исследования перигляциальных явлений очень развились. Известные общие работы Бюделя (1), Трикара (26, 27, 28, 29), Позера (21) и Мемшинга (18, 19, 20) до некоторой степени выясняют проблему долинных осадков и связанных с ними процессов морфогенезиса перигляциальных долин. Работы эти информируют об явлениях и фактах и содержат ряд сведений о методах исследования. Кажется, однако, что эти работы слишком общи. Особенно обращают на себя внимание недостаток описания главных обнажений, которых не могут заменить генерализованные разрезы малого масштаба.

Проф. А. Ян уговорил автора осмотреть известное уже теперь обнажение в Таржимехах над Вепржем выше Красныстава. Это обнажение, найденное проф. Яном, осматривалось потом многими исследователями плейстоцена и вошло в литературу в ряде важных позиций (13, 14, 24, 25). Обнажение в Таржимехах важно благодаря найденным там горизонтам органических осадков с дриасом и осадков межледниковых.

Нижеподписавшийся ездил в Таржимехи в сентябре 1954 г. для того, чтобы познакомиться с характером долинных отложений, в подошве которых залегают отложения определенного возраста, создавшиеся в определенных климатических условиях. Обнажение в Таржимехах показывает строение террасы Вепржа, поднимающейся на высоту ок. 205 м н. у. м. и ок. 20 м над уровнем современного дна долины (фиг. 1, фот. 1). Берег террасы, размываемый излучиной Вепржа, постоянно отодвигается, благодаря чему обнажение постоянно изменяется. Вероятно благодаря этому автору удалось увидеть ряд перигляциальных явлений, которых не видели ученые, изучавшие обнажения в Таржимехах раньше. Факты эти были замечены первый раз в 1954 г., а изучались автором и его сотрудниками в феврале и июне 1955 г.

Для строения террасы Вепржа характерно чрезвычайно сложное залегание мало разнообразного материала. Фракция материала в обнажении колеблется от 0,6 мм до 0,001 мм. Механический анализ показал, что материал состоит из мелкого песка, пыли и ила, причем доминирует пылевая фракция суглинка и лессоподобных отложений (фиг. 2, 3).

Внизу виден темносерый почти черный дриасовый суглинок с флорой, кото-

рую описал Сьродонь (24). Суглинок обладает слоистостью и в нем видны мерзлотные деформации типа инволюций, сдерживаемых при их возникновении растительным покровом (фот. 2). Вверху дриасовый суглинок переходит в следующую серию без перерыва в седиментации.

Отложения этой серии Ян (14) назвал ленточной глиной. Ленточный характер ее несомненен, — однако, как следует из механического анализа, это не глина, а глинистый суглинок (фиг. 2). Отложение это коричневого цвета с характерными белыми известковыми пятнышками, содержащими часто мелкие моллюски. Ленточный суглинок обладает шероховатой поверхностью и легко крошится, в отличие от ленточных глин, обладающих гладкой поверхностью. Подобно, как в предыдущей, в этой серии видны мерзлотные деформации. Больше всего поражает здесь мерзлотный клин длиной в 2 м, разрезающий всю серию ленточного суглинка от кровли до подошвы и тянущийся в виде тонкой жилы в дриасовом суглинке (фот. 3, 4). В июне 1955 г. найден на том же уровне второй клин на расстоянии 10 м на север от предыдущего.

Описание отложения в 12 м мощности залегающих на ленточном суглинке, данное Яном (14) и Сьродонем (24) слишком повехностно. В разрезах, представленных этими авторами, на суглинке залегают пески мощностью в 4 м, а выше слой лесса 64 м мощностью и, наконец, 5 м песка (фиг. 4). В действительности разрез гораздо сложнее (фиг. 1, 5).

Ленточный суглинок переходит кверху в слойстый лесс, мощность которого доходит до 1 м на север от главной оси описанного главного разреза (фиг. 6, фот. 5). Непосредственно возле описанного мерзлотного клина лесс залегают на ленточном суглинке только по правой стороне клина, где мощность его доходит только до 0,5 м. По левой стороне видны только остатки лесса. Кроме того лесс находится в клине, заполняя его во внешней части около стенок. Остальной материал, заполняющий клин — это серый суглинок и песок.

Только выше на лессе и на суглинке, заполняющем клин, залегают несогласно мелкие пески мощностью в 0,5 м. Пески обладают структурой рипплемарков и соответствуют внизу волновой седиментальной фазе; выше их структура соответствует золотой фазе (фот. 6). Горизонт этих песков выклинивается по правой стороне обнажения. То же происходит по левой стороне, где одновременно с выклиниванием песка увеличивается мощность лесса. Из этого следует, что пески с рипплемарками заполняют эрозионное углубление в лессе. Описанные пески начинают 6—7-метровую серию, в которой принимают участие чередующиеся слои мелкого песка и суглинка (фот. 7). Слои песка и суглинка часто прерываются и чередуются друг с другом. Особенно обращают на себя внимание слои суглинка (фиг. 1, 5, слой 5с). На первый взгляд они производят впечатление слоев с мерзлотными деформациями. Только на основании более внимательного изучения можно прийти к выводу, что тут нет никаких изменений, вызванных деформацией первичного ламинерного положения. Впечатление деформаций производят мелкие эрозионные углубления, заполненные материалом, принесенным сверху. Сомнение рассеивают находящиеся в кровле горизонта 5с челнообразные борозды на поверхности суглинка и заполненные более светлым и крупным песчаным суглинком слоя 5b.

На описанной серии мелких слоев суглинка и суглинистых песков с рипплемарками залегают без ясно выраженного несогласия особая трехметровая

серия песчаных и глинистых суглинков. Особенностью этой серии являются несомненные мерзлотные деформации типа инволюций, сдерживаемых при их возникновении растительным покровом, находящиеся во всем слое от кровли до подошвы. Интенсивность деформаций, выраженная амплитудой изгибов, возрастает снизу вверх. В стенке обнажения видны трещины в виде мелких мерзлотных жил, разрезающих наискось весь инволюционный слой (фиг. 1, 5; слой 6).

Кровля этой интересной и важной серии срезана и подчеркнута слоем орштейна мощностью в 10—20 см. Кровельная поверхность прорезана мелкими трещинами, заполненными орштейном.

Самая высокая часть террасы сложена из мелких песков и суглинка, отличающихся от всех других серий в этом обнажении. В целом отложение мощностью ок. 5 м — а в описанном профиле ок. 3 м — отличается слоистостью с прекрасно выраженным ленточным ритмом (фиг. 1, 5; слой 7).

Динамическая интерпретация

Отложения обнажения в Таржимехах свидетельствуют об огромном богатстве явлений, содержание и характер которых можно объяснить на основании анализа структуры. Во всем профиле больше всего обращают на себя внимание перигляциальные структуры в двух сериях большой мощности. Они заставляют сделать заключение, что мерзлотные процессы сыграли в истории долины Вепржа, а в особенности в истории 20-ти-метровой террасы огромную вероятно решающую роль.

Дриасовые и ленточные суглинки представляют собой отложения тундрового озера, которое вероятно находилось на территории мерзлоты. О перигляциальных, холодных условиях свидетельствует пылевая фракция, ленточный ритм, дриасовая флова и мерзлотные структуры. Одновременно с отложением осадков происходило понижение температуры, максимум которого наступило после отложения ленточных суглинков. О понижении температуры свидетельствует более мелкая фракция и ленточная слоистость, благодаря которой залегающие сверху суглинки отличаются от дриасовых суглинков. Седиментация ленточных суглинков происходила вероятно во все более суровых климатических условиях, которые были связаны с максимальным продвижением ледника. В это время развивалась вечная мерзлота и грунтовой лед. Мерзлотные клинья в Таржимехах, прорезающие ленточные суглинки и доходящие до дриасовых суглинков, свидетельствуют о мощном слое грунтового льда, который создавался во время максимального оледенения.

Вечная мерзлота доходила тогда до кровли ленточных суглинков. Лессовидные суглинки, залегающие на ленточных суглинках на север от главного разреза, сохранившиеся обрывками над мерзлотным клином и частично его заполняющие, находились в действующем слое вечной мерзлоты. Это доказывает беспокойное залегание этого отложения, примесь иного материала в виде серых суглинков и обрывков ленточного суглинка, представленных на рисунке 6 также деформации структуры в нижней серии. Следует отметить, что в ленточных суглинках нет органических частиц. Однако в залегающем на них лессовидном отложении найдены были моллюски и частица растений, между прочим хорошо сохранившийся листок *salix reticulata*.

Исчезновение вечной мерзлоты произошло перед аккумуляцией суглинисто-песчаной серии, залегающей на ленточном суглинке и на лессовидном отложении. Мерзлотный клин заполнен исключительно серым и коричневым лессовидным суглинком. Только эти отложения, залегающие непосредственно над клином, выпнуты в его направлении. А мелкие пески со структурой риппле-марков, начинающие суглинисто-песчаную серию, залегают почти горизонтально и не выказывают никаких деформаций возле клина. Здесь мы наблюдаем дискордантную поверхность, имеющую большое значение для палеогеографии. В то время, когда она находилась на поверхности, произошли важные явления, зависящие от климата.

