FORECAST CHANGES IN MECHANICAL PROPERTIES OF FROZEN SALINE SOILS AT INCREASING TEMPERATURE

Roman L. T.¹, Kotov P. I.¹, Tsarapov M. N.¹, Green E.², Stanilovskaya Yu. V.²

¹ Geocryology Department, Lomonosov Moscow State University, Moscow, ltr@mail.ru

² Total E&P Russie, Moscow

The peculiarity of permafrost is the salt content. Salinity values varying from hundredth parts of percent related to dry soil mass to percent significantly influences all physical, chemical, and mechanical properties of frozen soils and ice. Increasing temperature leads to modification of soil properties (deformation, bearing capacity...). Therefore, an important task is to develop methods for forecasting changes in the properties (especially mechanical) of saline soils due to increasing temperature.

Data of physical and mechanical properties of various saline soils (salinization marine type – basically NaCl ionic composition) selected in the north of the European part of Russia, Western Siberia, the Yamal Peninsula have been gathered to obtain the necessary database. There were about 3000 samples with measured physical properties and 1200 - mechanical. As a result of our research, calculated frozen soil characteristic as a function of the salinity and temperature are obtained. Comparison of the data with a table of recommended values according to 25.13330.2012 SP [2] has shown that the obtained characteristics are generally lower than in the Standard [2] table, and in some cases more than two times lower.

More than 100 tests (uniaxial compression and shear test) on artificially prepared clay silt and sand samples with different water content and salinity at three different temperatures (-2 °C, -4°C, -6°C) were conducted to develop the model forecast. For each type of soil we determined the following properties: freezing point, unfrozen water, thermal and mechanical properties. The test results are a function of the temperature.

Analysis of the data allowed to obtain regression equations for predicting the strength properties depending on the temperature, salinity and ice content, and also to provide a prediction method using “normative” temperature (temperature of the soil divided by soil freezing point $-T/T_{bf}$); this reflects the total impact of all kinds of salts, and also takes into account the effect of the surface of particles and ice, forming a single pattern [1].

References

1. Roman, L.T. 2002. *Frozen Soil Mechanics*. Moscow: Nauka/Interperiodica, 426 pp.
2. SP 25 13330. 2012. *Basements in the Permafrost Soil*. Moscow: FCS, 52 pp.

ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕРЗЛЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТОВ ПРИ ПОВЫШЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Роман Л. Т.¹, Котов П. И.¹, Царапов М. Н.¹, Станиловская Ю. В.², Грин Э.²,
Бадец К.².

¹ *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
кафедра геокриологии, г. Москва, ltr@mail.ru;*

² *Тоталь Разведка Разработка Россия, научный центр, г. Москва,
yulia.stanilovskaya@total.com*

Характерной особенностью пород криолитозоны является содержание в их составе легкорастворимых солей. Даже незначительная засоленность, составляющая сотые доли процентов от массы породы в сухом состоянии, существенно влияет на все физические, химические и механические свойства мерзлых грунтов и льда. Повышение температуры грунтов приводит к понижению температуры начала замерзания грунтовой влаги, увеличению содержания незамерзшей воды и повышению деформируемости, уменьшению прочности, обуславливая снижение несущей способности мерзлых пород как оснований сооружений. Поэтому важной задачей является разработка методов прогноза изменения свойств засоленных грунтов (особенно механических) вследствие повышения температуры.

Для получения необходимых данных было проведено обобщение физических и механических свойств различных засоленных грунтов (морского типа засоления), отобранных на севере европейской части России, Западной Сибири, полуострове Ямал. Всего было обобщено около 3000 показателей физических свойств и 1200 механических. В результате получены их расчетные характеристики в зависимости от засоленности и температуры. Сравнение полученных данных с таблицами рекомендованных значений согласно СП 25.13330.2012 [2] показало, что полученные значения характеристик в основном меньше табличных, а в некоторых случаях более чем в 2 раза.

