

КОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ В РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ И ВЫСОКОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Меженкова А.П., Белаш Т.А., Свитин В.В.

Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего профессионального образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения»
г. Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ: В статті розглянуто аналіз роботи конструкцій будівлі залізобетонного вокзалу в умовах вічної мерзлоти та сейсміки. Особливістю статті є те, що використана конструкція пальового фундаменту, з високим ростверком крім функції збереження вічної мерзлоти по першому принципу будівництва виконує також функцію сейсмоізоляції.

АННОТАЦИЯ: в статье рассмотрен анализ работы конструкций здания железнодорожного вокзала в условиях вечной мерзлоты и сейсмики. Особенностью статьи является то, что примененная конструкция свайного фундамента с высоким ростверком помимо функции сохранения вечной мерзлоты по первому принципу строительства, выполняет и функцию сейсмоизоляции.

ABSTRACT: This article presents the structures' analysis of the railway station's building in the permafrost and high seismic activity. Feature of the article is that besides saving permafrost by the first principle of construction, pile foundation construction of high raft using performs the function of seismic isolation.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Сейсмика, вечная мерзлота, свайный фундамент с высоким ростверком, эффект сейсмоизоляции.

В связи с активным освоением территорий Российской Федерации возникают проблемы с проектированием зданий в особых климатических условиях. Так, в Восточной Сибири возникает необходимость решения

проблемы возведения зданий в условиях вечной мерзлоты и сейсмических воздействий. В том числе на трассе Байкало-Амурской магистрали в связи с новым планом развития железнодорожных путей и разгрузки существующих станций принято решение о строительстве новых транспортных узлов [1, 2].

Работа посвящена анализу конструкций свайного фундамента железнодорожного вокзала на станции Чара Байкало-Амурской магистрали. В процессе работы были изучены различные варианты конструктивных решений фундаментов с учетом вечной мерзлоты и сейсмики. В исследовании был принят первый принцип строительства для территорий с многолетней мерзлотой, т.е. принцип сохранения вечной мерзлоты. Этот принцип может быть реализован путем использования свайных фундаментов с высоким ростверком, которые достаточно хорошо зарекомендовали себя для сейсмических районов.

На рис. 1 представлена конструктивная схема разреза здания вокзала с принятой конструкцией свайного фундамента. Здание двухэтажное, каркасно-панельное, размеры здания в плане 18х42 м. Несущие вертикальные конструкции выполнены в виде колонн (поз. 1) сечением 40х40 см из монолитного железобетона. Несущие горизонтальные конструкции – балки (поз. 2) сечением 20х40х60 см из монолитного железобетона.

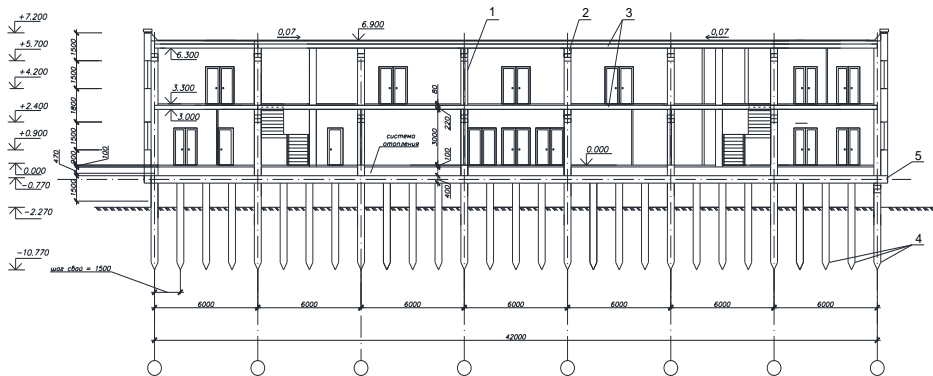


Рис. 1. Конструктивная схема разреза здания вокзала:
1 – колонны, 2 – балки, 3 – перекрытия, 4 – сваи, 5 - ростверк