Таяние массы грунтового льда, заполнение пустого пространства и возникновение мерзлотного клина следует считать первым этапом исчезновения мерзлоты на этой территории. Этот процесс мог произойти только, как результат большого изменения климата. Потепление, которое тогда произошло, можно связать только с такими переменами климата, как интерстадия или межледниковая эпоха. Решить поставленный вопрос не легко.

Анализ серии, залегающей в подошвенной части террасы, доказывает, что с более теплым периодом, в течение которого произошло таяние клинов, не была связана интенсивная эрозия. Об этом говорит сохранившийся мерзлотный клин, который срезан немного только в верхней части. О незначительном уничтожении этого клина можно судить по замечанию и мощности лессовидного отложения, находящегося на ленточном суглинке. Это лессовидное отложение тоже размыто сильнее только непосредственно возле клина. Дальше, на лево от клина сохранилась вероятно настоящая мощность лесса, о чем можно судить по переходу этого отложения в следующее на нем залегающее.

Известно, что в плейстоценовых теплых эпохах, таких, как межледниковые, в связи с господствующим в них умеренным и влажным климатом развивалась очень интенсивная речная эрозия. Результатом были врезы, новые донья долин и над ними террасы. Вместо этого в Таржимехах мы наблюдаем дальнейшее развитие аккумулятивных процессов. На старом дне долины осаждались отложения мощностью во много метров.

После создания террасы в геоморфологическом смысле, т. е. после того, как создается новое более низкое дно долины, аккумуляция возможна только, как результат склоновых процессов. Можно найти много таких примеров в литературе. Трикар описывает террасовые отложения Кюр, покрытые перигляциальными склоновыми отложениями последнего оледенения (29). Подобные примеры приводит Меншинг (20), а у нас Галицки (10) и Климашевски (15). Тем временем отложения, залегающие на ленточных суглинках и лессе в Таржимехах являются речными отложениями.

Характер этих отложений не вызывает сомнений. Наклон невелик, а направление согласно с направлением оси долины. На основании анализа этих осадков можно судить, что их аккумуляция происходила на широком дне долины с блуждающими на нем речными потоками. Об этом свидетельствует прерывание слоев и особенно характерное выклинивание мелких серий с риппле-марками, которые видно на приводимом разрезе (фиг. 5).

Определенная структура осадков и очень мелкая фракция, большей частью пылевая, свидетельствует о том, что седиментация на тогдашнем дне долины Вепржа происходила в условиях довольно сухого и вероятно холодного климата.

Об этом свидетельствует не только мелкая фракция, но также большой процент CaCO_3 во всех горизонтах от кровли верхней инволюционной серии включительно (табл.).

Процент CaCO_3 во всей серии, как видно, не меньше, чем в ленточных суглинках, больше даже, чем в дриасовых суглинках. Только в подошвенной части содержание CaCO_3 сравнительно невелико.

М а т е р и а л	CaCO_3 в %
Ритмично слоистый песок с верхней серии (слой 7)	3,2
Суглинки верхней инволюционной серии (слой 6)	7,5
Террасовый песок (слой 5a)	2,7
Террасовые суглинки (слой 5b)	6,6
Ленточные суглинки (слой 2)	8,9
Дриасовый суглинок (слой 1)	6,4

Это дает возможность судить, что главная часть террасовой серии отлагалась уже в конце той теплой эпохи, во время которой произошло таяние мерзлоты. В кровле этой серии есть много признаков все более сурового климата. Вся кровельная часть этой серии (горизонта 6 сложена из пылевого и глинистого материала. Показанное этим похолодание климата подчеркивает очень ясно и недвусмысленно морозное действие в очень глубокой инволюционной серии и в мерзлотных жилах.

В кровле верхнего инволюционного слоя виден hiatus, имеющий большое значение. Он показывает климатическую границу в истории развития террасы. Кровля эта была поверхностью, которая долго не подвергалась изменениям ни под влиянием денудации, ни под влиянием седиментации. Об этом свидетельствует горизонт орштейна и мелкие трещины, которые можно объяснить, как трещины высыхания.

Выше всего находящаяся серия, залегающая несогласно на серии инволюционной, отлагалась в условиях более влажного климата. Для нее характерны: большее количество более крупной песчаной фракции, ритмичная слоистость и в два раза меньшее количество CaCO_3 , чем в нижележащей серии. Эти отложения связаны вероятно с концом предыдущей холодной эпохи и с временем таяния мерзлоты. С этой более влажной эпохой связана вероятно фаза эрозии, которая привела к врезанию и созданию описанной террасы. Это однако не заканчивает ряда фактов, запечатлевшихся в теперешнем образе этой формы. К более поздним фактам мы вернемся, когда речь будет идти о хронологии.

Проблема хронологии

Разрез в Таржимехах содержит с точки зрения стратиграфии богатый материал и имеет большое значение для палеогеографии и хронологии четвертичного периода. Это следует из того, что разрез обнимает четвертичные отложения до мела, который находится на глубине 61,1 м из разнообразия отложений и находящихся в них органических осадков. Открытые в 1954 г. перигляциальные структуры и подробные исследования залегающих сверху отложений обогащают в большой степени палеогеографическое и стратиграфическое содержание обнажения.

Весь разрез плейстоцена в долине Вепржа в Таржимехах представлен на рис. 4. Ян (14) дает следующую хронологическую интерпретацию этого разреза. Лежащий внизу меловой гравий является остатком речных отложений межледниковой эпохи перед краковской ледниковой эпохой. Наиболее мощная во всем разрезе серия песчано-гравиевых отложений связана с краковским оледенением. Гития, залегающая над этой серией, связана с межледниковой эпохой Мазовиен I. Среднепольскому оледенению, которое сюда не дошло, соответствует дриасовый суглинок и ленточная глина. Наконец последняя серия, залегающая на суглинке и ленточных глинах, отложилась во время балтийской эпохи.

Сь родонь (24) согласен с Яном насчет интерпретации возраста межледниковой гитии и дриасовых суглинков, но считает, что выше всего залегающая серия отложений и дриасовый суглинок связаны со среднепольским оледенением.

Разногласие между Яном и Сь родонем вытекает из разницы критериев, на основании которых они делали свои выводы. Сь родонь основывается на палеоботаническом материале и на малакологическом анализе. Ян делает выводы на основании данных морфогенезиса, причем основное значение для его выводов имеет мовфогенетическая интерпретация геологической несогласности в подошве террасовых отложений. Представленная выше динамическая трактовка седиментологического анализа дает новые данные для выводов, касающихся хронологии.

Для хронологии, стратиграфии и фактов, связанных с генезисом 20-метровой террасы Вепржа самое большое значение имеют следующие выводы, вытекающие из седиментологического анализа. В строении этой террасы видны две морозные эпохи: старшая в горизонтах 1 и 2 и позднейшая в горизонте 6. После первой морозной эпохи наступило довольно сильное потепление, благодаря которому произошло частичное таяние мерзлоты. В это время создалась дискордантная поверхность на лессе, залетающем на ленточном суглинке. Между холодными эпохами происходила речная аккумуляция в условиях холодного и сухого климата.

Интерпретация двух холодных эпох и теплой между ними зависит от установления важности для морфогенезиса дискордантной поверхности, которая подчеркивает конец первой морозной эпохи, а также от характера отложений, осаждавшихся на этой дискордантной поверхности. Установленные прежде небольшие размеры эрозии, которая не привела к врезанию и созданию террасы, и дальнейшая аккумуляция речных отложений приводят к выводу, что ни дискордантная поверхность, ни отложения, залегающие на этой поверхности, нельзя связывать с межледниковой эпохой. Остается сделать вывод что более теплая эпоха, соответствующая осадкам между горизонтами 4 и 6, была межстадиальной эпохой, причем самая теплая ее часть соответствует времени таяния грунтового льда, а горизонты серии 5 отложились в более холодной конечной фазе этой эпохи.

Присутствие в подошвенной части органических остатков, которые Сь родонь (24) причислил к межледниковой эпохе Мазовиен I, заставляет придти к выводу, что отложения до горизонта 6 включительно связаны со среднепольским оледенением. Нет достаточных оснований для выделения в последующей

серии отложений двух оледенений. Нет неоспоримых доказательств, которые свидетельствовали бы о межледниковом характере отложений серии 5. Дискордантная поверхность не может быть достаточным доказательством, а продолжение отложения речных осадков не позволяет считать эпоху, в которой они осаждались межледниковой.

Взгляд на существование двух стадий среднепольского оледенения известен. Принимая его во внимание, можно считать правдоподобным, что младшая морозная эхоха разреза в Таржимехах соответствует стадии Варты.