Для разработки модели прогноза изменения свойств засоленных грунтов было проведено более 100 опытов методом одноосного сжатия и среза по поверхности смерзания на искусственно приготовленных образцах глины, суглинка и песка, имеющих различную влажность и засоленность при трех различных температурах ($-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$). Для каждого грунта определялись физические свойства, температура начала замерзания, количество незамерзшей воды, теплофизические свойства. В результате испытаний получены зависимости изменения механических свойств от температуры.

Анализ всех данных позволил получить регрессионные уравнения для прогноза прочности в зависимости от температуры, льдистости и засоленности, а также предложен метод прогноза с использованием гомологической температуры

Melnikov Permafrost Institute SB RAS

**XI INTERNATIONAL SYMPOSIUM
ON PERMAFROST ENGINEERING**

Book of Abstracts

Magadan (Russia), 5-8 September 2017

Edited by R. V. Zhang

Yakutsk
Melnikov Permafrost Institute SB RAS Press
2017

УДК 624.139
ББК 38.79
M34

XI International Symposium on Permafrost Engineering. Book of
Abstracts. – Yakutsk: Melnikov Permafrost Institute SB RAS Press. – 2017. –
M34 380 pp.

This volume contains abstracts submitted to the XI International Symposium on Permafrost Engineering. The Symposium aims to discuss recent advancements in priority areas of frozen ground engineering research. The abstracts are published as received from the authors.

Editorial Committee: D. M. Shesternev, G.P . Kuzmin, A. V. Omelyanenko,
O. I. Alekseeva

Reviewers:

V. N. Makarov, Dr. Geol. & Miner.

V. N. Efremov, Dr. Eng.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова
Сибирского отделения РАН

**МАТЕРИАЛЫ
XI МЕЖДУНАРОДНОГО
СИМПОЗИУМА
ПО ПРОБЛЕМАМ ИНЖЕНЕРНОГО
МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЯ**

Тезисы докладов

г. Магадан (Россия), 5 – 8 сентября 2017 г.

Ответственный редактор
доктор технических наук Р. В. Чжан

Якутск
Издательство ФГБУН Института мерзлотоведения
им. П. И. Мельникова СО РАН
2017

УДК 624.139
ББК 38.79
М34

М34 Материалы XI Международного симпозиума по проблемам инженерного мерзлотоведения, г. Магадан (Россия), 5 – 8 сентября 2017 г. : тезисы докладов / отв. ред. Р. В. Чжан ; [ред. коллегия: Д. М. Шестернёв, Г. П. Кузьмин, А. В. Омеляненко, О. И. Алексеева] ; Сибирское отделение РАН, ФГБУН Ин-т мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН. – Якутск : Издательство ФГБУН Ин-та мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН. – 2017. – 380 с.

Сборник включает тезисы докладов, представленных на XI Международном симпозиуме по проблемам инженерного мерзлотоведения. Симпозиум посвящен обсуждению новых результатов по приоритетным проблемам в области инженерного мерзлотоведения, полученных за последние годы. Тексты тезисов публикуются в соответствии с авторскими оригиналами.

Редакционная коллегия:

Д. М. Шестернёв, Г. П. Кузьмин, А. В. Омеляненко, О. И. Алексеева

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук В. Н. Макаров,
доктор технических наук В. Н. Ефремов

ISBN 978-5-93254-173-9

© ФГБУН Институт мерзлотоведения
им. П. И. Мельникова СО РАН, 2017

Материалы XI Международного симпозиума
по проблемам инженерного мерзотоведения

г. Магадан (Россия), 5 – 8 сентября 2017 г.

Тезисы докладов

Утверждено к печати ученым советом
ФГБУН Института мерзотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН.

Редактор Н. А. Устюжина.
Компьютерная верстка – А. А. Федорова.

Подписано в печать 21.08.2017.
Формат 70×108 1/16. Уч.-изд. л. 32,7. Тираж 300 экз. Заказ № 29.

Издательство и типография ФГБУН Института мерзотоведения
им. П. И. Мельникова СО РАН.
677010, г. Якутск, ул. Мерзлотная, д. 36, ИМЗ СО РАН.