УДК 624.131.524.4

д.т.н., проф. Должиков П. Н.,
асп. Збицкая В. В.
(ДонГТУ, Алчевск, Украина)

О НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВАРИЙНЫХ ЗДАНИЙ

В данной работе рассмотрены способы определения несущей способности буроинъекционных свай, обоснована необходимость в пересмотре формулы для расчета несущей способности буроинъекционных свай.

Ключевые слова: буроинъекционная свая, несущая способность, коэффициент постели, лабораторные испытания, натурные испытания.

На сегодняшний день по данным Государственной Службы Статистики Украины жилищный фонд страны составляет свыше 1094,2 млн. м^2. Однако в связи с недостаточным финансированием капитального ремонта жилищного фонда ухудшилось техническое состояние жилья [1, 2]. На сегодняшний день каждый третий дом в стране нуждается в капитальном или текущем ремонте. В Украине на начало 2013 года в эксплуатации находилось 4,9 млн. м^2 ветхого и аварийного жилищного фонда, в котором проживает 117,5 тыс. человек. И это только официально, в действительности ветхих и аварийных домов больше.

Опыт расследования причин аварий зданий и сооружений показывает, что одной из основных причин является потеря несущей способности основания фундаментов в результате техногенного воздействия.

Для повышения прочности основания эксплуатируемых зданий и сооружений и предотвращения развития в их конструкциях деформаций аварийного характера, а также для работ по реконструкции существующих фундаментов и их оснований, широко применяют различные методы закрепления [3]. Практика показывает, что сегодня одним из перспективных направлений является применение буроинъекционных свай. Например, были выполнены работы по сооружению буроинъекционных свай с целью усиления несущей способности грунтов в основании фундамента здания Луганской городской больницы №7, а так же в основании фундамента жилого дома № 29 по ул. Шевченко г. Луганска. Поэтому, целью данной работы является анализ способов определения несущей способности буроинъекционных свай.

Сущность технологического процесса постановки буроинъекционной сваи заключается в напорной инъекции цементного раствора и формировании в грунте разнонаправленных каналов гидроразрыва.

Модель буроинъекционной сваи приведена на рисунке 1.

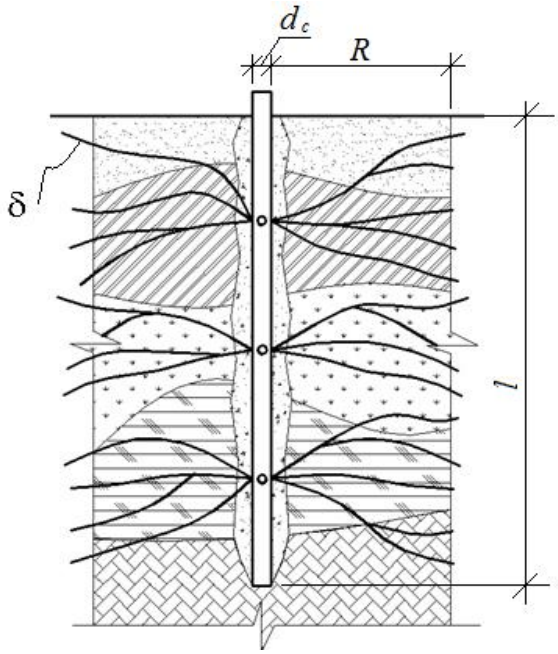

Рисунок 1 – Модель буроинъекционной сваи:
d_c – диаметр инъекционной трубы; l – длина рабочей части трубы;
R – радиус трещин гидроразрыва; δ – раскрытие трещин гидроразрыва

В конструктивном отношении (рисунок 2) буроинъекционные сваи представляют собой металлические перфорированные трубы. Чаще всего используются буроинъекционные сваи диаметром до 0,4 м и длиной 12-15 м. Сваи выполняются с цементными инъекционными уширениями с шагом 1 м. Уширения выполняются за счет нагнетания цементного раствора в специально выполненную перфорацию в трубах под давлением 0,6-0,8 МПа. Растворная часть сваи заполняет все неровности и поры грунтового основания, дополнительно укрепляя грунт вокруг тела сваи.

Технологическая схема приготовления и нагнетания растворов приведена на рисунке 3.

Была разработана методика проведения лабораторного эксперимента по исследованию несущей способности буроинъекционной сваи на модели. Проведенные испытания позволили сделать вывод, что несущая способность сваи нелинейно зависит от коэффициента постели цементного раствора. При увеличении коэффициента постели цементного раствора с 0,122 до 0,212 и 0,383 несущая способность сваи увеличивается в 2,2 и 6,6 раза соответственно.

