

## **Определение влияния вспомогательного ростверка на несущую способность свай усиления цокольного здания с учетом неравномерной осадки в г. Белово Кемеровской области**

Е.В. Зотова, Хо Чантха, В.Ф. Акопян

Для увеличения несущей способности свай усиления (дополнительных трубобетонных свай, задавленных под консоли цокольного здания), предполагается изготовить вокруг свай, в зоне контакта свай с грунтом, железобетонный элемент усиления в форме кольца. Оно охватывает сваю и перераспределяет часть нагрузки от сваи на верхнюю часть грунта. Несущую способность свай необходимо увеличить для создания надежной жесткой опоры под домкратный узел. В данном разделе будет определено, какую часть нагрузки передает планируемый вспомогательный ростверк на грунт и на сколько увеличивается несущая способность и жесткость свай при варьировании размера усилительного кольца.

Рассмотрен расчет одиночной сваи, заглубленной в грунт на 6м. Диаметр сваи 30 см. Параметры грунта приняты согласно «Техническому отчету по инженерно – геологическим изысканиям на объекте «Жилой дом по ул. Октябрьской, 63 в г.Белово Кемеровской области, ЗАО Спецфундаментстрой, 1999г». При этом использованы худшие значения физико – механических параметров грунта – рассмотрен случай полностью замоченного грунтового массива. Все параметры соответствуют геологическим данным для замоченного грунта. Это определяет несколько заниженную несущую способность свай. Однако в данном расчете основным было не определение непосредственно несущей способности, а относительное ее увеличение при устройстве вспомогательного ростверка, т.к. геологические данные приведены только для двух шахт, до глубины 15м, а фактическое состояние грунтового массива внутри пятна здания неизвестно. Расчетная схема принята согласно гипотезам осесимметричной деформации. Свая погружена в грунтовой массив размером 30х30м. По высоте рассмотрен многослойный массив, структура которого соответствует

данным геологических изысканий. Рассмотрены 4 варианта (отсутствие кольца, кольцо размеров 25 см, 37.5 см, 50 см (от края сваи до края кольца)).

Расчет проведен в физически нелинейной постановке методом конечных элементов. Предельная поверхность для грунтового массива описывается гипотезой Мизеса – Шлейхера – Боткина для грунтовых массивов. Для раскрытия нелинейности использован шаговый метод. Шаг приращения нагрузки принят 2,5т. Результаты выводились начиная с 20т с шагом 5 т. Расчет проведен по программному комплексу ПОЛЮС. Основные результаты приведены в графической форме.

На Рис. 1 - Рис. 3. приведены изолинии вертикальных перемещений и вертикальных нормальных напряжений в различных фрагментах расчетной области при разных значениях нагрузки и вариантах схемы. Там же показаны зоны предельного равновесия по гипотезе Мизеса – Шлейхера –Боткина и их развитие при росте нагрузки[1]. На Рис. 4 показаны графики «нагрузка – осадка» для четырех вариантов устройства вспомогательного ростверка. приведены данные о напряженном состоянии расчетной области с ростверком 500мм при разных нагрузках.

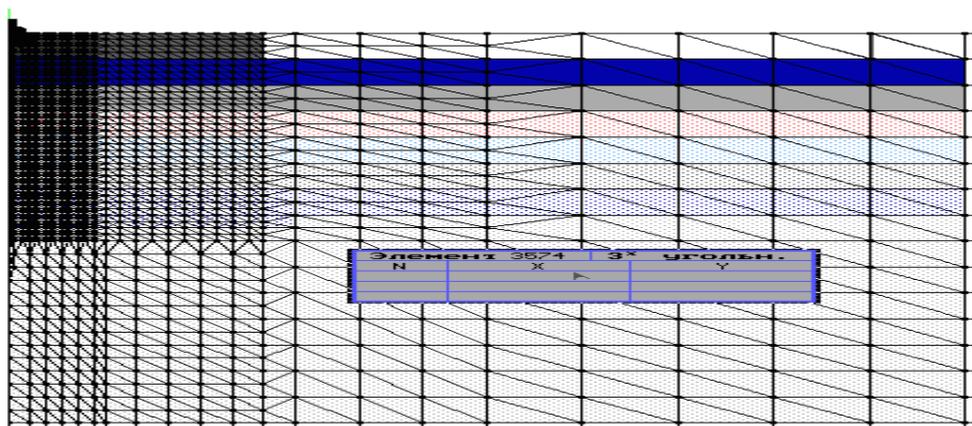


Рис. 1. - Расчетная МКЭ – модель с ростверком 250мм.

По результатам расчетов можно сделать заключение о качественной стороне совместной работы сваи с ростверком. Зоны предельного равновесия в грунте при всех вариантах образуются после достижения нагрузкой значения 20т.



