

листы смогут значительно повысить долговечность конструкций, уменьшить затраты на ремонт и восстановление, а также гарантировать безопасный и комфортный быт людям.

Список литературы

- 1 Андреев, С. Е. Экологичные строительные материалы будущего / С. Е. Андреев, Н. Ю. Иванова // Строительная наука и техника. – 2024. – № 2. – С. 15–22.
- 2 Морозова, Е. В. Строительные материалы будущего / Е. В. Морозова, А. Н. Петров // Журнал строительной индустрии. – 2022. – № 1. – С. 8–15.
- 3 Подлесная, Я. Ю. Обзор инновационных архитектурных решений и материалов / Я. Ю. Подлесная // Альманах архитектора. – 2022. – № 4. – С. 57–62.
- 4 Тихонова О. М. Новые технологии строительства и качество жилой застройки / О. М. Тихонова // Вестник Академии наук Беларуси. Серия «Архитектура и градостроительство». – 2023. – № 4. – С. 21–29.

УДК 625.8

КОЛЕБАНИЯ СВАИ ПРИ ВНЕЗАПНОЙ ОСАДКЕ ЧАСТИ ОСНОВАНИЯ

А. А. ПОДДУБНЫЙ, Е. Е. КИЛЬЧЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сваи, являющиеся специализированными стержневыми элементами, играют критически важную роль в современном строительстве. Они служат для передачи нагрузки от зданий и сооружений через рыхлый и слабый слой почвы к более плотным и крепким глубоким слоям, тем самым обеспечивая устойчивость и надёжность различных конструкций. На сегодня сваи находят широкое применение практически повсеместно и в огромных количествах, что обусловлено их уникальными свойствами и способностью справляться с различными нагрузками в самых разных условиях.

Следует отметить, что свойства упругого основания, куда полностью или частично погружается свая, сильно влияют на динамику и стабильность конструкции. Это обусловлено тем, что сваи могут подвергаться значительным внешним воздействиям. Взаимодействие свай с основанием отражается в дифференциальных уравнениях изгиба свай. В этом уравнении добавляется реакция основания в качестве дополнительной нагрузки, что, в свою очередь, обуславливает необходимость детального исследования данного аспекта.

На текущий момент в научной литературе накоплено множество работ, глубоко исследующих проблемы взаимодействия свай и поддерживающих их оснований. В рамках этих научных работ проводятся обширные эксперименты и моделирования, направленные на изучение таких ключевых вопросов, как прочность, динамика и устойчивость элементов системы «свая – основание». Среди представленных в исследовательских трудах моделей оснований, модель Винклера [1] заслуживает особого внимания, так как она является наиболее простой с точки зрения вычислительных методик и достаточно эффективной в применении. Однако это не единственный подход, который активно рассматривается научным сообществом. Также существует ряд других моделей оснований, включающих многопараметрические, нелинейные и неоднородные, которые, безусловно, расширяют горизонты исследования.

Что касается самих свай, то их моделирование может осуществляться с использованием различных методов, включая модели стержней Эйлера – Бернулли, Тимошенко, ступенчатые конструкции и конструкции с переменной изгибной жёсткостью. В рамках научных работ также рассматриваются многочисленные силы, формирующие напряжённо-деформированное состояние свай, включая функциональные и тангенциальные силы, а также моменты. Кроме того, в ряде работ детально изучается влияние граничных условий и глубины погружения свай, принимается во внимание многослойность основания, что, безусловно, имеет большое значение для полноты понимания процессов.

Важно отметить, что, помимо аналитических методов, которые обычно используются для решения задач динамики и устойчивости, учёные также активно применяют методы конечных элементов, методы конечных разностей, итерационные подходы, а также методы начальных параметров. Вопросы оптимизации устойчивости стержней на упругих основаниях также находят своё место в рамках данного направления исследований, что подчеркивает его многогранность.

Основная масса теоретических и экспериментальных работ, сосредоточенных на данной теме, имеет своей целью установление прямых зависимостей предельных напряжений и деформаций, критических сил, частот и форм собственных и вынужденных колебаний свай от изменяющихся па-

раметров системы «свая – основание». К числу таких параметров можно отнести размеры и форму поперечного сечения сваи, характеристики материалов, использованных в конструкции сваи и в основании, а также условия закрепления сваи.

Из более глубокого анализа современной научной литературы можно сделать вывод о настоятельной необходимости разработки методики, касающейся моделирования состояния системы «свая – основание», которое возникает в процессе эксплуатации в результате внезапного повреждения, изменяющего расчётную схему системы под нагрузкой. К примеру, максимально нагруженная свая, которая сталкивается с внезапной полной или частичной осадкой основания, теряя в этом случае боковую поддержку, начинает вести себя как свободный стержень. Этот процесс становится особенно интересным, так как непосредственно связан с наличием случайных эксцентриситетов сжимающей нагрузки, что, в свою очередь, приводит к возникновению моментного напряжённого состояния и первичного прогиба.

Вследствие этих изменений может происходить либо непрерывное наращивание изгибных деформаций без потери устойчивости, либо начало изгибных колебаний. В ходе этих колебаний также происходит рост и перераспределение напряжений и деформаций, что может привести к нарушению штатной работы конструкции и, в конечном счёте, к её разрушению. Поэтому такие системы с точки зрения строительной механики следует относить к конструктивно нелинейным объектам, которые изменяют свою расчётную схему под нагрузкой с динамическими догружениями, вызванными внезапными структурными перестройками [2].