Такая хронология фактов в рассматриваемой части истории долины Вепржа очень правдоподобна. Она не противоречит результатам палеоботанических исследований Сь родоня (24) и основывается на возможно подробной интерпретации седиментологических данных. Она не противоречит также результатам исследований, произведенных за границей. Террасы такой высоты, как терраса Вепржа, соответствуют немецкой *Mittelterrasse* и считаются формами, создавшимися во время предпоследнего оледенения. Было бы трудно объяснить, что интенсивное врезание, требующее создания 20-метровой террасы имело место в конце последнего оледенения и в голоцене. Это было бы также несогласно с данными, касающимися возраста террас на иных территориях Польши.

Тем не менее проведенного таким образом рассуждения нельзя считать законченным. Если осадки описанной террасы Вепржа отлагались во время среднепольского оледенения, то где же следы влияния перигляциальной климатической среды последнего оледенения?

На поверхности террасы находятся долинки, которые были в своей нижней части неоднократно разрезаны эрозией. Денудационные долинки, конечно, моложе, чем форма террасы. Они могли образоваться только после эрозионного врезания, благодаря которому создалась современная терраса. Это несомненно следы перигляциального морфогенезиса, связанного с последним оледенением. Здесь стоит упомянуть, что в Германии принят правильный взгляд, что террасы, разрезанные денудационными либо конгелифлюкционными углублениями, конечно, старше последнего оледенения (20, 30).

На север от описанного обнажения через деревню Таржимехи проходит денудационное углубление, разрезающее террасу довольно глубоко. На запад от деревенской дороги обнажена часть склона этого углубления. На первый взгляд виден «типичный» лесс. После старательной расчистки обнажения получается картина, видная на рис. 7 и фот. 8. Легко можно узнать типичную конгелифлюкционную структуру, в которой принимают участие пылевой суглинок, пески, ледниковая глина и мелкие обломки мела. В подошвенной части видны характерные для денудационных углублений корразионные поверхности.

Не подлежит никакому сомнению, что конгелифлюкционные отложения, покрывающие склоны денудационного углубления моложе террасы, в которую врезалось углубление. Таким образом кроме геоморфологической мы получили геологическую и геоморфогенетическую запись влияния перигляциальной среды, которая господствовала после образования террасы.

В синтезе разреза террасы появляется, наконец, третий элемент — морозный, перигляциальный (фиг. 5). Этот элемент кончает плейстоценовую историю

описанной террасы Вепржа. Новый стратиграфический элемент в разрезе не только кончает плейстоценовую историю террасы, но, констатируя существование денудационных углублений на этой террасе, подтверждает вывод о среднепольском возрасте нижележащих отложений.

Литература, стр. 29

Список иллюстраций

Рисунки

Стр.

1. Разрез отложений террасы в долине Вепржа возле Таржимехов 16
 1. Дриасовый суглинок, темносерый, книзу более темный и глинистый;
 2. ленточный суглинок глинистый и песчаный, цвет коричневый; 3. мерзлотный клин, заполненный лессовыми отложениями, серым суглинком и мелким песком; 4. лессоподобный осадок частично с полосами; 5. серия террасовых песков и суглинков: а) мелкий песок светлосерый с рипплемарками, с частыми глинистыми полосами; б) суглинок серый и коричневатый с мелкими глинистыми слоями, слоистые и с полосами; в) эрозионные врезы челнообразные, заполненные вышележащим суглинистым отложением и мелким песком; 6. верхний инволюционный слой, материал — глинистый суглинок, коричнево-серый, все более светлый кверху; 7. серия песков с серым суглинком в подошве, параллельная слоистость с ленточным ритмом.
2. Гранулометрические кривые 17
 - а. дриасовый суглинок; б. ленточный суглинок; в. суглинок серии 5с; д. суглинок серии 5б.
3. Гранулометрические кривые 18
 - а. лессоподобный осадок; б. материал из серии рипплемарков (слой 5а); в. суглинок верхнего инволюционного слоя (слой 6); д. верхний песок (слой 7).
4. Схематический разрез долины Вепржа возле Таржимехов по Я н у, 1952 19

А — Голоцен: 1. торф и ил; 2. — пески; В—Е — Плейстоцен: 3. — пески; 4 — лесс; 5 — ленточные глины; 6 — дриасовые суглинки и глины; 7 — торф; 8 — пески, смешанный гравий; 9 — меловой гравий; F-10 — мел; 11 — флора.
5. Синтетический профиль террасовых осадков в долине Вепржа под Таржимехами 20

1—7, как Фиг. 1; 8. — конгелифлюкционные отложения.
6. Обнажение к кровле ленточных отложений на север от главного профиля 22
 1. серый суглинок с глинистыми слоями; 2. мелкий песок; 3. суглинистое отложение с известковыми пятнышками, без структуры; 4. серый суглинок без структуры; 5. лессовидный осадок; 6. ленточный суглинок.
7. Обнажение на склоне денудационного углубления возле Таржимехов . 28
 1. светлый суглинистый песок, слоистый; 2. суглинок с орштейном в подошве конгелифлюкционной серии с гравием и обломками мергеля; 3. светлый слоистый суглинок; 4. суглинок с глинистыми полосами; 5. коричневая глина; 6. слоистый суглинистый песок с большими слоями.

Фотографии

1. Обнажение в Таржимехах	24
2. Инволюции сдерживаемые при их возникновении растительным покровом в дриасовом суглинке	24
3. Мерзлотный клин в ленточных отложениях	24
4. Верхняя часть мерзлотного клина	24
5. Лессовый материал в кровле дриасовых суглинков	25
6. Песок с рипплекмарками в серии террасы (фиг. 1, слой 5а)	25
7. Слоистый суглинок и песок с рипплекмарками и террасовой серии	25
8. Конгелифлюкция на склоне денудационного углубления в 20-метровой террасе долины Вепржа возле Таржимехов	25

Перевод К. Страшевской

ПРОЦЕССЫ И СТРУКТУРЫ В ДЕЯТЕЛЬНОМ СЛОЕ МЕРЗЛОТЫ Часть 2

Мерзловедение, пагология, криология, структурное ледоведение, геокриология; kriopedologia (kryopedologia); cryopedology; cryopédologie.

Современный интерес к Арктике способствовал появлению ряда исследований, как в теоретической, так и практической области. Эти исследования помогли с одной стороны ответить на ряд вопросов, касающихся плейстоцена, с другой облегчают решение ряда практических задач, особенно в дорожном и аэродромном строительстве. Растущие хозяйственные потребности ставят перед наукой определённые задачи, решение которых содействует росту научных исследований в области морозных воздействий и вечной мерзлоты.

Брайн в 1946 г. (6) в своих терминологических рассуждениях счел нужным применить специальный термин для зарисовывающейся новой «субдисциплины», которую считает самой близкой педологии. Предложил он назвать ее *cryopedology*. *Cryopedology* по Брайну это наука об интенсивных морозных процессах и вечной мерзлоте, включающая, как вопросы, связанные с самым воздействием процессов, так и определение некоторых технических правил, позволяющих избежать разрушений, обусловленных действием мороза.

Термин *cryopedology* вскоре появился во французской версии, как *cryopédologie* введенный в „Etudes de cryopédologie“ Кае (7) и был принят позже Гильхером (13), Трикаром (31) и другими.

Против употребления термина Брайна, принятого уже тогда во Франции, выступил Ги́лиен (14). Ги́лиен говорил о почве в смысле педологическом и морфологическом. Разница между этими двумя родами почвы выступает наиболее отчетливо в приарктической зоне. Оболочка педологической почвы там маломощна, так что собственно говоря речь может быть только о почве в смысле морфологическом. Дальше Ги́лиен обращает внимание на то, что, если говорим о массовых движениях и прочих денудационных процессах «разрушения почвы» — то это касается почвы в смысле морфологическом, а не педологическом. На основании своих рассуждений Ги́лиен констатирует, что если смысл упомянутой новой отрасли исследований касается геоморфологических вопросов, то не следует этого нового направления связывать с педологией.

В польскую литературу термин Брайна не вошел, но несмело в кавычках употребил его Ян (17), как *kriopedologia* (криопедология). В «Геологическом словаре» Дзевонского и Ключковского (20) среди других терминов, связанных с морозными процессами, находилась также и *kryopedologia*. Авторы говорят, что это «наука об изменениях во внешней оболочке грунта, вызванных

условиями полярного климата». Говоря о «грунте», а не о «почве», авторы избегают сомнений и оговорок, выдвинутых Гилиеном.

В немецкой литературе термин *cryopedology* до сих пор не употреблялся.

Также в русской литературе уже давно обращали внимание на большое теоретическое и практическое значение исследований вечномёрзлых грунтов. Мёрзлота в СССР, занимающая 48% площади всей страны, представляет серьёзное препятствие для хозяйственного использования и освоения громадных пространств. Нечего удивляться, что научное исследование в этой области приняли широкие размеры и привели к образованию новой самостоятельной отрасли знания.

Наука о вечной мёрзлоте называется *мерзлотоведение*, которое в переводе на польский язык соответствует слову *zmarzlinoznawstwo*.