Рис. 2. - Вариант ростверка 1.  
P=45т, перемещения

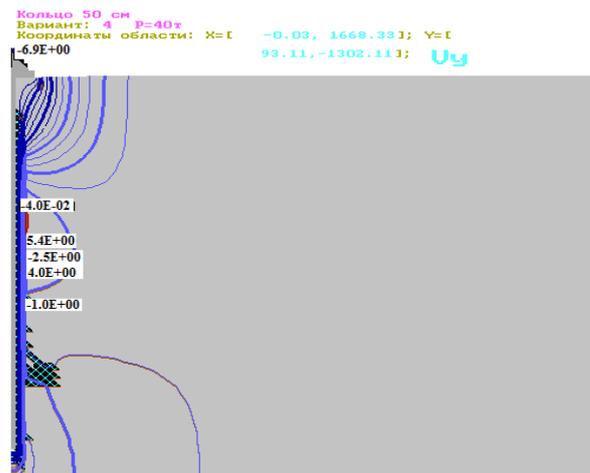


Рис. 3. - Вариант ростверка 4. P=40т,  
перемещения

На первом этапе предельное равновесие начинает развиваться в узкой зоне, которая расположена в примыкающем к свае грунте на глубине от половины высоты сваи. Далее, для сваи без ростверка, начинается процесс лавинообразного развития зон предельного равновесия (зон скольжения), и в диапазоне 35-40т наблюдается срыв сваи – перемещения возрастают от 25 до 170мм. Затем в процесс вовлекаются значительные по объему массы грунта, зоны скольжения развиваются по всей длине сваи и под ее подошвой, при нагрузке 45т перемещение составляет 810мм. Поэтому «эталонную» несущую способность сваи следует ограничить 35т.

Отметим, что зависимость «нагрузка – осадка» имеет хорошее совпадение с эмпирической – см. результаты испытания сваи 4 согласно «Техническому отчету по инженерно – геологическим изысканиям на объекте «Жилой дом по ул. Октябрьской, 63 в г.Белово Кемеровской области, ЗАО Спецфундаментстрой, 1999г»[2].

Для сваи с ростверком характерна следующая картина. При малых нагрузках ростверк практически не работает. В окрестности примыкания ростверка к свае образуется «лунка» за счет того, что свая увлекает за собой грунт при осадке. Скорость перемещения частиц грунта в лунке выше скорости перемещения точек жесткого ростверка, перемещению которого препятствуют частица грунта на границе ростверка, не вошедшие в лунку.

Поэтому работает сравнительно небольшая часть ростверка возле границы, а центральная часть ростверка препятствует свободному перемещению лунки и в грунте возникают растягивающие напряжения – см. Естественно, растягивающие напряжения грунтом не воспринимаются и в этой области просто отсутствует контакт между подошвой и грунтом. Затем вдоль второй половины сваи также образуются зоны скольжения, что приводит к увеличению осадки сваи без соответствующего развития лунки по глубине. Это вызывает интенсивное перемещение ростверка, он «догоняет» центральную часть грунта, и происходит перераспределение напряжений, которые становятся сжимающими, т.е. ростверк полностью включается в работу – см. Это приводит к замедлению скорости роста касательных напряжений по поверхности сваи и увеличению общей жесткости системы в вертикальном направлении.



Рис. 4. - Графики осадки влияния кольца подкрепления

#### Литература

1.Якобсон Л.С., Родинко О.Н. Инструкция к программе расчета стержневых систем на ЕС ЭВМ (МАРСС ЕС-76) [Текст] // ЦНИПИАСС, 1978.- С.82.

2. СП 50-101-2004. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений[Текст] // Введ. 2004–03–09 – М., Госстрой России. 2005.– С.137.

3. Капцов П.В., Костыленко К.И. Вода в дисперсных системах, предназначенных для изготовления пенобетонных смесей. [Текст] // Научно-

технический журнал «Вестник МГСУ», ФГБОУ ВПО «МГСУ». 2012 – №11.– С. 168-171.

4. Хо Чантха ,Зотова Е.В., Гусаренко С.П. Численная оценка НДС конструкций по результатам геодезических наблюдений за деформациями здания. [Текст] // «Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета» 2012 – №1. – С. 151.

5. Кадомцев М.И., Ляпин А.А., Тимофеев С.И. К вопросам построения эффективных алгоритмов расчета системы «сооружение-грунт» [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона» 2012 г. – № 1 – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/issue/102?page=4> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

6. Зотова Е.В., Панасюк Л.Н. Численное моделирование динамических систем с большим числом степеней свободы на импульсные воздействия [Электронный ресурс] //«Инженерный вестник Дона» 2012г. – № 3– Режим доступа<http://www.ivdon.ru/magazine/issue/104?page=4> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

7. Niku-Lari A. Structural analysis system, (Software – Hardware, Capability – Compability – Applications). [Текст] // Per-gamon Press, , 1986 - vol. 1-3

8. James R. Rice. Some studies of crack dynamics, (Proceedings of NATO Advanced Study Institute on Physical Aspects of Fracture, 5-17 June 2000, Cargèse, Corsica) [Текст] // Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, - 2001.

9. Коргин, А.В. Геодезический мониторинг и мкэ-анализ напряженно-деформированного состояния зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки [Электронный ресурс]// Предотвращение аварий зданий и сооружений - 2013 – Режим доступа: <http://www.pamag.ru> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

10. Хо Чантха. Расчетно-экспериментальный метод оценки состояния зданий и сооружений с учетом осадки основания [Текст] // Известия высших учебных заведений «Северо - Кавказский регион». Ростов. 2012. - № 3.