Кроме лабораторных были проведены натурные испытания несущей способности буроинъекционной сваи на вдавливающую нагрузку. Для проведения испытаний на вертикальную нагрузку было разработано и собрано специальное приспособление, состоящее из трех ферм. На оголовок

испытываемой сваи по оси устанавливали два гидродомкрата, которые одним торцом упирались в испытываемую сваю, а другим в ферму, которая передавала выдергивающую нагрузку на две опорные. Расчетная несущая способность грузовой рамы составила 3000 кН. Рабочее давление в домкрате создавали ручной насосной станцией НСР-400, оборудованной образцовым манометром, позволяющим измерить давление до 60 МПа.

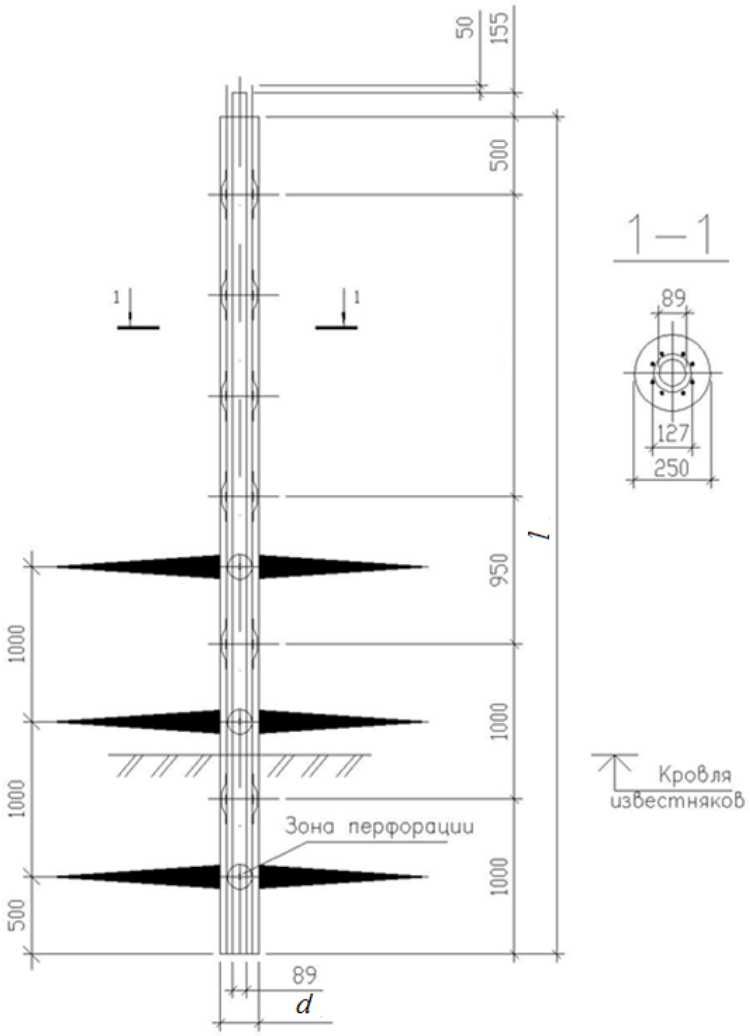

Рисунок 2 – Пример конструкции буроинъекционной сваи

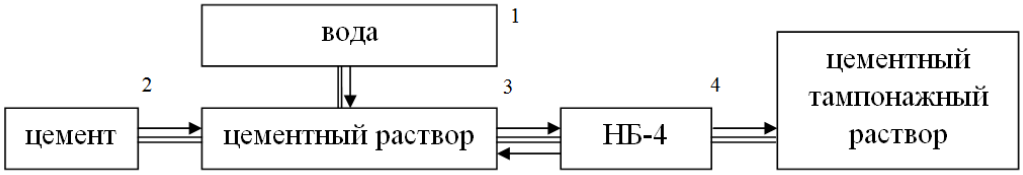

Рисунок 3 – Технологическая схема приготовления и нагнетания цементного тампонажного раствора:
1 – емкость с водой; 2 – сухой цемент; 3 – накопитель цементного раствора; 4 – насос для подачи раствора

В процессе испытания контролировали перемещения испытываемой сваи и двух анкерных свай. Для измерения перемещений оголовков свай применили прогибомеры 6 ПАО-ЛИСИ с ценой деления шкалы 0,01 мм. На каждую сваю устанавливали по два прогибомера.