Пархоменко в *Трудах Комитета по вечной мёрзлоте* с 1938 г. говорит о мерзлотоведении, или пагологии, как о науке, занимающейся исследованием мёрзлых пород, с происходящими в них процессами, а также процессами в зоне контакта мёрзлых пород с талыми. Толстихин (30), уточняя слова Пархоменки, говорит, что мерзлотоведение — это наука о развитии «мёрзлой геозоны, «криохтонной геозоны» или «криогеозоны», а занимающейся вопросами мерзлотоведения — мерзлотовед.

Толстихин указывает на связь мерзлотоведения с целым рядом других отраслей знания, как например геофизикой, геологией, климатологией и гидропологией. Но гидрогеология занимается в основном жидкой фазой подземных вод, мерзлотоведение же — наоборот: изучает твёрдую фазу с сопутствующими ей явлениями и многообразным влиянием мёрзлоты на рельеф, растительность и т. д.

Независимо от принятого термина *мерзлотоведение*, существуют разные мнения, касающиеся науки о льде и мёрзлоте.

Калесник (18) говорит о *криологии* — науке, которая занимается разнообразными исследованиями льда. Гляциологию например считает он лишь частью криологии. Объектом криологии есть лёд вообще, а объектом гляциологии является только ледник.

Марков в 1946 г. (21) подчёркивает связь мерзлотоведения с гляциологией. Область вечной мёрзлоты — по словам Маркова, — взята в целом, является вместе с областью горных покровных ледников одной из трёх главных областей охлаждения. Дальше Марков говорит, что формы образования льда в природе разнообразны и все они подлежат компетенции гляциологии, соответственным образом понимаемой и расширенной.

Шумский (27) считает лёд наиболее распространённой твёрдой породой на поверхности земли, которая играет большую роль, как в жизни природы, так в природе разнообразны и все они подлежат компетенции гляциологии, соответствующей. Шумский говорит о новой отрасли знаний, которую называет *структурное ледоведение*. Целью этой дисциплины является точный анализ состава и строения льда, на основании которого можно делать далеко идущие выводы об условиях образования льда в природе. Структурное ледоведение по Шумскому даёт точный ответ на вопрос возникновения и условий залегания также грунтового льда.

В дискуссионной статье, посвящённой терминологическим вопросам, касающимся вечной мёрзлоты, авторы (Л. А. Мейстер и П. Ф. Швецов (22)) тер-

мин мерзлотоведение признают несостоятельным. Вместо мерзлотоведения предлагают слово *геокриология*. Термин этот довольно точно отражает существо изучаемого предмета. Авторы не сомневаются, что *геокриология* вскоре станет столь же обычным термином, как многие другие, напр.: геоморфология, гидрогеология, геоботаника, построенные на греческой основе.

Пучение грунта, вспучивание, пучины, явления пучения, вымерзание камней, сталкивание камней, пульсация почвы, сдвигание камней, вздутие грунта, морозное выпучивание, выпячивание грунта; pęcznienie gleby, pęcznienie mrozowe, wymarzanie kamieni, wyrastanie kamieni; frost heaving, frost thrust, upthrust; gonflement, soulèvement des pierres (du sol); Frosthebung, Frostschiebung, seitliche Frostversetzung.

Явление роста объема пропитанных влагой частиц грунта во время заморозания Д о б р о в о л ь с к и (8) определяет словом *pęcznienie gleby* (пучение почвы). Ян (16) употребляет термин *pęcznienie mrozowe* (морозное пучение), подчёркивая таким образом роль мороза, как фактора, вызывающего рост объема.

Связанное с пучением почвы передвижение камней и груд земли Д о б р о в о л ь с к и и Ян называют *wymarzanie* (вымерзанием). Б а ц (1) пользуется термином *wyrastanie kamieni* (вырастание камней), вероятно под влиянием народной лексики, якобы камни «растут» на поле, благодаря морозному пучению.

Англо-саксонская литература для обозначения процесса морозного пучения пользуется повсеместно термином *frost heaving* (Тебер, 29). Термин этот обозначает прежде всего движение частиц почвы, направленное вверх и обусловленное очень малым натиском, а также капиллярной системой, соединённой с источником воды. Икин (9) отличает вертикально направленный процесс *frost heaving* от процесса *frost thrust*, вызывающего боковой напор. Однако Брайн (6) утверждает, что физическая сторона явления, согласно Теберу и Бескову, не требует введения других терминов кроме *frost heaving*.

Французская криопедология определяет процесс морозного пучения словом *gonflement* (Кае, 7). Это определение отвечает сущности процесса обусловленного ростом объема.

Вымерзание камней или грудок почвы Кае (7) и Трикар (31) определяют термином *soulèvement (des pierres, du sol)*.

В немецкой терминологии существует также, как и в английской, два определения, касающиеся процесса морозного пучения: *Frosthebung* и *Frostschiebung*. Тролль (32), вникая в содержание этих терминов соглашается с мнением Позера, который проводит чёткую границу между понятиями *Frosthebung* и *Frostschiebung*. Первое отношение к вертикальным передвижениям, вызванным морозным пучением, второе к горизонтальным, которые Тролль называет также *seitliche Frostversetzung*.

Соответствующим нашему термину *pęcznienie gleby* (пучение почвы) или *pęcznienie mrozowe* (морозное пучение) в русской литературе является слово *пучение грунта, выпучивание* или просто *пучины*. Этими терминами обозначаются всякие процессы, вызывающие передвижения грунта. Каптерьев (19), например, говорит об *явлении пучения*, обусловленного ростом объема замораживающей воды в грунте, а также ростом ледяных кристалликов. С пучением тесно связано, согласно Каптерьеву, *вымерзание камней*. Бондарчук (5) употребляет слово *выталкивание камней*, а приподнятие поверхности грунта во время замор-

зания, и оседание её во время оттаивания определяет термином *пульсация почвы*. Эдельштейн (10) пишет о росте ледяных стебельков, которые вызывают *сдвигание камней*. О *пучении грунта* или деформации поверхности, обусловленной замерзанием и оттаиванием говорит в своих работах Сумгин (25) и Пьявченко (23). Явление это определяют они словом *морозное пучение*. Довольно разнообразную терминологию в этой области встречаем у Григорьева (12). Для определения явления морозного пучения употребляет он следующие термины: *вспучивание грунта, вздутие грунта, морозное выпучивание или выпячивание грунта*.

Ледяные стебельки, ледяная корка, почвенные выцветы льда, пластинки льда, зерна льда, кристаллики льда, друзы льда, щетки льда; lód włóknisty; needle ice, ice columns, ice filaments; la glace fibreuse, filaments de glace, les pipkrakes; Barfrost, Effloreszenzeis, Eisfilamente, Haareis, Haarfrost, Kammeis, Nadeleis, Pipkrake, Stengeleis.

Выцветы мелких стебельков льда, образующиеся неглубоко под поверхностным слоем почвы, на стенках трещин грунта или под растительным покровом уже довольно давно были выделены в особую форму льда, обусловленную воздействием мороза на почву. Для определения этой формы в польской терминологии принято слово *lód włóknisty* (волокнистый лёд), употребляемое Добровольским (8). Добровольский, говоря об этом явлении подчёркивает большое морфологическое значение мелких кристалликов льда, способных приподнимать и передвигать грудки почвы и даже камни. В польской литературе, касающейся как перигляциальных вопросов (Ян, 17), так и современных (почвенных) процессов (Бац, 1), термин этот является всеобщим принятым.

Очень богатую терминологию для определения этого рода льда имеет немецкая литература. Рихтгофен (24) признаёт большое морфологическое значение такой формы льда и называет её *Haarfrost*. Чаще всего в немецкой литературе (Троллъ, 32) или у авторов, пишущих по-немецки (Фурер, 11), встретить можно термин *Kammeis*. Существует, однако, ряд других определений, употребляемых одновременно с термином *Kammeis*. Большинство таких определений, как *Haareis, Nadeleis, Stengeleis, Eisfilamente, Effloreszenzeis, Barfrost*, носит определённо описательный характер, говорит о главных чертах явления, это значит подчёркивает продолговатую, игольчатую или волосную форму мелких кристалликов, составляющих ледяной выцвет.

Немецкие авторы часто рядом с термином *Kammeis*, для определения стебельков льда, приводят шведское определение *Pipkrake*. Этот термин стал, собственно говоря, термином международным.

В англосаксонской литературе уже давно появилось определение *ice columns*, которое впервые употребил в 1850 г. Леконт. Кроме того существуют и другие термины, которые так же, как и немецкие определяют главные черты этой формы льда: *needle ice* или *ice filaments*.

Французская литература имеет определение *la glace fibreuse*, которое соответствует польскому термину *lód włóknisty* (волокнистый лёд). Французские авторы охотно пользуются шведским словом *Pipkrake*, уже присвоенным и склоняемым согласно правилам французского языка. В работах Кае (7) и Трикара (31) можно встретить определение: *sol à pipkrakes, les pipkrakes* и т. п.