В ходе научной работы была успешно решена новая задача, заключающаяся в исследовании динамического процесса во внецентренно сжатой свае, которая полностью погружена в упругое основание Винклера. Этот процесс может быть спровоцирован как частичной осадкой основания, так и образованием подземной полости вокруг сваи, также известной как пузырь. Актуальность данного исследования продиктована расширением применения тонких и длинных свай в конструкции морских сооружений, мостов, путепроводов, эстакад и других подобных объектов, которые полностью или частично погружены в многослойные основания и подвергаются воздействию значительных боковых, моментных и прочих нагрузок.

В рамках работы была использована новая матричная форма представления разрешающих задачу уравнений. Это достижение стало возможным благодаря применению подходов начальных параметров, а также введению векторов состояния произвольных сечений сваи. Кроме того, была разработана матрица влияния начальных параметров на состояние этих произвольных сечений, что, безусловно, вносит значительный вклад в решение поставленных задач и открывает новые горизонты для дальнейших исследований в области строительной механики и свайных конструкций.

В результате проделанной работы была успешно построена математическая модель динамической реакции сваи, полностью погруженной в основание. Эта модель представляет собой сложную конструктивно нелинейную систему, которая изменяет свою расчётную схему в ответ на внезапную осадку основания. В рамках исследования был применен метод начальных параметров, который, в свою очередь, основывается на векторно-матричном представлении состояния произвольного сечения. На этой основе были разработаны алгоритмы для расчета начального статического состояния системы «свая – основание», а также для определения собственных и вынужденных изгибных колебаний сваи. Это особым образом важно, поскольку проблема статической и динамической устойчивости несущих конструкций становится все более актуальной в свете современных требований к безопасности и долговечности зданий.

Модель была реализована с учетом того, что свая состоит из двух участков: одного, который опирается на основание, и другого без основания. В процессе исследования было показано, что возможны три различных варианта статического напряженно-деформированного состояния, которые зависят от отношения между внешней сжимающей нагрузкой и введенным параметром системы «свая – основание» с размерностью силы, названным «условной» силой.

Это подразумевает, что величина нагрузки, оказываемой на сваю, может быть либо больше, либо меньше, либо равна условной силе, что, в свою очередь, существенно влияет на поведение системы.

При проведении динамического расчета также рассматривались три допустимых варианта, определяемых структурой уравнения собственных колебаний. Эти варианты зависят от состояния, будет ли основная частота больше, меньше или равна введенному параметру системы «свая – основание» – условной частоте, имеющей размерность частоты. Это важное различие является ключевым для понимания динамических характеристик модели.

Для всех рассматриваемых вариантов статического и динамического состояний были окончательно определены прогибы, изгибающие моменты, собственные частоты, а также формы собственных и вынужденных колебаний при различных механических и геометрических параметрах системы «свая – основание». Условия закрепления сваи были заданы как шарнирное опирание концов, что также влияет на динамические характеристики конструкции.

Список литературы

1 Поддубный, А. А. Методики расчёта критической силы сжатого стержня, погружённого в упругое основание / А. А. Поддубный, В. А. Гордон // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2019. – № 1 (38). – С. 49–52.

2 Poddubny, A. A. Dynamic loading of the rod a sudden change of elastic foundation structure / A. A. Poddubny, V. A. Gordon // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1079. – P. 1–18.

УДК 72.025.5

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ПРОЦЕССА ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

И. В. РУДЕНКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Явление массовой адаптации промышленных и общественных зданий, начиная с середины XX века, имеет ряд объективных предпосылок, объясняющих массовый характер этого явления и определивших его архитектурно-художественное своеобразие.

Послевоенная градостроительная политика стран Западной Европы и США подразумевала перемещение промышленных предприятий и коммерческих организаций из городского центра в пригород, в результате чего в историческом центре возникло множество пустующих зданий. В связи с массовым переездом жителей в новые районы многие общественные здания в центре города перестали использоваться по своему назначению, что привело к их невостребованности и даже разрушению.

Начиная с 1960-х годов в законодательстве Великобритании и США был поставлен акцент на активизацию процесса реновации и нового использования исторических объектов. Например, в Великобритании, согласно Закону о пустующих церквях и иных культовых сооружениях (1969 год), Законам о планировании городского и сельского строительства (1970-е годы) и о национальном наследии (1980-е годы), памятники архитектуры рассматривались в качестве неотъемлемой части ландшафта существующего исторического окружения. В реконструкции памятников промышленной архитектуры появилась возможность свободного творчества благодаря закреплению Венецианской хартией архитекторов и реставраторов в 1964 году за архитектурными объектами различный охранный статус. В рамках сохранения исторического наследия перепрофилирование зданий в большинстве случаев не учитывало стилистические особенности внутреннего пространства и архитектурные – ансамблей в целом.

К началу 80-х годов XX века, согласно британским исследователям Ш. Кантакузино и М. Страттону, стала очевидна важность определения социокультурной роли промышленных объектов, предваряющего работы по приспособлению их для новой функции. Так, многие европейские проекты конверсии зданий или их комплексов в конце 1980-х годов становились частью большой программы перепрофилирования общего городского пространства [1].

Работая над темой диссертационного исследования, автор статьи обнаружил ряд причин, по которым старые объекты утратили свою изначальную функциональную нагрузку. Ориентированные на них объекты и территории становятся неэффективными или невостребованными. Зачастую процесс современного использования объектов зависит исключительно от девелоперских компаний, личных интересов или рекламных предпочтений. Но можно выделить некоторые основополагающие критерии, по которым происходит выбор между сносом и повторным использованием.

1 **Историко-культурные.** Архитектурное наследие прошлых времён, когда-то успешно выполнявшее собственные функции, в условиях современного мегаполиса во многих случаях сегодня требует тщательной оптимизации. Реконструкция общественных сооружений является наиболее действенным и экономным способом привести их в соответствие с сегодняшними требованиями, предъявляемыми новым веком, сохраняя при этом первоначальное удачное положение. Обновление