

Интеллектуальные детекторы движения с алгоритмами обработки видеосигнала, которые используются наряду со стационарными камерами, позволяют отделить нарушителя от фона, проследить траекторию его движения, а также исключить ложные тревоги, вызванные птицами, животными, ветром и снегопадом.

#### Список литературы

- 1 Шандалов, А. Интеллектуальная система видеонаблюдения на железной дороге / А. Шандалов, Д. Гармажанов // Control Engineering: ISSN 18817-0455. – 2023. – № 4 (58). – С. 22–24.
- 2 Поддубный, А. А. Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений по восстановлению мостовых переходов / А. А. Поддубный, Е. В. Печенев // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – 2023. – № 1 (46). – С. 42–45.
- 3 Гансецкий, Д. В. Автоматизированный струнный робототехнический комплекс как прообраз интеллектуальной системы охраны границы / Д. В. Гансецкий // Современные технологии обеспечения пограничной безопасности : материалы науч.-практ. конф., Минск, 29 ноября 2018 г.: В 2 ч. / ГУО «ИПС РБ»; редкол. : О. Г. Машаров [и др.]. – Минск, 2019. – Ч. 1. – С. 28–31.

УДК 539.3

## КОЛЕБАНИЯ СВАИ ПРИ ЧАСТИЧНОЙ ОСАДКЕ ОСНОВАНИЯ

*А. А. ПОДДУБНЫЙ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

*В. А. ГОРДОН*

*Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, Российская Федерация*

Сваи являются стержневыми элементами, передающими нагрузку из рыхлых и слабых слоев почвы к плотным и крепким глубоким слоям. Сваи применяются повсеместно и в огромных количествах. Практически перед любым строительством создаются свайные поля. Наличие основания, куда полностью или частично погружается свая, отражается добавлением его реакции в дифференциальное уравнение изгиба сваи в качестве дополнительной нагрузки.

К настоящему времени в научной литературе накопилось множество исследований, посвящённых проблемам взаимодействия свай и поддерживающих их оснований. На моделях и натурных экспериментах изучаются вопросы прочности, динамики и устойчивости элементов системы «свая – основание».

Основная масса теоретических и экспериментальных работ этого направления исследований имеет целью установление прямых зависимостей предельных напряжений и деформаций, критических сил, частот и форм собственных и вынужденных колебаний свай от варьируемых параметров системы «свая – основание»: размеров и формы поперечного сечения сваи, характеристик материалов сваи и основания, условий закрепления сваи.

Из обзора современной научной литературы [1–3] следует сделать вывод о необходимости разработки методики моделирования состояния системы «свая – основание», возникающего при эксплуатации в результате внезапного повреждения, изменяющего расчётную схему системы под нагрузкой.

В настоящей работе поставлена и решена новая задача исследования динамического процесса во внецентренно сжатой свае, полностью погруженной в упругое основание Винклера, возбуждаемого частичной осадкой основания, либо образованием подземной полости вокруг сваи (пузырь).

Актуальность проведённого исследования обусловлена расширением использования тонких и длинных свай для морских сооружений, мостов, путепроводов, эстакад и тому подобного, полностью или частично погружённых в многослойные основания, со значительной надземной частью, подверженным боковым, моментным и прочим нагрузкам

На рисунке 1 представлена математическая модель изгиба шарнирно опертой по концам сваи, нагруженной внецентренной сжимающей силой.

Представлен ряд численных результатов, характеризующих реакцию находящейся в статическом напряженно-деформированном состоянии сваи, полностью погруженной в упругое основание, на внезапную осадку основания.