В работах советских исследователей, для определения «волокнистого льда»

употребляется повсеместную и почти исключительно термин *ледяные стебельки*. На исключительную роль ледяных стебельков, вызывающих перемещение мелких частиц грунта, а даже камней, обращает внимание: Каптерьев (19), Григорьев (12), Эдельштейн (10) и многие другие авторы. Григорьев (12), например, пишет о возникновении на поверхности грунта слоя ледяных стебельков, которые сливаются в *ледяную корку*. Ледяная корка отслаивает дерновину от минерального грунта. Бондарчук (5) говорить, что формы рельефа, создаваемые водой в твёрдой фазе зависят от способа образования льда. С генетической точки зрения различают в природе несколько категорий льда. Существует несколько классификаций форм воды в твёрдой фазе. Наиболее интересными из них, по мнению Бондарчука, являются классификации В. К. Вернадского, Н. К. Толстихина и А. Б. Добровольского. Вернадский (как указывает Бондарчук) выделяет форму льда, которую называет *почвенные выцветы льда*. Толстихин (30), говоря о формах льда в природе перечисляет также термины: *пластинки льда*, *зёрна льда*, *кристаллики* и *друзы льда*, *щетки льда*, образующиеся в разных трещинах и пустотах.

Литература, стр. 36

Перевод Ю. Ольховик-Колясинской

ТУНДРОВЫЕ СТРУКТУРЫ В ПАТОКАХ

Резюме

На северном склоне Щерцовской котловины недалеко от местности Патоки находится обнажение с интересными структурами. С морфологической и геологической точки зрения здесь можно выделить два участка — дно долины, по которому протекает Видавка с ее небольшими притоками, и возвышенность. Дно Щерцовской котловины расположено приблизительно 15—20 метров ниже окружающей возвышенности и испещрено дюнами, входящими также на возвышенность.

Эта местность находится в пределах средне-польского оледенения. Залегающие здесь образования это преимущественно моренные глины и флювиогляциальные пески; в дне котловины находятся ленточные глины, торф, речные и дюнные пески.

Обнажение, расположенное в кульминации холма, имеет следующий профиль. На поверхности залегает щебень, который исчезает книзу склона. Этот щебень залегает на темно-сером иле. Немного ниже кульминации начинается зона сильных деформаций конгелифлюкционного характера. Эта зона обнаруживает значительное нарастание мощности книзу склона. На протяжении 18 метров мощность зоны увеличивается приблизительно от 0,5 до 2,7 метра. Зона деформации сложена мелкозернистым песком, часто с включением щебня и песчано-глинистым материалом. В разрезе видны очень сильные деформации в структуре материала. Крупный песок, а даже мелкий щебень, обнаруженный в верхней части конгелифлюкционной зоны присутствует также, в ниже залегающих мелких песках. Эти пески имеют следы слоистости, но прослойки прерываются или же сильно изогнуты.

Конгелифлюкционная зона расчленяется на два горизонта. Верхняя часть зоны выделяется сильными деформациями и перемешанным материалом. Нижняя часть имеет значительно лучшую сегрегацию материала и более спокойный характер. Однако и эта партия подверглась конгелифлюкционному процессу, что выразилось в перерывах слоистости, в линзах, в полосах ила, или крупного песка, в преобладающем здесь суглинистом материале. На это указывает также наличие сыпучего слоированного песка светлого цвета, заключенного в суглинистом материале неопределенной структуры, что особенно отчетливо заметно в поперечном разрезе конгелифлюкционного уровня (фиг. 1, 2).

Под конгелифлюкционной зоной залегает пласт темносерого ила. Спонг ила согласуется с крутизной склона; мощность ила книзу увеличивается. В спон-

говой части ила обнаружены следы полосатости, кровля же его деформирована. Наблюдаются здесь изгибы и линия контакта ила, с залегающим над ним материалом. Кроме того хорошо прослеживаются пакеты ила, включённые в илистый песок, а также вкрапления песчанного материала в иле. В илистом материале присутствуют небольшие скопления частиц органического происхождения. Наиболее отчётливо, и в большом количестве, они видны в стене поперечной к склону и в нижней части илистой серии.

В северо-восточном обнажении, поперечном к склону холма, конгelifлюкционная зона прервана в спонговой части снизу илом. Ил имеет здесь очень неровную поверхность и в одном месте заметна даже структура, известная в литературе под названием бугров. Величина бугра достигает 60 см вышины и от 10 до 15 см ширины. Материал, расположенный по соседству бугра в своей нижней части пересечён, в верхней же части повторяет контуры бугорной структуры (фиг. 2, фот. 4).

Кроме бугорной структуры и конгelifлюкционной зоны присутствуют здесь ещё структуры, характерные для холодной среды. Под щебнем в кульминации холма и немного ниже склона видны два мерзлотных клина, внедряющиеся в ил и заполненные материалом сверху.

На основании анализа положения материала в обнажении мы можем установить следующую очередность процессов и явлений. Нижние пески с довольно равномерной фракцией, слабой окатанностью и сплошной слоистостью указывают на отложение их спокойно текущими водами, а их малая степень окатанности на недалёкий транспорт. В спокойном переходе песков в ил в его неровной кровле, в полосатости и более отчётливой ламинарности спонга конгelifлюкционной зоны мы видим отпечаток приближающейся перигляциальной среды, начавшейся вместе с наступлением ледника.

Обнаруженные в нижней части обнажения мерзлотные клинья и бугры также указывают на господство холодных климатических условий на этой территории.

Характер спонговой части конгelifлюкционной зоны позволяет нам утверждать, что первоначальные условия благоприятствовали более большому и свободному стоку воды, что выразилось в полосатости и более чёткой ламинарности.

Однако эти условия продолжались недолго, так как мощность отложений этого периода составляет всего 0,5 метра. Изменение климатических условий вызвало также изменение характера осадочных пород. От серии отложений с преобладающим действием смывания наблюдается переход к более холодным условиям, где основным фактором движения масс является конгelifлюкция.

Способ отложения исследуемого материала и ситуация структур говорит о связи, особенно в нижней части профиля, с так называемой юной фазой среднепольского оледенения. Наиболее низко залегающие пески и ил с растительным детритом принадлежат к переходному периоду от интерстадиала, предшествующего наступлению Варты, к перигляциальному периоду, обусловленному этим оледенением.

Самое молодое балтийское оледенение оставило свой отпечаток в сильной перемоделировке рельефа этой территории. Здесь отсутствуют, так же, как и на территории центральной и южной Польши, свежие гляциальные формы. Об интенсивности разрушительных действий денудационных процессов в этом пе-

риоде свидетельствуют также отрывки гляциальных и флювиогляциальных образований.

Этот материал был разрушен конгелифлюкционным движением масс и весь рельеф приобрел резкий отпечаток перигляциального морфогенезиса.

Литература, стр. 46

Список иллюстраций

Рисунки

	Стр.
1. Конгелифлюкционная зона в продольном разрезе	42
1. Неслоированный гравий с галькой; 2. безструктурной пыlistый песок; 3. темный гравий с сильной цементацией; 4. желтоватый, суглинистый песок; 5. мелкозернистый белый песок, слоистость прерывистая, деформированная; 6. бронзовый суглинистый песок с маленькими прослойками серого ила; 7. суглинки «мраморной» структуры, серо-голубые и бронзовые; 8. темно-серый ил с органическими остатками.	
2. Конгелифлюкционная зона с бугристой структурой в спонге	43
1. Неслоированный светлый песок с гальками; 2. бронзовая глина; 3. орштейновый песок и гравий; 4. белый, мелкозернистый песок и бронзовый песок с полосками ила, слоированность прерывистая, деформированная; 5. песчано-глинистый материал, неструктурный, цвет зеленовато-серый в верхней части бронзовый; 6. темно-серый ил с органическими остатками; 7. серо-бронзовый песок, суглинистый, слоированность параллельная.	

Фотографии

1. П а т о к и. Мерзлотный клин, врезанный в ил; внизу слоированные пески	40
2. П а т о к и. Конгелифлюкционная зона	40
3. П а т о к и. Фрагмент конгелифлюкционной зоны	41
4. П а т о к и. Бугристая структура	41

Перевод М. Олехновича

МЕРЗЛОТНЫЕ КЛИНЬЯ В СЛАВЕНЦИНЕ

Резюме

Содержание

В окрестностях Славенцина в кутновской конечной морене среднепольского оледенения обнаружены многочисленные мерзлотные клинья. Эти клинья были исследованы, как в поперечном разрезе, так и в их ситуации. Была обнаружена сетчатая система трещин, в которых образовались ледяные клинья со следами экспансивной деятельности льда в пределах этих клиньев и в окружении, в виде перемещения глыб и следов морозного выветривания.

Исследуемое обнажение находится в вале конечной морены, которая простирается от Домбья на Нере по направлению к Кутну.

Azymut морфологической оси этой формы равняется $N 55^{\circ}$. Самый высокий пункт вала 163,5 метра находится на расстоянии 3 км на NE. Место, в котором залегает исследуемое обнажение, лежит на высоте 151 метра. Южные склоны морены опускаются в варшавско-берлинскую прадолину и имеют покатость до 5° ; северные склоны опускаются под углом, не превышающим 2° , и незаметно переходят в слабо волнистую равнину основной морены.

