

Преимущества использования индекса компрессии для оценки сжимаемости глинистых грунтов



Одним из основных преимуществ индекса компрессии является простота его определения и возможность построения основных закономерностей его изменения в зависимости от физических свойств. Поскольку эта характеристика определяет наклон линии нормального уплотнения, то ее получение имеет важное верификационное значение для определения величины давления переуплотнения. Приведенные в статье результаты исследований указывают на необходимость внесения в отечественные стандарты понятий линии нормального уплотнения и индекса компрессии.

Васенин Владислав Анатольевич

Главный специалист по геотехнике ООО «ПИ Геореконструкция», к.т.н., член Российского общества по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению, член Международной ассоциации геотехников ISSMGE

Одним из основных преимуществ индекса компрессии является простота его определения и возможность построения основных закономерностей его изменения в зависимости от физических свойств. Эта широко известная характеристика сжимаемости определяет положение наклона линии нормального уплотнения. Таким образом, она является достаточно универсальной. Ряд исследователей, в связи с этим, предлагали универсальные аппроксимационные зависимости для эмпирических оценок этой характеристики

сжимаемости. Здесь стоит выделить работы 1980, 1983 гг., выполненные Rendon Herrero [5,6].

Поскольку эта характеристика определяет наклон линии нормального уплотнения, то ее получение имеет важное верификационное значение для определения величины давления переуплотнения. Если положение линии нормального уплотнения определено неверно вследствие нарушения природной структуры грунтового массива [1], то и величина давления переуплотнения будет определена неверно.