Конструкции междуэтажных перекрытий и покрытия (3) выполнены из сборных железобетонных плит толщиной 22 см, соединенных монолитно. Конструкция свайного фундамента представлены в виде железобетон-

ных свай (4) с высоким ростверком (5). Сваи сечением 40x40 см, выполненные из монолитного железобетона, жестко соединены с высоким железобетонным ростверком толщиной 40 см. Длина свай – 10 м. Арматурные выпуски создают жесткую заделку с плитой ростверка. Ростверк представляет собой монолитную железобетонную плиту, на которой расположена наземная часть здания. Плита находится на уровне +1,5 метра от уровня поверхности земли. Для элементов конструкций здания был принят бетон класса В35 и арматура класса А400, А300, А240.

В процессе работы была создана модель здания вокзала с помощью инструментов программного комплекса Autodesk Robot. В исследовании рассматривался вопрос о влиянии сезонного оттаивания грунта на работу здания при воздействии сейсмических нагрузок. Сезонный слой грунта был разбит на три зоны возможного оттаивания по 1,5 м. Таким образом, при изучении рассматриваемого вопроса были приняты 4 модели здания – модель № 1 – грунт является полностью замерзшим, модель № 2 – глубина оттаивания составляет 1,5 метра, модель № 3 – 3 метра и модель № 4 – достигает максимального значения оттаивания – 4.5 метра. Расчетная модель здания приведена на рис. 2.



Рис. 2. Расчетная модель здания вокзала в программном комплексе Autodesk Robot

Взаимодействие заглубленной конструкции с грунтом определялось величиной коэффициента постели. Расчет коэффициента постели выпол-

нен в программном комплексе отдельно для свай в мерзлом и оттаившем грунте. Для моделирования свойств грунта в модели использованы упругие опоры в виде пружинных элементов (рис. 2).

Для выполнения расчетного исследования первоначально были определены постоянные и временные нагрузки на конструкцию здания. Сейсмические нагрузки задавались в соответствии с требованием нормативных документов [3] для 9-ти бальной зоны по трем направлениям – осям X, Y и Z.

Autodesk Robot предоставляет достаточный набор функций для оценки достоверности напряженно-деформированного состояния модели здания. В зависимости от загрузки или комбинации загрузок программный комплекс позволяет получить обширную информацию по каждому узлу и элементу для дальнейшего анализа.

Некоторые результаты анализа работы конструкций рассматриваемого здания представлены на рисунках.

В ходе исследования было установлено, что с увеличением глубины оттаивания увеличился период собственных колебаний здания, что приводит к некоторому снижению сейсмической нагрузки на здание, причем максимальное снижение происходит по оси Y для всех узлов рассматриваемых моделей. Между тем, наблюдается значительный рост (на 60%) усилий в узлах сопряжения ростверка и сваи с увеличением глубины оттаивания. При этом увеличиваются и относительные смещения этих узлов.

Полученные результаты говорят о необходимости увеличения площади армирования свайных фундаментов (рис. 3).

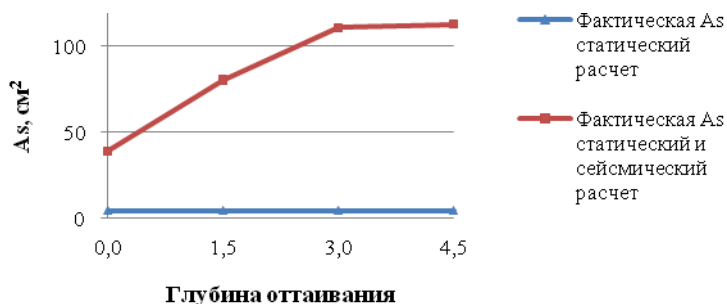


Рис. 3. График зависимости площади арматуры A_s железобетонной сваи (расположенной по оси 8 с координатами (42,00;18,00;-0,77) от глубины оттаивания

На рис. 4 показаны арматурные каркасы, обеспечивающие несущую способность свайного фундамента при рассматриваемой сейсмичности района строительства.