Кутновская морена принадлежит к форме среднепольского оледенения. Мягкие очертания вала и постепенные переходы выпуклых форм к вогнутым и плоским определенно говорят о том, что свежесть гляциальных форм здесь уже затерлась. Морфологическая граница между средне-польским и балтийским оледенением проходит в 20—25 кил. на север от описываемой территории. За этой границей находятся резко выраженные возвышенности, появляются глубокие озерные рытвины.

Рельеф постепенно становится более выразительным. Обнажение гравия в Славенцине, глубиной местами до 8 метров, имеет обнаженную стену длиной около 90 метров, изогнутую дугообразно в северном направлении. Эта стена во время эксплуатации карьера находилась под наблюдением с 1950 до 1955 года. За это время стена отступила на 5—10 метров.

Геологическое строение исследуемой формы обнажено до указанной глубины 8 метров. В спонге мы обнаружили красноватую глину с сильным наклоном поверхности на север. На глине залегает серия мелкого гравия и флювиогляциального отчетливо слоированного песка. Выше находится серия крупных валунов мощностью до 5 метров, сложенная из материала различной величины; иногда встречаются здесь глыбы свыше 1,5 метра в диаметре.

Над этой серией валунов лежит глина коричневого или слегка розоватого цвета с камнями. Верхняя глина, залегшая на серии валунов является зоной

образования великолепно оформленных мерзлотных клиньев. Приложенные рисунки профилей (фиг. 1) представляют изменения контуров клиньев, наблюдаемых во время отхода стены. В связи с ускоренной эксплуатацией зона клиньев вскоре подвергнется полному разрушению.

Клинья начинаются в верхней глине. Некоторые из них, более слабо оформленные, имеют, пожалуй, характер фестонов, которые, как правило, не выступают ниже спонга глины. Особенно хорошо оформленные клинья пробивают серию валунов и иногда доходят до лежащего под ним мелкого песка и гравия. Длина отдельных клиньев колеблется от 2 до 4 метров.

Профили I, III и IV особенно интересны по численности и размерам клиньев. Статья наша будет посвящена 5 клиньям, наблюдаемым в разных частях обнажения и в разных стадиях их развития.

Клин *a* (профиль I с 3. X. 1950 г.) находился в зоне относительно наиболее приближенной к кульминации вала. Это самый большой из всех клиньев. Клин *b* регистрировали несколько раз: как клин *b*₁ (профиль III с 20. IX. 1950 г.); как клин *b*₂ (профиль IV с 4. XII. 1950 г.) и как клин *b*₃ (фот. 5).

Начиная со стадии *b*₂, мы произвели, после снятия слоя мощностью 0,5 метра, анализ горизонтального залегания клина *b*. Клинья *c* и *d* были зарегистрированы одновременно (профиль IV) и вскоре потом оба совершенно были уничтожены. Клин *e* появился последним (23. VI. 1955) и не был отмечен на ни одном из профилей (фот. 8).

Глина, в которой находятся верхние части клиньев, принимает в обрамлениях ржавый цвет и иногда становится песчаной. Гранулометрическая кривая этой глины обнаруживает материал относительно хорошо высортированный, по всей вероятности, вследствие действия процессов морозного выветривания постепенно ликвидирующих крупный материал. Находящиеся в этой глине зерна гравия и мелкого песка преимущественно острогранные.

Внутренние трещины клиньев заполнены желтым песком. Гранулометрическая кривая этих песков указывает в общем на довольно хорошую сортировку материала, но имеет, однако, на линии изгиб в 0,3 мм. Этот изгиб соответствует известной дифференциации формы зёрен. Зерна больше 0,3 мм, как правило, бывают круглыми, меньшее — угловатыми и раздробленными, хотя иногда они сохраняют фрагменты круглых поверхностей. В этом песке были найдены два ветрогранника (клинья *a* и *b*).

Проходя сквозь зону глины, клинья входят в серию глыб. В этой серии клинья выделяются, главным образом, темноржавым оттенком. Чаще всего они заполнены материалом окружающей их серии валунов, иногда очень измельченных (клинья *a*, *c* и *d*). Этот материал имеет на себе следы перемещения отдельных частиц. Поэтому можно найти твердые устойчивые камни, включённые в рыхлые выветренные глыбы, серии вдавленной глины, куски составных частей растресканных глыб.

Другую категорию составляют клинья, заполненные внутри глиной (клинья *b* и *e*). Образец такой глины, взятый из клина *b*, чрезвычайно насыщен осколочным материалом, по всей вероятности выветренным на месте. Находящийся здесь материал исключительно острогранный. Гранулометрическая кривая этой глины очень похожа на кривую глины обрамления (фиг. 5). Обе кривые имеют изгибы, характерные для материала, подвергшегося процессам морозного выветривания. Большинство изгибов кривой глины, взятой из клина, указывает на меньшую

интенсивность процессов морозного выветривания в его нижней части, по сравнению с верхним обрамлением.

Под серией валунов залегает зона мелкого слоированного гравия и песка. Некоторые клинья проходят через серию валунов и кончаются только в этой серии (клинья *a* и *e*).

Горизонтальный разрез дает нам картину положения центральной трещины клина, заполненной желтым сыпучим песком. Эта трещина тянется без перерывов с переменной шириной и, соединяясь с боковыми ответвлениями, образует сеть трещин, обрамленных, описанной нами, ржавой глиной (фиг. 6).

Среди камней, составляющих серию валунов, находятся также осколки скандинавских кристаллических и твердых пород, перекристаллизовавшихся известняков, и местный материал в виде меловой опоки и песчаников. Большая (2/3) часть этих глыб, расположенных вблизи клиньев, сильно выветрена*.

Из осадочных пород подобные явления обнаруживают силурские известняки и меловая опока. Сеть трещин здесь нерегулярна и к тому характерная для каждого отдельного случая.

Текстура пород не обнаруживает никаких специальных черт, которые определяли бы какую-нибудь систему развития трещин. Песчаники растрескиваются на тонкие пластинки по стратификационным плоскостям. В следующей стадии зерна песка отделяются от спаивающего вещества (фот. 9).

В кристаллических породах основную роль играет величина зерен и текстуральное строение минералов (фот. 10, 11). В серии валунов мы видели кристаллические глыбы, рассыпающиеся в песок, измельченные в небольшие кусочки, а также глыбы лишь с небольшим количеством трещин. Эти глыбы распадались на крупные обломки с острыми краями. Здесь, пожалуй, мы встретились с различными стадиями действия процессов морозного выветривания от образования трещин до полного разрыхления минеральных частиц. Кривая просеиваний трех рассыпающихся кристаллических глыб обнаруживает характерные изгибы (фиг. 7).

На описанной территории в связи с наличием серии валунов существовали благоприятные условия для развития клиньев. Нагроможденный, разнообразной формы и величины, материал придавал всей этой зоне характер пористости, способствующей циркуляции воды и содействующей поэтому развитию грунтового льда.

Открытый небольшой фрагмент ситуации говорит нам о том, что формы клиньев укладывались в сетчатые системы, которые можно было бы принять за тундровые полигоны, в трещинах и рытвинах появились контракционные клинья льда, которые потом увеличивались, но не в связи с углублением трещин, а скорее в связи с увеличением ледяной массы, внедряющейся во всё менее плотные соседние части серии валунов.

Когда ледяной клин оттаял, трещины заполнились глиной, залегшей над слоем серии валунов или флювиогляциальным песком, видоизмененным морозным выветриванием. Факт наличия внутри клиньев двух упомянутых ветрограников указывает на то, что песок был поверхностным материалом.

Литература, стр. 59.

* Я очень жалею, что при настоящих исследованиях процессов морозного выветривания не могла ознакомиться с интересным трудом проф. Ж. Трикарта — *Etude expérimentale du problème de la gélivation*, *Biuletyn Peryglacjalny* nr 4, 1956.

Список иллюстраций

Рисунки	Стр.
1. Схематические профили обнажения в Славенщине в 1950—55 годах I — с 3. X. 1950 г.; II — с 15. VI. 1951 г.; III — с 20. IX. 1954 г.; IV — с 4. XII. 1954 г.; V — с 11. V. 1955 г. 1. безструктурные пески с валунами; 2. серия клиньёв; 3. валунная глина; 4. слоистый гравий; 5. серия валунов; 6. слоистые пески и мелкий гравий.	49
2. Клинь b_2 (4. XII. 1954)	50
1. желтый, сыпучий песок; 2. моренная глина розово-коричневого цвета; 2а. глина с известняковыми полосами; 2б. глина ржавого цвета в верхней части клина; 2с. глина ржавого цвета с большим количеством крупного материала в нижней части клина; 3. серия валунов; 4. мелкий гравий и слоированный песок.	
3. Клинь d (4. XII. 1954 г.)	51
1. желтый сыпучий песок; 2. моренная глина розово-коричневого цвета; 2а. глина с полосами и известняковыми натёками; 3. серия валунов; 3а. — темно-бурый песок с гравием и камнями в нижней части клина; 4. — мелкий гравий и слоированный песок.	
4. Клинь e (23. VI. 1955 г.)	52
1. желтый, сыпучий песок; 2. — моренная глина темноржавого цвета; 3. серия валунов; 4. мелкий гравий и слоированный песок; 4а. — полосы орштейна; клеткой обозначены сильно выветренные глыбы; затем на некоторых глыбах отмечены трещины.	
5. Гранулометрическая кривая материала из клина b	53
а. песок из трещины клина; б. глина из обрамления верхней части клина; с. глина из середины нижней части клина.	
6. Горизонтальное положение клина b	55
1. безструктурные пески с валунами и полосами орштейна; 2. глина.	
7. Гранулометрическая кривая продуктов выветривания	58
а. — гранит; б. — гнейс; с. — кристаллические сланцы.	

