

FROST.СВАЯ – ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОГО РАСЧЕТА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ ПО СП 24.13330.2011 И СП 25.13330.2020

И.Н. Дембовский, Г.В. Грибовский, В.В. Гордийчук
ООО «НТЦ «Симмэйкерс»
info@simmakers.ru

В работе представлены основные особенности программного модуля Frost.Свая, входящего в состав программного комплекса Frost 3D. Модуль Frost.Свая предназначен для автоматизированного расчета несущей способности свай согласно требованиям СП 25.13330.2020 и СП 24.13330.2011 для всей проектируемой площадки, во все необходимые периоды эксплуатации, исходя из данных о температурном режиме грунтов по результатам расчета во Frost3D.

При возведении и эксплуатации инженерных сооружений в районах распространения многолетнемёрзлых грунтов (ММГ) широко используются свайные фундаменты. В процессе их проектирования необходимо производить прогнозный теплотехнический расчёт основания фундаментов и, по его результатам, расчёт несущей способности свай [1–3]. Оценка несущей способности свай производится в зависимости от принципа проектирования. При проектировании по I принципу расчет несущей способности свай производится в соответствии с требованиями, описанными в СП 25.13330.2020 (далее СП 25) [1]. При проектировании по II принципу несущая способность свай рассчитывается в соответствии с требованиями, описанными в СП 24.13330.2011 (далее СП 24) [4]. В случаях, когда сезонно-активный слой не сливается с ММГ и между ними образуется талый слой грунта, согласно примечанию 2 пункта 7.2.2 в СП 25, расчет несущей способности сваи в данном участке возможен согласно требованиям СП 24.

В настоящее время реализован прототип программного компонента Frost.Свая, входящего в состав программного комплекса Frost 3D [5], предназначенного для расчета сваи как согласно СП 25 или СП 24, так и по комбинированной методике согласно двум сводам правил. Данный модуль позволяет автоматизировать расчёт несущей способности всех свай для всей проектируемой площадки во все необходимые периоды эксплуатации с учетом изменения температурного режима грунтов по данным расчета во Frost3D.

Алгоритм расчета несущей способности свай во Frost 3D можно разделить на три основных этапа:

1. подготовка расчетной модели и теплотехнический расчет во Frost 3D;
2. открытие расчета Frost 3D во Frost.Свая, задание пользователем данных для расчета несущей способности свай;
3. расчет несущей способности свай во Frost.Свая.

Кроме непосредственно расчёта несущей способности сваи на ММГ по двум сводам правил Frost.Свая также производит:

- автоматическое определение геологического строения и температурного режима у сваи по данным расчета Frost 3D;
- расчёт температурного коэффициента согласно приложению П СП 25;
- расчёт сопротивлений грунтов по таблицам приложения П СП 25 и главы 7 СП 24;
- расчёт негативного трения на боковой поверхности сваи согласно требованиям СП 24;
- расчет собственного веса сваи;
- расчет коэффициента использования сваи.

Параметры, которые не содержатся в импортируемом во Frost.Свая проекте и которые необходимо ввести пользователю, содержатся в базе данных проекта и разделены на несколько групп:

- свойства грунтов – данные о классификации грунтов согласно таблицам СП 25 и СП 24 для определения сопротивлений грунтов по боковой поверхности сваи и давлений под подошвой сваи;
- параметры сваи – информация о производственных особенностях сваи, таких как геометрические параметры и тип исполнения;
- параметры сооружения – данные о типе сооружения и его геометрических особенностях, некоторые дополнительные климатические данные, которые потребуются, например, при расчете температурного коэффициента;
- сопротивления грунтов у сваи – зависимость сопротивлений грунтов по боковой поверхности сваи и зависимость давления под подошвой сваи от глубины или от температуры. В случае отсутствия этих сведений параметры могут быть определены по СП 25 или СП 24.

После расположения свай на расчетной области и присвоения им соответствующих параметров из базы данных пользователю необходимо выбрать итерации расчета Frost 3D, для которых будет произведено вычисление несущей способности свай, и запустить расчет несущей способности. Благодаря импорту во Frost.Свая всех итераций теплотехнического расчета Frost 3D несущую способность свай можно получить сразу во все интересующие моменты времени с учетом изменения температурного режима у сваи и температурного коэффициента.

Кроме вывода результатов в численной форме, в том числе в виде таблиц с прочностными свойствами грунта по слоям, для упрощения анализа результатов доступна визуализация путем цветовой маркировки свай в соответствии с пользовательской цветовой шкалой по данным несущей способности или коэффициента использования.

Интеграция программного модуля Frost.Свая в программный комплекс Frost 3D позволяет упростить и автоматизировать расчеты несущей способности свай на ММГ. За счет концентрации в рамках одного ПО всех этапов расчета – от теплотехнического прогноза до получения несущих способностей – значительно снизятся временные потери на задание и перенос данных. Такая интеграция будет особенно актуальна при расчетах большого количества свай в рамках одной площадки проектирования, а также при необходимости рассчитать несущую способность свай в различные временные периоды эксплуатации сооружения с учетом изменения температурного режима и температурного коэффициента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88. – Москва: Минрегионразвития, 2013. – 140 с.
2. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Ч. IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов. – Москва: Госстрой РФ, 1999. – 25 с.
3. Горелик Я.Б., Паздерин Д.С. Корректность постановки решения задач по прогнозу динамики температурных полей в основании сооружений на многолетнемерзлых грунтах // Криосфера Земли – 2017. – Т. 21. – № 3. – С. 49-59.
4. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Москва: Минрегионразвития, 2011. – 86 с.
5. Программный комплекс для тепловых расчетов грунтов FROST 3D // Электронный ресурс. URL: <http://www.frost3d.ru>.