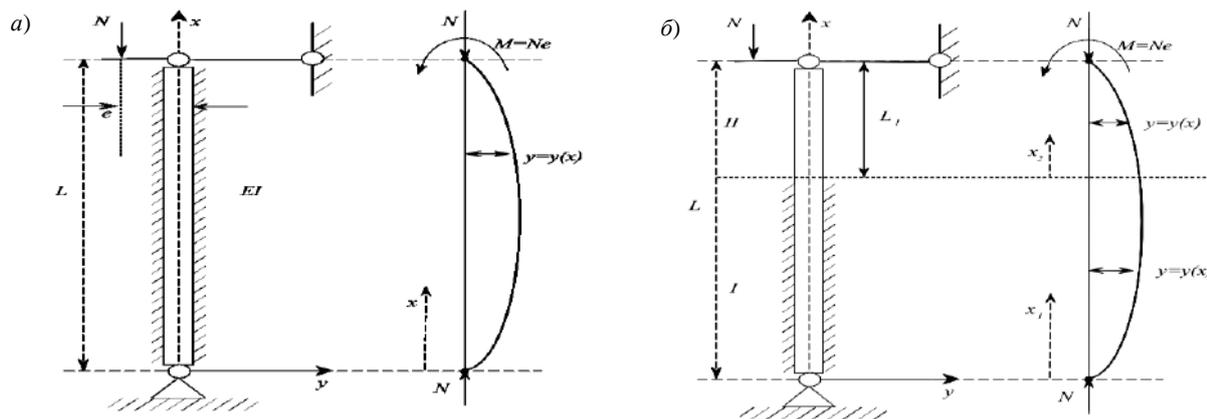


Рисунок 1 – Расчетная схема нагруженной сваи:  
 а – до осадки основания; б – после осадки основания

На рисунке 2 показано развитие во времени прогибов сваи, начиная со статического прогиба  $\omega_{ст}$ , полученного из статического расчёта сваи, полностью погруженной в основание и, далее, прогибы  $\omega_{дин}$ , полученные из динамического расчёта сваи, состоящей из двух участков, при  $\tau = 0, 1, 2, 3, 4$ .

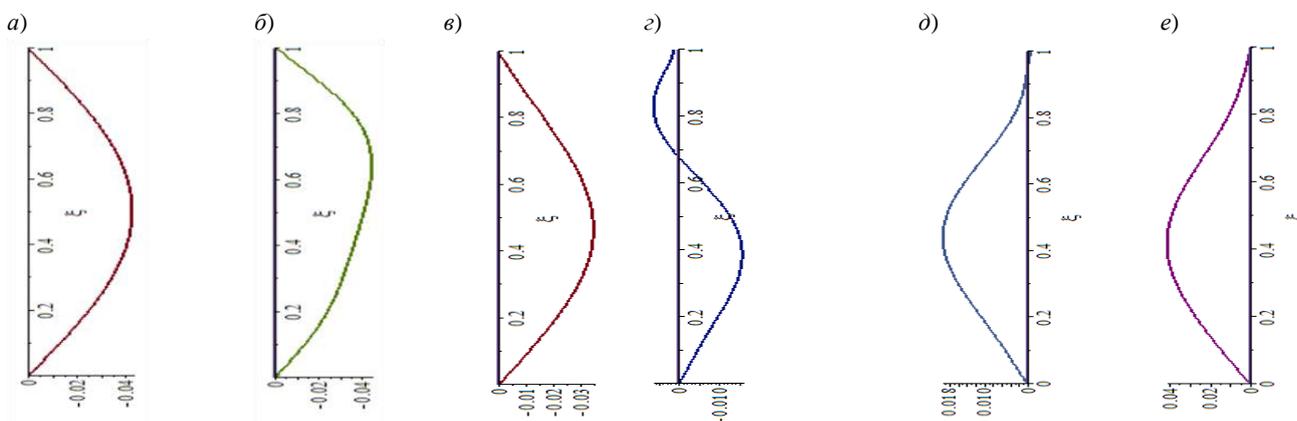


Рисунок 2 – Развитие прогибов сваи по времени  
 а –  $\tau = 0$  при статическом расчёте; б –  $\tau = 0$  при динамическом расчёте; в –  $\tau = 1$ ; г –  $\tau = 2$ ; д –  $\tau = 3$ ; е –  $\tau = 4$

На рисунке 3 показана развертка периодических колебаний сечения  $\xi = 0,7$  (точка сопряжения погруженного в основание и свободного участков).