Фотографии

1. Стена обнажения по снимку 3. X. 1950 г.	48
2. Стена обнажения 20. IX. 1954 г.	48
3. Клинь a (3. X. 1950 г.)	49
4. Клинь c (4. XII. 1954 г.)	49
5. Клинь b в стадии b_2 (4. XII. 1954 г.) и в стадии b_3 (15. III. 1955 г.)	56
6. Фрагмент горизонтального положения клина b (17. XII. 1954 г.)	56
7. Клинь d (4. XII. 1954 г.)	56
8. Клинь e (23. VI. 1955 г.)	56
9. Морозное выветривание: a , b — известняков; c — песчаников	57
10. Рассыпающийся мелкозернистый гранит	57
11. Мерзлотные трещины в кристаллических сланцах	57

Перевод М. Олехновича

МЕРЗЛОТНЫЕ КЛИНЬЯ, КАК ПУТИ ГРУНТОВЫХ ВОД

Содержание

На основании наблюдений, произведённых в окрестностях Варшавы, автор считает, что мерзлотные клинья являются хорошими путями атмосферных осадков в водоносные образования, залегающие под материалом, с малой водопроницаемостью. Этим можно объяснить быструю реакцию на атмосферические осадки зеркала грунтовых вод, находящихся под мало проницаемыми слоями. Также исследования среднего течения Вислы дали возможность автору сделать заключение, что это явление может играть большую роль и на более значительных пространствах.

Одной из наиболее трудных гидрогеологических проблем является вопрос инфильтрации атмосферных осадков в гляциальные образования, прикрытые водоупорными пластами. Такие условия могут существовать, например, при залегании плотного пласта моренной глины выше флювиогляциальных образований. Выяснение инфильтрации атмосферных осадков в водоносные образования на выходах пластов не согласуется с быстрой реакцией зеркала грунтовых вод на временные осадки. В обыкновенных условиях выходы водоносных пластов находятся, чаще всего, на расстоянии нескольких километров. В связи с этим, скорой реакции зеркала этих вод нельзя объяснить быстрым расходом грунтовых вод, даже принимая во внимание максимальные величины коэффициента водопроницаемости для данного гидродинамического градиента.

Полевые наблюдения часто указывают на столь скорое изменение зеркала воды, что вычисленные на основании скорости коэффициенты водопроницаемости дают величины, которые практически не встречаются в гляциальных образованиях. Поэтому необходимо искать более коротких путей инфильтрации осадков в водоносные образования, чем это принято в схожих условиях.

Некоторое освещение этих явлений могут дать факты, обнаруженные на территории Млоцин на север от Варшавы. Обнаружение расположено на склоне прадолины реки Вислы (фиг. 1). Под приблизительно метровым пластом песчаной глины, переходящей часто в разнозернистые пески, находится серо-бурая моренная глина различной мощности (в среднем около 3 метров), частично мелко растресканная, преимущественно, однако, образующая монолитный пласт. Под моренной глиной залегают разнозернистые, флювиогляциальные косослоистые пески (фот. 4), переходящие книзу в слой пыlistых песков.

В обнажении видны четыре мерзлотные клинья расширяющиеся в глине (фот. 1, 2). Они соединяют поверхность склонового выравнивания с флювиогляциальными песками, залегающими под глиной, частично также криотурбационно

деформированной (фиг. 2). Расстояние между отдельными клиньями, образующими более или менее регулярную сеть, равняется в среднем 3 метрам.

Мерзлотные клинья выпелнены кварцевым песком с относительно малой содержанием пыли (фиг. 3). Кривая просеивания указывает на однородные

зерна с коэффициентом зерна $U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \sim \frac{0,105}{0,055} = \sim 1,9$. Средне зерно d_{50} равняется 0,095.

Тяжело в настоящее время определить процент инфильтрационной поверхности, занимаемой клиньями; во всяком случае принимая во внимание расхождение между стенами клиньев и поверхностью, процент этот может достигнуть 25%. Следует заметить, что в Млоцинах кроме нормальных клиньев присутствуют клинья разветленные или перекрещивающиеся в плане (фот. 3), что по-нятно увеличивает их инфильтрационную поверхность.

Гидрогеологические исследования обнаружили скопление грунтовой воды в клиньях книзу, так что на границе с флювиогляциальными песками на стене обнажения видны отчетливые следы просачивания (октябрь 1954 и апрель 1955 г.).

В флювиогляциальных образованиях четко прослеживается водоносный горизонт в колодцах местных хозяйств, фиксирующийся в форме зоболочивания, просачиваний и водотоков на границе перехода стока в высокую висленную террасу.

Установление на основании кривых просеивания и других лабораторных исследований коэффициенты водопроницаемости равняются:

а) по Сельхайму — $k_{10} = 0,0376 \cdot d_{50}^2 = 0,00376 \cdot 0,095^2 = 0,000034$ м/сек, что составляет $\sim 2,9$ м/сутки;

б) по Аллен Хазену, принимая $c = 1000$ м : $k_{10} = 0,0116 \cdot d_{10}^2 = 0,0116 : 0,055^2 = 0,000035$ м/сек, что составляет ~ 3 м/сутки;

принимая $c = 700$ м : $k_{10} = 0,008 \cdot d_{10}^2 = 0,008 \cdot 0,055^2 = 0,000024$ м/сек, что составляет ~ 2 м/сутки.

Принимая во внимание гидравлическую кривую между наиболее близкими местами просачивания воды и мерзлотными клиньями, равняющуюся, примерно, 2,5 м, что является минимальной кривой, величины расхода воды будут составлять:

а) при коэффициенте $k_{10} = \sim 3$ м/сутки : $v = 2,5 \cdot 3$ м/сутки = 7,5 м/сутки;

б) при коэффициенте $k_{10} = \sim 2$ м/сутки соответственно 5 м/сутки.

Эти ориентировочные вычисления свидетельствуют о том, что лишь непосредственной инфильтрацией мерзлотными клиньями атмосферных осадков вглубь слоев можно объяснить быстрое реагирование зеркала грунтовых вод на временные осадки. Следует обратить внимание на значительную густоту мерзлотных клиньев, что, конечно, влияет также на увеличение процента инфильтрации вод. Если к этому добавить известный факт, что ископаемые мерзлотные клинья выходят на поверхности выравнивания, их можно считать своего рода кумуляторами поверхностного стока, направляемого в нижние пласты горных пород.

Описанное нами явление не является обособленным. Гидрогеологические исследования м. пр. среднего течения Вислы и реки Каменной обнаружили всеобщность этих явлений, которые до этого времени, с этой точки зрения, не были исследованы.

Но не только мерзлотные клинья могут быть путями грунтовых вод. Также и другие перигляциальные структуры, как инволюции и конгелифлюкция, создают условия, способствующие ослаблению плотности водоупорных пластов, превращая их в слои водопроницаемые.

Хотя в этой небольшой публикации я не имею в виду всесторонне исследовать эту проблему, однако желаю обратить внимание на конгелифлюкционную брекцию ленточных глин в Домбрувке Струмяной на север от Лодзи, на примере которой можно убедиться, что перигляциальные структуры иного типа, чем описываемые нами, могут увеличить проницаемость водоупорных слоев.

Я также отдаю себе отчёт, что трещиноватость образованная процессами, действующими в перигляциальной среде, особенно в древних моренных глинах, известняковых и плотных, играет значительную роль при инфильтрации атмосферных осадков и расходе грунтовых вод.

Список иллюстрации

Рисунки	Стр.
1. Схематический разрез обнажения в Млоцинах	62
1. Флювиогляциальные пески, насыщенные водой; 2. Моренная глина;	
3. Безструктурный мелкозернистый песок; 4. Делювиальные суглинки.	
2. Схематический набросок местоположения	62
3. Кривая просеивания	63
а) Песок, заполняющий конусный клин;	
б) Флювиогляциальные пески.	

