

З. А. НЕРСЕОВА

## О ТАЯНИИ ЛЬДА В ГРУНТАХ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Представлено академиком В. А. Обручевым 12 V 1951)

В соответствии с принципом равновесного состояния воды в мерзлых грунтах Н. А. Цытовича «лед тает в порах мерзлых грунтов при всяком повышении отрицательной температуры» ((<sup>3</sup>), стр. 48). В литературе имеются данные, подтверждающие это положение, устанавливая факт частичного оттаивания мерзлых грунтов в области отрицательных температур (<sup>1</sup>, <sup>3</sup>, <sup>4</sup>). Но так как большинство экспериментальных данных было получено dilatометрическим методом, непригодным для исследования льдистости грунтов при их оттаивании, они дают в лучшем случае лишь качественную характеристику этого процесса, не отражая количественной стороны его.

Систематические исследования последнего пятилетия, проводившиеся в Центральной лаборатории Института мерзлотоведения АН СССР под руководством члена-корреспондента АН СССР Н. А. Цытовича, позволили установить основные закономерности в изменении фазового состава воды в грунтах как при замерзании, так и при оттаивании последних. В настоящей работе рассматриваются результаты исследования процесса оттаивания трех различных грунтов: кварцевого песка, покровного суглинка и юрской глины. Ранее нами был прослежен (<sup>2</sup>) характер изменения льдистости этих грунтов при их замерзании (при высоких значениях влажности). Как и в случае замерзания, изменение льдистости при оттаивании определяется степенью дисперсности грунта, его минералогическим и химическим составом и содержанием воднорастворимых солей.

Поскольку в области отрицательных температур оттаивает лишь та часть льда в грунте, которая замерзла при температуре ниже 0°, установить изменение льдистости при оттаивании можно более точно при влажности грунтов, не превышающей величины их влагоемкости. В табл. 1 приводятся данные определения льдистости песка, покровного суглинка и юрской глины\*.

Данные табл. 1 и рис. 1 не только подтверждают факт таяния льда в грунтах при отрицательных температурах, но, что более существенно, показывают характер изменения льдистости различных грунтов в процессе оттаивания. В песке, где вся вода находится в свободном состоянии, оттаивания в области отрицательных температур не наблюдается. Оттаивание покровного суглинка происходит преимущественно в области температур от -2 до 0°. В юрской глине таяние льда

\* Относительной льдистостью называется отношение веса льда к весу всей воды, содержащейся в грунте. Общая влажность  $W_{06}$  обозначает содержание воды в процентах от веса сырого грунта.

## Изменение льдистости при замерзании и оттаивании\*

Т-ра в °	Песок, $W_{об} = 11-12\%$		Суглинок, $W_{об} = 21-22\%$		Глина, $W_{об} = 30-31\%$	
	Относительная льдистость					
	замерз.	оттаив.	замерз.	оттаив.	замерз.	оттаив.
-0,3	0,94	0,97	0,19	0,42	0,0	0,0
-0,5, -0,6	0,95	0,97	0,31	0,48	0,0	0,12
-0,85, -1,0	0,97	0,99	0,43	0,55	0,0	0,21
-2,1	0,97	0,99	0,53	0,62	0,20	0,28
-3,0	—	—	0,55	0,63	0,30	0,37
-4,4, -4,5	0,97	1,0	0,56	—	0,33	—
-10,5	0,99	—	0,60	—	0,43	—
-15,2	1,0	1,0	0,66	0,70	0,49	0,52

\* Определение льдистости проведено О. Н. Коротковой калориметрическим методом, разработанным автором для исследования мерзлых грунтов.

в заметных количествах начинается уже при  $-3^\circ$ , а при  $-0,3^\circ$  она полностью оттаивает. Последнее в значительной степени обусловлено высоким содержанием в юрской глине воднорастворимых солей.

Плотный остаток водной вытяжки юрской глины составляет  $1,4\%$  по отношению к весу сухого грунта, в то время как для покровного суглинка и кварцевого песка плотный остаток водной вытяжки характеризуется, соответственно, величинами  $0,05$  и  $0,02\%$ .

Данные табл. 1 и кривые рис. 1 показывают, кроме того, что для суглинка и глины наблюдается гистерезис льдистости в цикле замерзания по сравнению с циклом оттаивания. Гистерезис имеет место и для количества незамерзшей воды, содержащейся в этих

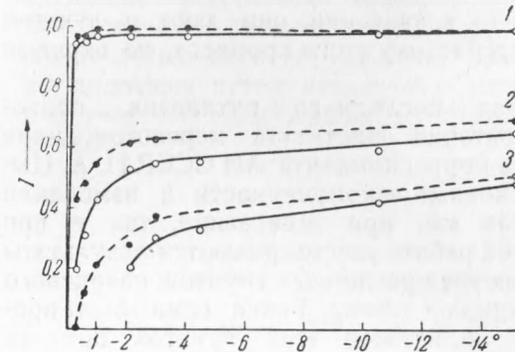


Рис. 1. Изменение льдистости при замерзании и оттаивании. 1 — песок,  $W_{об} = 11-12\%$ , 2 — суглинок,  $W_{об} = 21-22\%$ , 3 — глина,  $W_{об} = 30-31\%$ ; сплошные линии — замерзание, пунктирные — оттаивание

грунтах при их замерзании и оттаивании. Для песка, как и следовало ожидать, гистерезис льдистости отсутствует.

Аналогичные данные, устанавливающие частичное оттаивание льда в грунтах в области отрицательных температур, были нами получены также для грунтов естественного сложения.

Институт мерзлотоведения им. В. А. Обручева  
Академии наук СССР

Поступило  
30 IV 1951

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> М. Гольдштейн, Деформация земляного полотна и оснований сооружений при промерзании и оттаивании, 1948. <sup>2</sup> З. Нерсесова, ДАН, 75, № 6 (1950). <sup>3</sup> Н. Цытович, Изв. АН СССР, сер. геол., № 3 (1947). <sup>4</sup> E. Jung, Zs. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde, 24, N. 1/2 (1932).