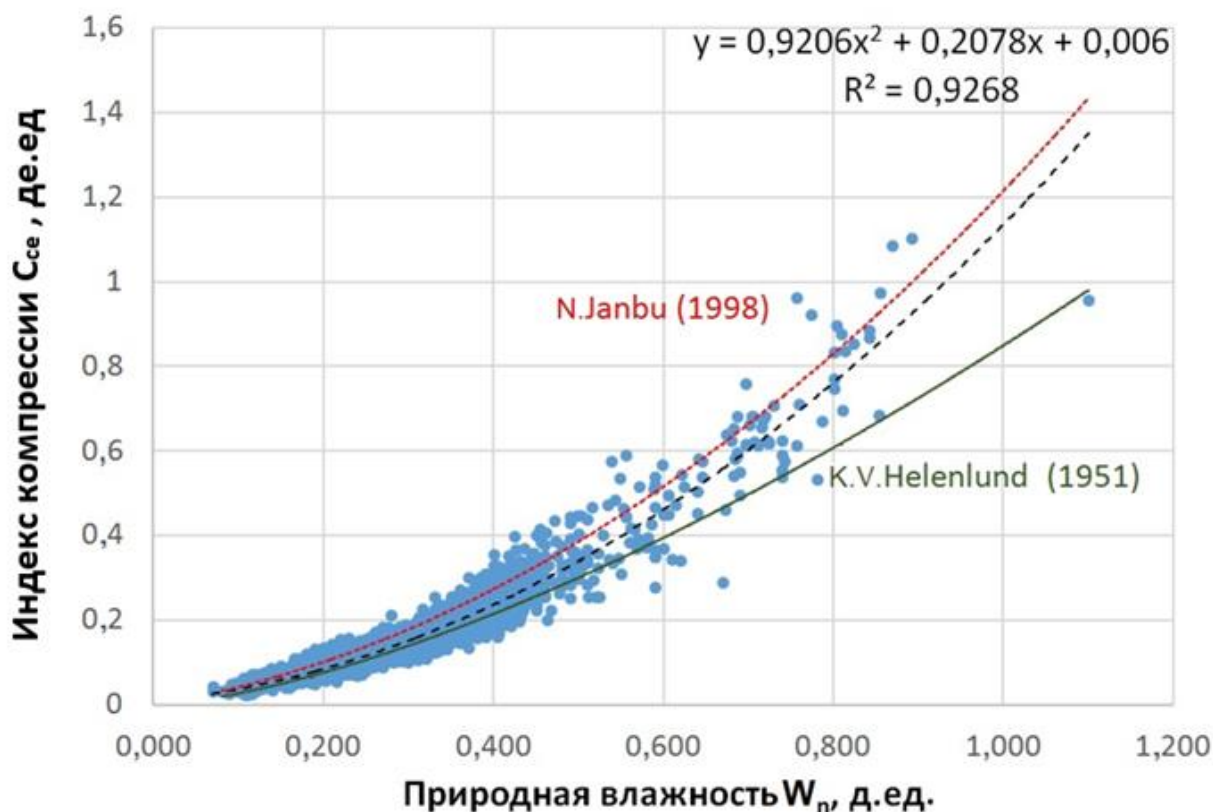


Рис. 1. Зависимость индекса компресии от природной влажности по результатам обработки компрессионных испытаний четвертичных отложений. На графике показаны аппроксимации N. Janbu (1998) – красным цветом и K.V. Helenlund (1951) - зеленым цветом [2,4,7]

Рассмотрим результаты статистических оценок распределения индекса компресии в зависимости от физических свойств дочетвертичных и четвертичных отложений Санкт-Петербурга на основе единых закономерностей компрессионной сжимаемости. Общие зависимости индекса компресии от физических свойств связных глинистых грунтов (в широких диапазонах их изменения) носят нелинейный характер.

Основной целью исследования являлась проверка предположения о том, что четвертичные отложения в инженерно-геологическом разрезе г. Санкт-Петербурга имеют терригенный характер (являются продуктами деструкции Балтийского кристаллического щита), сформировались в едином седиментационном бассейне, что и северные скандинавские страны (и имеют сходный характер сжимаемости).

Результаты статистических оценок характера распределения индексов компресии в зависимости от основных физических свойств имеют практически аналогичные

зависимости, что и в скандинавских северных странах (Норвегия, Швеция, Финляндия) [2,3,4,7]. Выявленные различия в аппроксимационных зависимостях индекса, по-видимому, обусловлены недостаточным качеством лабораторных испытаний и связаны с недооценкой сжимаемости образцов глинистых грунтов вследствие нарушения природной структуры в процессе отбора и транспортировки.

Сходные зависимости компрессионных характеристик для глинистых отложений Санкт-Петербурга и скандинавских стран (Швеция, Норвегия, Финляндия) позволяют сделать предположение о сходных зависимостях параметров ползучести и консолидации. Не менее важными являются зависимости недренированной прочности, эффективных прочностных параметров от основных физических характеристик, а также опыт обработки полевых испытаний (статическое зондирование, дилатометрические испытания и др.).

Поскольку все глинистые породы так или иначе имеют субаквальное происхождение, а минеральный состав глинистого осадка в различных точках земного шара может не так значительно отличаться (большинство глинистых минералов – гидрослюды, иллиты), это позволяет выполнять сравнительный анализ механических свойств. На рисунке 2 приведено сравнение двух баз данных результатов компрессионной сжимаемости морских отложений на площадках вдоль морского побережья Южной Кореи и Санкт-Петербурга. Результаты сравнения показывают достаточно близкие общие тренды сжимаемости при близком характере распределения физических свойств.