Фотографии

1. Млоцины под Варшавой. Мерзлотный клин в моренной глине	64
2. Млоцины под Варшавой. Мерзлотный клин в южной части обнажения	64
3. Млоцины под Варшавой. Мерзлотный клин в плане (с фот. 2)	65
4. Млоцины под Варшавой. Флювиогляциальные пески	65

Перевод М. Олехновича

Тадеуш Клятка

Лодзь

ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЕ МЕРЗЛОТНЫЕ ЖИЛЫ НА ГОРЕ СКАЛА

Резюме

Содержание

На куполообразной вершине горы Скала (Свентокржиские Горы), сложенной из девонских кварцитов, находятся прекрасно выраженные плейстоценовые перигляциальные структуры типа мерзлотных жил. Можно выделить две генерации этих структур, отличающиеся степенью дезинтеграции заполняющего их материала. Старшая генерация жил образовалась вероятно в перигляциальном климате среднепольского оледенения, младшая в перигляциальной зоне балтийского оледенения.

Гора Скала (359,9 м н. у. м.) расположена в западной части ниже-девонского хребта, который тянется на юг от Лысогуры.

В краевой зоне Скала сложена из сланцев, песчаников и конгломератов, вершина горы из светлых устойчивых кварцитов. Во многих небольших карьерах, находящихся на вершине, в 1954 г. во время геоморфологического картирования найдены интересные перигляциальные структуры типа мерзлотных жил.

Лучше всего обнаженные и наиболее отчетливо выраженные мерзлотные жилы найдены в небольшом карьере, расположенном на самой вершине Скалы. Прямоугольная форма обнажения дает возможность проследить эти структуры в 3 различных интерсекциях.

1. Западное обнажение с направлением N - 335°. Белый, плотный (с зёрнами одинакового размера) среднезернистый кварцит залегает горизонтами мощностью в 10—30 см; простирание N - 270°, падение 15° на север. Вся обнаженная серия от поверхности до глубины 6 м расщеплена густой сетью плоскостей кливажа, большей частью перпендикулярных к поверхности слоев.

Вдоль некоторых плоскостей кливажа, а также вдоль горизонтов во всем обнажении тянутся до глубины 5 м зоны необыкновенно интенсивного разрыхления породы. В этой интерсекции зона разрыхления, ширина которых колеблется от нескольких до 30 и более сантиметров, тянутся в некоторых местах, согласно кливажу, в других согласно поверхности горизонтов. Во многих местах отдельные части соединяются друг с другом, образуя сеть, окружающую глыбы нераздробленной породы (рис. 1b, фот. 1). Происхождение формы и величины петель этой сети зависит от поверхности более разрыхленной породы. В упомянутых зонах находятся только острогранные обломки породы; диаметр обломков колеблется от нескольких миллиметров до 10 и более сантиметров; кроме обломочного материала находится также некоторый процент зерен песка и пыли. Петрогра-

фический состав указывает на однородность разрыхленной и плотной породы; это доказывает, что обломочный материал образовался благодаря ее дезинтеграции.

Расположение структур и форма заполняющих их обломков породы, а также факт исчезания их на сравнительно небольшой глубине (4—5 м) от поверхности позволяют сделать вывод о влиянии климата на генезис этих структур. Тут может быть речь только об интенсивном деструктивном морозном действии, как об единственном факторе, способном повлиять на разрыхление такой устойчивой породы, как кварцит.

2. Южное обнажение с направлением N-85°. В этом обнажении видна клинообразная форма шириной в 3 м сверху, 0,5 м внизу, достигающая около 3,75 м глубины, заполненная желтым песком, в котором изредка находятся острогранные глыбы кварцита (рис. 1а). Во всей этой структуре видны соединения с сетью мерзлотных жил западного обнажения. В заполняющем песке найдены 5 ветрогранников, последний из них на глубине 2,20 м от поверхности. Ветрогранники хорошо сохранили грани и пустынный загар, а один из них — челнообразные углубления. На гранях 3 камней видны более поздние повреждения. Гранулометрический состав песка, заполняющего эту структуру, показал на гранулометрической кривой (рис. 2), на которой видна высокая степень сортировки. Среди самых больших зерен находятся, главным образом, зерна кварца, иногда матовые и, значит, подвергшиеся золотой обработке. Иногда попадаются зерна скандинавских скал, главным образом, гранита. Пески сильно орштейнизованы и безструктурны, хотя в некоторых местах орштейн подчеркивает линзообразное залегание. Наличие ветрогранников и матовых зерен кварца свидетельствует о поступлении материала с поверхности. В пионе структура обладает формой узкой линзы, соединяющейся с жилами соседних обнажений. Итак, это тоже мерзлотная жила, но только обнаженная вдоль плоскости кливажа, заполненная разрыхленной породой с небольшой примесью другой породы.

3. Восточное обнажение с направлением N - 335°. Здесь обнажена мерзлотная жила в поперечном разрезе. Она заполнена породой, похожей на породу, заполняющую структуру предыдущего обнажения (рис. 3, фот. 2). Песок этот состоит исключительно из зерен кварца и залегает в виде глыб. Они заполняют горизонтальную часть и потому не могли попасть с поверхности. Вероятно они образовались на месте в результате гранулярной дезинтеграции глыб кварцита. Об этом свидетельствует также недостаток матовых зерен кварца других пород и ветрогранников, которые находились в вышеописанной вертикальной мерзлотной жиле.

Динамическая и хронологическая интерпретация

Генезис описанных выше жил связан с развитием грунтового льда в вечной мерзлоте в плейстоценовой перигляциальной зоне. Щели кливажа и поверхности слоев подверглись расширению, так благодаря контракции породы во время суровых зим, как и благодаря расширению замерзающей в них воды и направлению нарастания кристаллов льда. Благодаря повторяющемуся из года в год процессам образовалась густая сеть жил льда и развивались интенсивные процессы разрыхления. Порода распадалась на глыбы, а в местах менее устойчивых происходила гранулярная дезинтеграция. Из твердого кварцита в этих зонах образова-

лась рыхлая песчаная порода. После потепления климата сеть жил льда превратилась в сеть мерзлотных жил. Большая часть заполняющей породы — это разрыхленный мерзлотными процессами кварцит и только незначительная часть породы попала в жилы с поверхности. Транспорт материала с поверхности — ветрогранников, матовых зерен кварца и зерен северных пород происходил прежде всего в виде смывания. О конгелифлюкции здесь не может быть речи, так как разрезы находятся на плоской вершине.

Важным вопросом является установление времени формирования мерзлотных жил Скалы. Из-за недостатка покровного плаща трудно решить, создались ли они в перигляциальной зоне последнего оледенения или являются результатом влияния двух ледниковых эпох. Теоретически местонахождение разрезов на периферии двух последних ледниковых покровов следовало бы считать правильной последней возможностью.

Ряд описанных выше фактов позволяет сделать вывод, что на Скале действительно существуют две генерации жил. На это указывает неодинаковая степень развития жил в западном обнажении по сравнению с жилообразными структурами двух других обнажений, которые заполнены механически разрыхленной породой до зерна первоначальной величины. В них находятся кроме того ветрогранники, матовые зерна кварца и обломки северных пород. Жила западного обнажения заполнена менее разрыхленной породой, не содержат никакой примеси иной породы, ни зерен, подвергшихся оловянной обработке. Повреждение ветрогранников должно было произойти уже в жиле, т. е. в следующей перигляциальной эпохе. Поступление ледникового материала Краковской ледниковой эпохи было возможно только в перигляциале, соответствующем среднепольской ледниковой эпохе; так следует судить потому, что, принимая во внимание высоту Скалы, отложения эти не могли уцелеть от разрушения их процессами денудации во время того же самого перигляциала и последней межледниковой эпохи. В перигляциальном климате балтийского оледенения ледниковые отложения не могли покрыть Скалы, а тем самым не могли заполнить мерзлотных жил.

Выше изложенные факты свидетельствуют, как кажется, о том, что в перигляциальных жилых структурах Скалы можно видеть две генерации, из которых старшая создавалась в условиях перигляциального климата среднепольского оледенения, а младшая, балтийского оледенения.

Литература, стр. 72

Список иллюстрации

Рисунки

	Стр.
1. Скала. Плейстоценовые мерзлотные жилы в нижнедевонских кварцитах	66
а) Южное обнажение карьера. Жилообразная структура, обнаженная вдоль поверхности кливажа: 1. коренная порода, 2. желтый орштейновый песок, 3. ветрогранники, 4. глыбы кварцита	
б) Западное обнажение карьера. Сеть мерзлотных жил	
2. Скала. Гранулометрическая кривая породы заполняющей мерзлотные жилы	68

3. Скала. Мерзлотная жила в обнажении восточного карьера 69
 1. коренная порода; 2. желтый орштейновый песок.

Фотографии

1. Скала. Западное обнажение карьера. Сеть мерзлотных жил в нижнеде-
 вонских кварцитах 72
 2. Скала. Восточное обнажение карьера. Мерзлотные жилы 72
 3. Скала. Заполнение мерзлотной жилы глыбами песка 73
 4. Скала. Ветрогранники, находящиеся в породе, заполняющей мерзлот-
 ную жилу южного обложения 73

Перевод К. Страшевской