

НАХОДКА ПСЕВДОМОРФОЗ ПО ПОЛИГОНАЛЬНО-ЖИЛЬНЫМ ЛЬДАМ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

И.Д. Стрелецкая¹, А.Л. Стром², А.М. Корженков³, Д.Г. Шмелев^{1,4}

¹МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва

²ЦСГНЭО – филиал ОАО "Институт Гидропроект", Москва

³ИФЗ РАН, Москва

⁴ИФХиБПП РАН, Пущино

Район исследования расположен к югу от г. Петродворец в 7 км от берега Финского залива вблизи д. Низино. Местность занимает расширенную часть предглинтовой равнины и представляет собой террасированную приморскую низменность, образовавшуюся на кембрийских глинах в результате поздне- и послеледниковых трансгрессий Балтийского моря. Заброшенный песчаный карьер длиной 1000 м и шириной около 200 м находится на ровной, слабонаклонной в северо-восточном направлении поверхности с абс. отметками 41-45 м (III терраса). Борта карьера высотой 4-5 м сложены толщей переслаивающихся песков разной крупности, с гравием и галькой хорошей и средней окатанности, с прослоями галечника.

В 2002 г сотрудниками ИФЗ РАН в карьере Низино, было обнаружено около десятка клиновидных структур одинакового северо-западного простирания, а также трещины с субпараллельными стенками, заполненные инородным материалом. Датирование почвенных фрагментов внутри клиньев и трещин радиоуглеродным методом установило возраст отложений- 10230 ± 40 14С л. н. [ГИН_12172]. (калиброванное значение возраста почвы в пределах 12.4–11.75 т. л. н. кал.), и - 9240 ± 90 14С л. н. [ИГАН_3265], 8800 ± 110 14С л. н. [ИГАН_3321] ($10280-10509$ л. н. кал.), что согласно современной хронологии попадает на интервалы DR3 и пребореальной хронозонам [3]. Гравийно-песчаные озерно-ледниковые отложения с древесиной на правом берегу р. Дудергофка, к востоку от района исследований получили радиоуглеродную датировку 12150 ± 390 14С л. н. [МО_201] [5].

Целью наших исследований было установить генезис грунтовых клиньев с использованием комплекса палеокриологических, литологических и геофизических методов и реконструировать палеогеографические условия формирования клиновидных структур.

В 2014 году в расчистках борта карьера нами были найдены 3 клиновидные формы в песчано-галечных отложениях высотой более 3 м и шириной 1,5-2,0 по верху, заполненные разнотернистыми песками, гальками, супесями с органикой и светло-серой пылью. Одна из таких форм изображена на рис. 1.

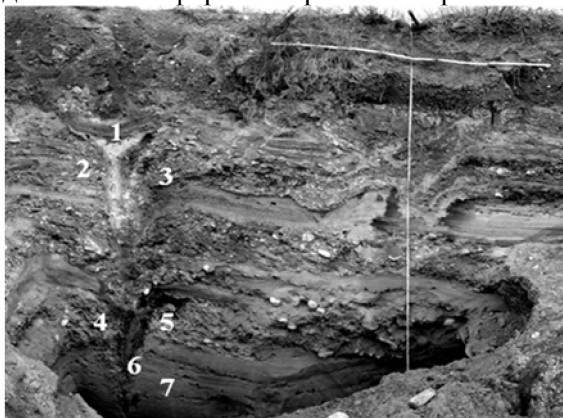


Рис.1

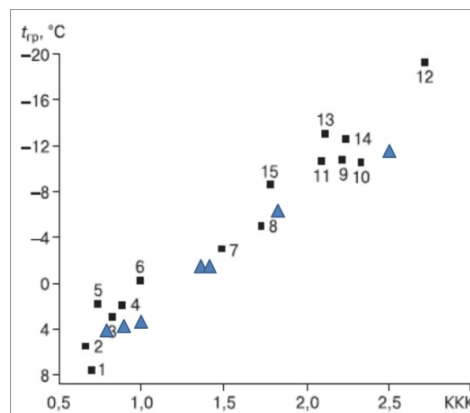


Рис.2

Рис.1. Клиновидная грунтовая форма и линзовидное вложение плохо сортированным материалом в 3 м к северу от клина. Цифрами указаны номера образцов.