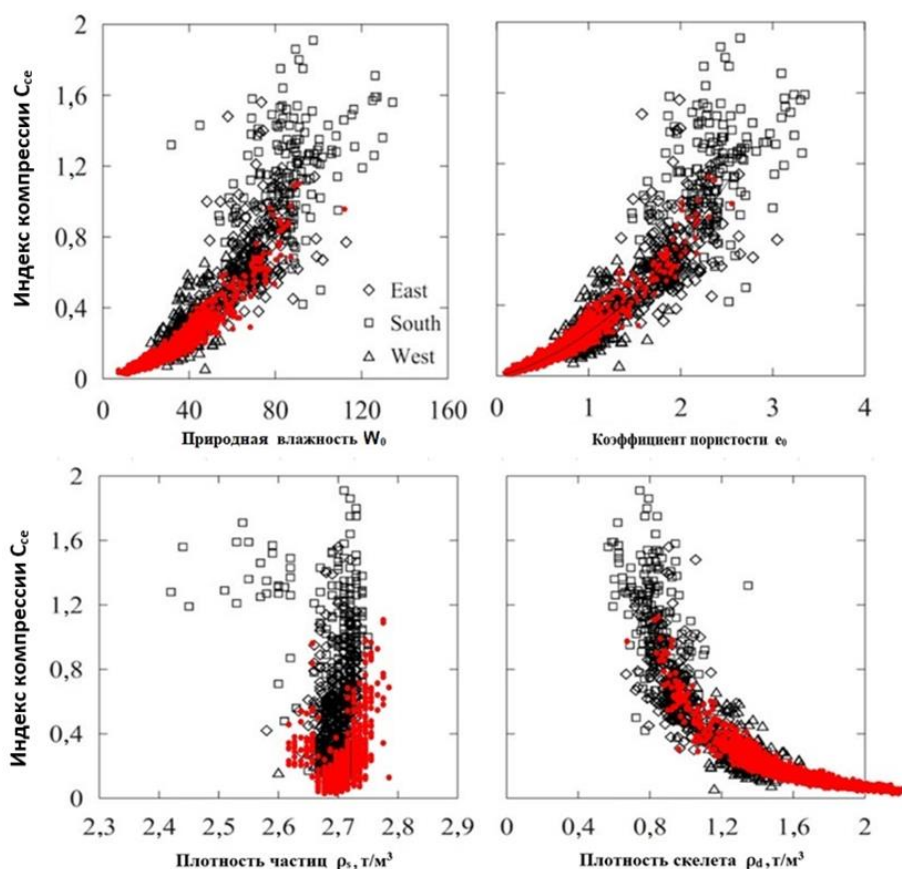


Рис. 2. Сравнение изменения индекса компрессии в зависимости от (слева-направо): влажности, коэффициента пористости, плотности частиц скелета, плотности сухого грунта для морских отложений, слагающих южное, восточное, западное побережья Южной Кореи 1200 испытаний [3, 8, 9] и Санкт-Петербурга (2850 испытаний - настоящее исследование)

Приведенные результаты исследований указывают на необходимость внесения в отечественные стандарты понятий линии нормального уплотнения и индекса компрессии (подробнее читайте [здесь](#)). Достаточно распространенной в последнее время тенденцией является создание региональных баз данных компрессионной сжимаемости. Однако, такие работы до сих пор не получили развитие в России. Приведенные результаты исследований для Санкт-Петербурга наглядно демонстрируют перспективность таких работ.

Список литературы

1. Васенин В.А., 2018. Статистическая оценка параметров нарушения природной структуры лабораторных образцов глинистых отложений при инженерно-геологических изысканиях на территории Санкт-Петербурга и окрестностей. Инженерная геология, Том XIII, № 6, с. 48-65, <https://doi.org/10.25296/1993-5056-2018-13-6-48-65>.
2. Васенин В.А., 2019. Компрессионная сжимаемость глинистых грунтов Санкт-Петербурга. Часть 2. Сопоставление корреляционных зависимостей для Балтийского региона. Геотехника, Том XI, № 1, с. 6–21, <https://doi.org/10.25296/2221-5514-2019-11-1-6-21>.
3. Васенин В.А., 2019. Компрессионная сжимаемость глинистых грунтов Санкт-Петербурга. Часть 2. Сопоставление корреляционных зависимостей для Балтийского региона. Геотехника, Том XI, № 1, с. 6-21, <https://doi.org/10.25296/2221-5514-2019-11-1-6-21>.
4. Helenelund K.V., 1954. Settlement observations in Finland. Proceedings 3rd International Conference soil mechanics and foundation engineering. Sect. 4, pp. 371-376.
5. Herrero O.R., 1980. Universal Compression Index Equation. Journal of the Geotechnical Engineering Division, Vol. 106, No. 11, pp. 1179–1200.
6. Herrero O.R., 1983. Universal Compression Index Equation. Journal of Geotechnical Engineering Division, Vol. 109, No. 5, pp.755-761.
7. Janbu N., 1998. Sediment deformations. Norwegian University of Science and Technology, Department of Geotechnical Engineering, Trondheim, Bul. 35.
8. Yan W.M., Yuen K.V., Yoon G.L., 2009. Bayesian Probabilistic Approach for the Correlations of Compression Index for Marine Clays. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Dec. 2009, p. 1932-1940.
9. Yoon G.L., Kim D., Das S., Samui P., 2011. Determination of Compression Index for Marine Clay: A Least Square Support Vector Machine Approach. International Journal Advance Soft Computational Application, Vol. 3, No. 1, pp. 45-53.