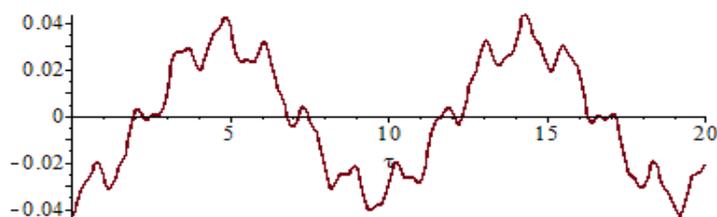


Рисунок 3 – Развёртка периодических колебаний сечения сваи

В результате выполненной работы построена математическая модель динамической реакции полностью погруженной в основание сваи как конструктивно нелинейной системы, изменяющей расчётную схему после внезапной осадки основания. Методом начальных параметров с использованием векторно-матричного представления состояния произвольного сечения разработаны алгоритмы расчёта начального статического состояния системы «свая – основание», собственных и вынужденных изгибных колебаний сваи, состоящей из двух участков: опертого на основание и свободного.

Для всех вариантов статического и динамического состояний определены прогибы, изгибающие моменты, собственные частоты, формы собственных и вынужденных колебаний при различных механических и геометрических параметрах системы «свая – основание». Условия закрепления свай – шарнирное опирание концов. Численные расчеты и графики выполнялись для силового варианта  $N = N_0$  и различных сочетаниях основной и «условной» частот.

#### Список литературы

- 1 **Vogt, N.** Buckling of slender piles in soft soils / N. Vogt, S. Vogt Kellner // Bautechnik, Special Issue – Geotechnical Engineering, 2009. – P. 98–112.
- 2 **Janko, R.** Numerical and exact solution of buckling load for beam on elastic foundation / R. Janko // Transactions of the VSB – Technical Univ. of Ostrava, Mech. Series, 2013. – Vol. LIX, № 1. – P. 21–26.
- 3 **Dinckal, C.** Dynamics of a beam-column element on an elastic foundation / C. Dinckal, B. Alemdar, P. Gulkan // Can. J. Civ. Eng. 43, 2016. – P. 685–701.
- 4 **Поддубный, А. А.** Методики расчёта критической силы сжатого стержня, погружённого в упругое основание / А. А. Поддубный, В. А. Гордон. Вестник БелГУТ. Наука и транспорт, 2019. – № 1 (38). – С. 49–52.
- 5 **Gordon, V.** Stability analysis of a pile completely embedded into elastic foundation / V. Gordon, P. Morrev // Journal of Physics: Conference Series. Intern. conf. Applied Mathematics, Computational science and Mechanics: Current Problems. – AMCSM, 2018–2019. – С. 012004.
- 6 **Ruta, G.C.** Buckling of a column on Wiegardt foundation / G. C. Ruta, I. Elishakoff // ZAMM, 2006. – 617 p.
- 7 **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. – 1079,042076.

УДК 349.6

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

*Р. О. ПУЗАНОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Транспортная безопасность является одним из ключевых аспектов развития современного общества. Мировой прогресс в сфере инновационных технологий оказывает значительное влияние на систему транспортной безопасности, обеспечивая более эффективные и безопасные условия путешествия для граждан.

Инновационные технологии играют ключевую роль в развитии системы транспортной безопасности. Одним из таких технологических инноваций является использование автоматических систем контроля транспортных средств. Такие системы позволяют наблюдать за скоростью движения, загруженностью дороги, а также контролировать соблюдение правил дорожного движения. Это значительно повышает безопасность на дорогах и снижает число аварий.

Другой важной новинкой в сфере транспортной безопасности является использование беспилотных автомобилей. Такие автомобили оснащены современными системами искусственного интеллекта и способны самостоятельно принимать решения на дороге. Это может существенно снизить вероятность аварий, связанных с человеческим фактором. Кроме того, беспилотные автомобили могут быть оснащены системами дистанционного контроля и управления, что делает их более безопасными и эффективными для пассажиров.

Инновационные подходы в транспортной безопасности включают в себя применение новых аналитических методов для обработки больших объемов данных. Современные системы массовой информации позволяют собирать огромное количество информации о дорожных условиях, поведении водителей и автомобилей. Анализ этих данных позволяет выявить тенденции и проблемы, что в свою очередь позволяет разрабатывать более эффективные меры по обеспечению безопасности на дорогах.

Современные инновационные подходы в системе транспортной безопасности включают в себя развитие системы обучения и сертификации для водителей. Все больше государств признают необходимость усиленного обучения и тестирования для получения водительских прав. Это позволяет повысить квалификацию водителей и снизить вероятность аварий.

Один из инновационных подходов в обеспечении транспортной безопасности – это использование беспилотных транспортных средств (БТС). БТС могут быть оснащены передовыми технологи-