Рис. 2. Связь коэффициента криогенной контрастности (ККК) и среднегодовой температуры поверхности грунтов ($t_{гр}$) в различных районах [1]. Черные квадраты: 1-5 – подзоли-

стые почвы (Белоруссии, Подмосковья, средней тайги); 6-8 (северной тайги и южной тундры Европейского Севера); 9-11 и 13-15 почвы и элювий районов Приморских низменностей; 12 – элювиально-солифлюкционные отложения (Памир, абс. высота 6200 м, край фирнового плато). Треугольниками показаны значения ККК, пород в районе Низино, Ленинградская область.

Расширенная часть клина, показанного на рис. 1, заполнена светло-серыми супесями, хорошо читающимися на фоне ярко желтых ожелезненных вмещающих песков и галечников. Средние и нижние части этого и двух других клиньев выполнены песками и галечниками, которые попали в полость из вмещающих отложений. Слои изгибаются вниз "в клинья". Крупные гальки, попавшие в полость, вертикально ориентированы и расположены на 0,05-0,15 м ниже галечных горизонтов, из которых они выпали. Клинья имеют узкое и клиновидное продолжение в слоистых песках, выполненное валунами. Геофизическими методами установлено, что клинья имеют значительную протяженность и, с большой вероятностью, образуют сетку в плане. Расстояние между соседними клиньями около 20-35 м. Рядом с более крупными клиньями на глубинах 1,5 м от поверхности встречаются вложения в виде карманов (рис.1) и более мелкие песчаные жилы, высотой 0,7 м и шириной в верхней части 0,5 м. Они заполнены серо-коричневым песком, хорошо сортированным, без видимой слоистости и включений галек. Концы песчаных жил входят в горизонтальный прослой гравелистого песка.

Одним из направлений исследований дисперсных пород является поиск закономерностей изменения минерального вещества в условиях многократного промерзания и протаивания. Из отложений заполняющих, вмещающих и перекрывающих клинья взяты образцы для определения гранулометрического состава и определения коэффициента криогенной контрастности (ККК) пород. ККК, отражающий изменения структуры пород под действием криогенеза, определяется как соотношение содержания зерен кварца к полевым шпатам во фракциях крупной пыли и тонкого песка [2]. Значения ККК больше единицы свидетельствует о криогенном преобразовании пород, и чем больше, тем в более холодных условиях. Одновременно, чем ниже температура пород, тем глубже проникают морозобойные трещины. Анализ образцов показал, что породы, вмещающие и заполняющие клинья, имеют значения ККК близкое или больше 1 (рис. 2). В особо суровых условиях формировались отложения, заполняющие верхние части клиньев и изначально песчаные жилы. Значения ККК из супесей 1 (см. номера и места отбора образцов на рис.1) составляет 2,56. Температуры, реконструируемые по ККК, соответствуют температурам пород в антарктических оазисах – -8°C (ККК – 1,6-1,8) [6]. Значения ККК, указывающие на активные процессы криогенеза в прошлом, получены по нескольким образцам ККК=1,48 (6); ККК=1,90 (4); ККК=1,02 (7); значения ККК близкие к 1 (0,79 и 0,87) характеризуют пески в месте отбора 3 и 5 (см. рис.1). Один образец показал значения ККК 0,35 (2). Значения ККК меньше 1 характерны для отложений, которые формировались вне воздействия криогенеза. Такие отклонения в нашем случае, объясняются активным преобразованием полевых шпатов в каолиниты при химическом или биологическом выветривании в верхних частях разреза уже после деградации мерзлоты в голоцене. На процесс биохимических преобразований указывает и повышенное содержание смектита (до 20%) в этих образцах.