При испытаниях нагрузку прикладывали ступенями. Величина ступени нагружения составляла 300-400 кН. На каждой ступени нагружения проводили выдержку при постоянной нагрузке до стабилизации деформаций, но не менее 60 минут. Отсчеты по прогибомерам считывали сразу после приложения нагрузки и последовательно через каждые 15 минут выдержки. Расхождения в показаниях парных приборов не превышали 0,1 мм. Перед каждым снятием отсчета испытательную нагрузку корректировали до величины, соответствующей уровню ступени.

В процессе испытаний контролировали усилие в домкрате по манометру и перемещения испытываемой и анкерных свай относительно поверхности грунта по двум прогибомерам. Результаты испытания представлены на рисунках 4-5.

Практически на всех этапах нагружения зависимость нагрузка-перемещение для свай, испытание которых происходило вдавливающей нагрузкой, носит линейный характер. Стабилизация перемещений при испытаниях происходила в течение первых 15-30 минут после приложения нагрузки. В последующий период наблюдения перемещения не превышали 0,03-0,04 мм. Это свидетельствует об упругом характере работы грунта. При увеличении испытательной нагрузки время стабилизации перемещений на каждом этапе практически оставалось неизменным.

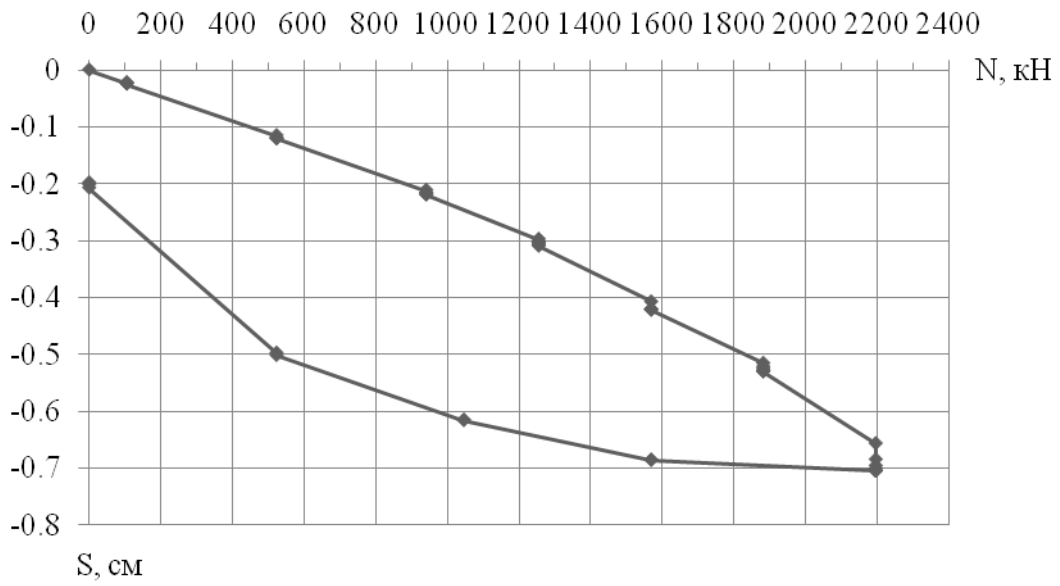

Рисунок 4 – Зависимость осадки сваи от вдавливающей нагрузки

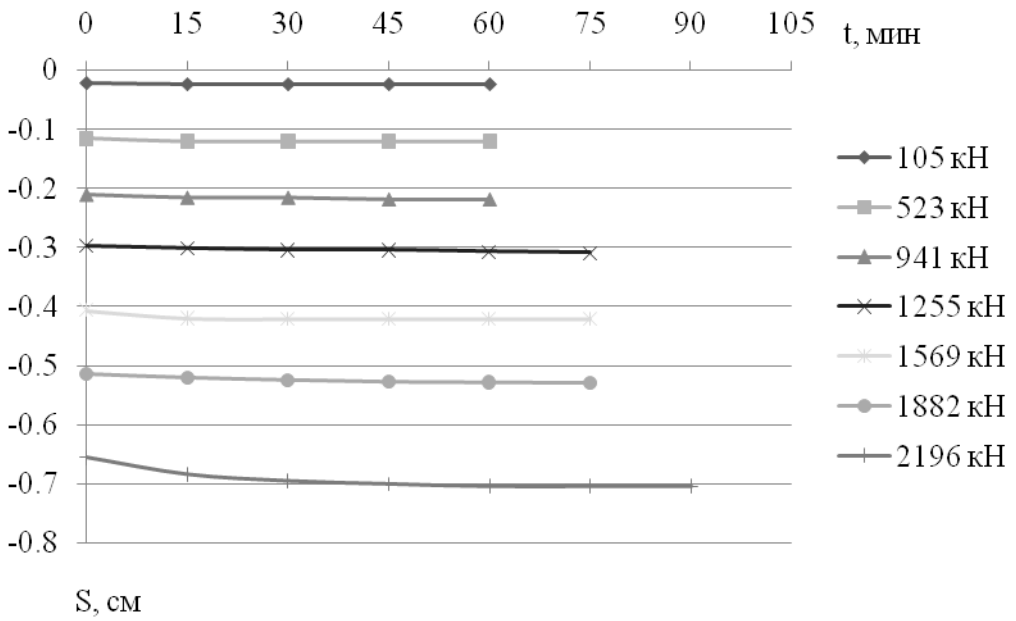

Рисунок 5 – Зависимость нарастания осадки сваи от времени

При испытаниях на центральное вдавливание потери несущей способности сваями и грунтовым основанием не произошло. Была достигнута испытательная нагрузка 2196 кН.

В соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» одиночную сваю в составе фундамента и вне его по несущей способности грунтов основания следует рассчитывать исходя из условия:

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k}, \qquad (1)$$

где N – нагрузка, передаваемая на сваю, кН;

F_d – несущая способность сваи, кН;

γ_k – коэффициент надежности в случае определения предельной нагрузки по результатам испытаний принимается равным 1,2.

Таким образом, допустимая нагрузка на сваю составляет 1830 кН.

Рассчитав несущую способность сваи, работающей на сжимаемую нагрузку, как сумму сил расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и ее боковой поверхности по известной формуле, получаем, что она равна 400 кН. Это в 4-4,5 раза меньше, чем значение полученное при натурных испытаниях буроинъекционных сваи. Следовательно, необходимо пересмотреть формулу для расчета несущей способности буроинъекционной сваи, т. к. существующая не учитывает наличие цементных уширений.