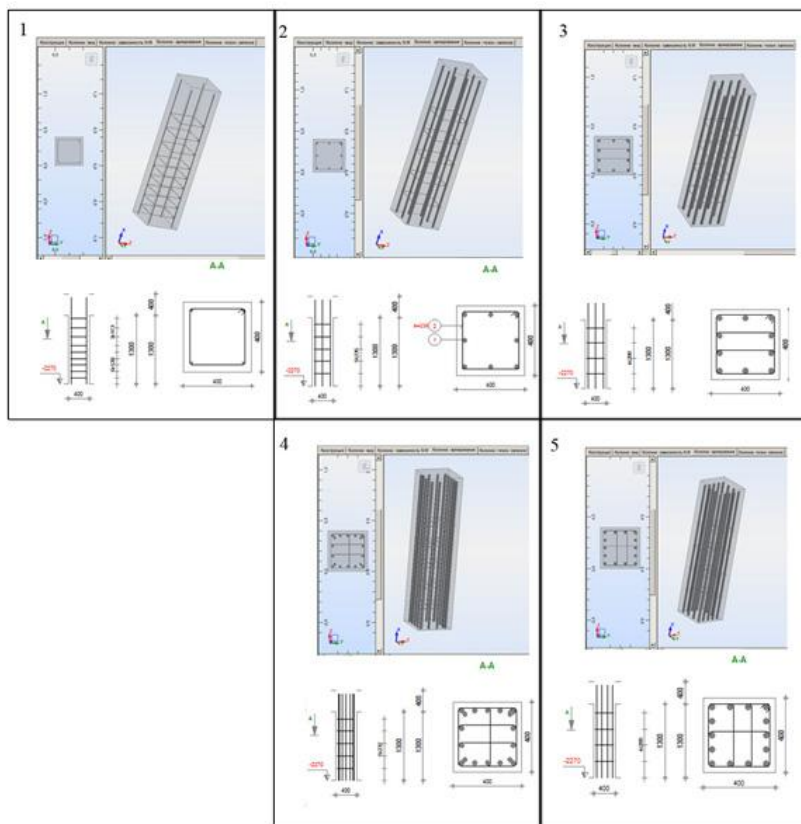


Рис. 4. Армирование сваи при различных нагрузках и глубине оттаивания:
 1 – статика в модели №1, 2 – статика + сейсмика в модели №1, 3 – статика + сейсмика в модели №2, 4 – статика + сейсмика в модели №3, 5 – статика + сейсмика в модели №4

ВЫВОДЫ

1. Выполненные исследования свидетельствуют о том, что изменение глубины сезонного оттаивания приводит к увеличению свободной

длины сваи и ее гибкости, в результате чего происходит снижение сейсмических колебаний здания.

В этом случае наблюдается некоторый эффект сейсмоизоляции, роль которой выполняет свайный фундамент с высоким ростверком.

2. Повышение гибкости свайного фундамента приводит к увеличению усилий в узлах сопряжения сваи с ростверком, которые вызывают необходимость увеличения количества армирования в сваях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белаш Т.А. Железнодорожные здания для районов с особыми природно-климатическими условиями и техногенными воздействиями: учебник для вузов железнодорожного транспорта / Т.А. Белаш, А.М. Уздин. - М., 2007. - 371 с.
2. Белаш Т.А. Эксплуатация и ремонт железнодорожных зданий в особых природно-климатических и сейсмических условиях строительства: учебное пособие / Т.А. Белаш; В.С. Казарновский. - М.: ФГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2011. - 293 с.
3. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*: СП 14.13330.2011. - М.: ОАО "ЦПП", 2011. - 87 с.
4. Железобетонные конструкции в холодном климате и на вечномерзлых грунтах: СП 52-105-2009. - М.: ОАО "ЦПП", 2009. - 36 с.

Статья поступила в редакцию 11.03.2013 г.