Позднеплейстоценовый криогенный комплекс хорошо изучен на территории Польши, России, Германии и других Западноевропейских стран, его признаки сохранились в виде реликтовой полигональной морфоскульптуры, свойственной почти всем геоморфологическим уровням. Полигональные структуры рельефа сочетаются с клиновидными формами (псевдоморфозами по полигонально-жильным льдам (ПЖЛ), изначально грунтовыми и песчаными жилами), инволюциями и криотурбациями в реликтовом слое сезонного протаивания и промерзания. Сплошные многолетнемерзлые породы существовали между 28 тыс. л.н. и 18 т.л.н. в долинах рек и на низменностях к югу от 51 град. с.ш. на территории Польши и Северо-западной Украины [7]. Экспансия многолетней мерзлоты

наступила после относительно теплого брянского интервала (29-25 т.л.н.). Польские авторы отмечают усиление континентальности и суровости климата к концу последнего криохрона, широкое распространение изначально песчаных жил и золовых процессов. Такие явления и процессы характерны для районов распространения современной сплошной мерзлоты с низкими температурами пород Сибири. Псевдоморфозы могут наследовать от ПЖЛ три признака [4]: полигональное расположение в плане, клиновидные формы в поперечном разрезе, деформации вмещающих пород на контакте с жильными телами. При оттаивании псевдоморфозы могут приобрести дополнительные признаки: следы опускания вмещающих пород в сторону полости, следы обрушения в полость пород, перекрывающих ледяную жилу, пустоты на месте вытянутых жил.

Полигональное расположение жильных тел в плане – одно из свидетельств их морозобойного происхождения. Максимально известные вертикальные размеры псевдоморфоз по ПЖЛ в малоледистых отложениях 5-6 м. Так как ПЖЛ между параллельными жилами имеют расстояние от 3-4 м, а чаще от 6-8 до 20-40 м, то и расстояние между псевдоморфозами будут укладываться в эти пределы.

В Ленинградской области в районе Низино надежно реконструируются позднелейстоценовые многолетнемерзлые породы по палеокриогенным признакам. Положение клиньев в разрезе и контакты с вмещающими отложениями позволяют говорить о происхождении псевдоморфоз по оттаявшим ПЖЛ шириной 1,0-1,5 м по верху и высотой более 3,6 м. Предполагается сингенетическое промерзание песков и галечников в условиях прирусловой поймы или морского пляжа. Выявлены трещины СЗ направления с шагом примерно 35 м. Проведенный комплекс геофизических работ (сейсморазведка и георадарное профилирование) показал наличие аномалий, которые могут соответствовать трещинам иных направлений. Накопление песков и галечников, вмещающих псевдоморфозы по ПЖЛ, завершилось в условиях крайне сурового и сухого климата 11 - 13 т.л.н., на что указывают изначально песчаные жилы, найденные в верхней части разреза. Породы испытывали криогенное выветривание при своем накоплении.

Впервые установлено, что на широте г. Санкт-Петербург (59°57' с.ш.) в DR3 существовали многолетнемерзлые породы мощностью не менее 100 м с низкими среднегодовыми температурами пород (-6°-8°C).

Наше исследование не подтвердило распространение ледникового покрова или глубокого приледникового озера в районе Финского залива в последниково-ледниковое время. На наш взгляд, не подтверждается и сейсмическая природа клиновидных структур.

1. Конищев В.Н. Взаимосвязь состава и температуры криогенных почв и грунтов // Вестн. МГУ. Сер. 5. География, 1998, № 3, с. 9–14.
2. Конищев В.Н., Рогов В.В. Методы криолитологических исследований. М., Изд-во Моск. Ун-та, 1994, 135 с.
3. Никонов А.А., Русаков А.В. Уникальная находка раннеголоценовой погребенной почвы на южном побережье Финского залива: условия нахождения, залегание, возраст // Почвоведение. 2010. № 1. С. 1–12.
4. Романовский Н.Н. Формирование полигонально-жильных структур. Новосибирск: Наука, 1977. - 215 с.
5. Серебрянный Л.Р., Пуннинг Я.-М.К. Результаты палинологического и радиохронметрического исследования погребенного голоценового торфяника в районе Горелово-Койерово под Ленинградом. В кн.: Голоцен. М.: Наука, 1969, с.101-110.
6. Шмелев Д.Г. Роль криогенеза в формировании состава позднечетвертичных мерзлых отложений оазисов Антарктиды и Северо-востока Якутии // Криосфера Земли, 2015, т. XIX, №1, 41-57.
7. Zieliński, P., Sokołowski, R. J., Fedorowicz, S. & Zaleski, I.: Periglacial structures within fluvio-aeolian successions of the end of the Last Glaciation – examples from SE Poland and NW Ukraine. *Boreas* 2013, 10. 1111/bor.12052. ISSN 0300-9483.