Выводы. 1. Проведенные лабораторные исследования позволили установить, что несущая способность сваи нелинейно зависит от коэффициента постели цементного раствора. При увеличении коэффициента постели цементного раствора с 0,122 до 0,212 и 0,383 несущая способность сваи увеличивается в 2,2 и 6,6 раза соответственно.

2. При натурных испытаниях на центральное вдавливание потери несущей способности сваями и грунтовым основанием не произошло. Установлено, что нагрузка на сваю не должна превышать 1830 кН, а существующая формула для расчета несущей способности буроинъекционных свай дает заниженные значения в 4-4,5 раза. В связи с этим необходимо усовершенствовать формулу, т. к. она не учитывает наличие цементных уширений.

Библиографический список:

1. Кичко І. І. Методичні питання забезпечення потреби в житлі // Формування ринкових відносин в Україні. – 2012. – № 4 – С. 92-100.

2. Ніколаєва Т. Н. Резерви здешевлення житла та механізми відтворення житлового фонду в умовах обмеженої платоспроможності громадян // Формування ринкових відносин в Україні. – 2012. – №7 – С. 109-114.

3. Швец В. Б. Усиление и реконструкция фундаментов / В. Б. Швец, В. И. Феклин, Л. К. Гинзбург. – М.: Стройиздат, 1985. – 204 с.

д.т.н., проф. Должиков П. М.,
асп. Збицька В. В.
ДонДТУ, Алчевськ, Україна

ПРО НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ БУРО'ІНЄКЦІЙНИХ ПАЛЬ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ АВАРІЙНИХ БУДІВЕЛЬ

У даній роботі розглянуті способи визначення несучої здатності буроін'єкційних паль, обґрунтована необхідність у перегляді формули для розрахунку несучою здатності буроін'єкційних паль.

Ключові слова: буроін'єкційна паля, несуча здатність, коефіцієнт постелі, лабораторні випробування, натурні випробування..

DolzhikovP. N.,
ZbitskayaV. V.
DonSTU, Alchevsk, Ukraine

ABOUT BEARING CAPACITY OF THE ROOT PILES AT RECONSTRUCTION OF EMERGENCY BUILDING

This paper discusses how to determine the bearing capacity of the root piles, the necessity to revise the formula for the calculation of the load bearing capacity of root piles.

Key words: root pile, load bearing capacity, coefficient of subgrade, laboratory experiment, field experiment.