

ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕСЧАНОЙ ПОДУШКИ

Матус Ю.В.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
г. Одесса, Украина

АНОТАЦІЯ: Визначено питання, пов'язані з проблемою реконструкції піщаних подушок, і запропоновано деякі методи їх рішення на конкретному прикладі.

АННОТАЦИЯ: Определены вопросы, связанные с проблемой реконструкции песчаных подушек, и предложены некоторые методы их решения на конкретном примере.

ABSTRACT: Questions, related to the problem of reconstruction of sandy pillows, are certain, and some methods of their decision are offered on a concrete example.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Грунтовое основание, песчаная подушка, реконструкция.

ВВЕДЕНИЕ

Для современного периода в строительстве Украины характерны значительные по времени перерывы в процессе возведения объектов по разным причинам (недостаточного финансирования, сменой собственника, кардинальными изменениями, вносимыми в проекты и т.п.) и низкое качество работ связанное, как правило, с недостаточной квалификацией многих участников создания и реализации проектов, а также отсутствие своевременного квалифицированного технического надзора. Сказанное обуславливает необходимость последующей реконструкции элементов и частей зданий и сооружений еще на стадии их возведения, в том числе и конструкций нулевых циклов, а также искусственного грунтового основания – песчаных подушек.

Все это делает проблему реконструкции песчаных подушек достаточно актуальной, интересной, имеющей теоретическое и практическое

значение. Сведения о каких либо исследованиях, связанных с вопросами реконструкции песчаных подушек, в литературе отсутствуют.

Вопросы, связанные с проблемой реконструкции песчаных подушек, ранее не выделены, не разработаны и рассматриваются в статье впервые.

Цель работы – определение вопросов, связанных с проблемой реконструкции песчаных подушек, и разработка некоторых методов их решения на конкретном примере.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Реконструкция песчаной подушки, как нам представляется, состоит из следующих этапов: проведение опытных работ с целью установления ее технического состояния и соответствия требованиям как проекта, так и нормативных документов; разработка необходимых, учитывающих местные условия, мероприятий, подлежащих выполнению при реконструкции подушки; выполнение работ непосредственно по самой реконструкции подушки с соответствующим их контролем.

Опытные работы по обследованию песчаной подушки производятся с целью установления геометрических параметров подушки (размеров ее в плане на различных горизонтах и мощности ее в ряде точек), свойств материала подушки (гранулометрического состава, степени однородности и плотности в различных точках ее объема), вида грунта, расположенного непосредственно под подошвой подушки, местонахождения уровня подземных вод (УПВ).

На основе результатов опытных работ и расчетов грунтового основания, разрабатываются мероприятия по реконструкции песчаной подушки, включающие в себя, при необходимости, частичную замену материала подушки в определенных местах, наращивание ее мощности, доуплотнение материала и принятие, соответствующей имеющимся условиям, технологии уплотнения. Непосредственно в процессе самой реконструкции опытным путем устанавливаются необходимые параметры уплотнения и производят контроль плотности материала подушки в различных точках ее объема, на разных этапах устройства подушки.

Эти положения ниже проиллюстрированы на конкретном примере.

На одной из площадок г. Одессы первоначально должна была быть возведена антенная опора – четырехгранная радиобашня высотой 45 м по чертежам, разработанным на базе типового проекта 3.501.2-12 Мосгипротранса.

Инженерно-геологические изыскания на площадке строительства были выполнены в сентябре-октябре 1992 г.

Геолого-литологическое строение площадки (сверху вниз от дневной поверхности с абс. отм. 43,95 м) представлено следующим напласто-

ванием: ИГЭ-1 – суглинки темно-бурые, твердые, средние, гумусированные (мощность слоя 0,8 м); ИГЭ-2 – суглинки лессовые, палевые, легкие, твердые, просадочные (3,2 м); ИГЭ-2а – суглинки лессовые, палевые, легкие, полутвердые, просадочные (2,0 м); ИГЭ-3 – суглинки лессовые, красновато-бурые, тугопластичные (3,2 м); ИГЭ-4 – суглинки лессовые, розовато-палевые, мягкопластичные (3,30 м); ИГЭ-5 – суглинки лессовые, красновато-бурые, средние, твердые, полутвердые, тугопластичные (2,7 м); ИГЭ-6 – суглинки лессовые, красновато-бурые, тяжелые, полутвердые, реже твердые (пройденная мощность 4,30 м).

Грунты ИГЭ-2...2а являются просадочными. Величина их просадки при замачивании от собственного веса не превышает 5 см. Мощность просадочной толщи равна 5,20 м.

Установившийся уровень подземных вод в сентябре – октябре 1992 г. зафиксирован на глубине 7,2 м (абс. отм. 36,75 м).

По проекту фундамент башни принят свайным из 12-ти буронабивных железобетонных свай с переменным поперечным сечением: вверху диаметром 600 мм (на длине 8,15 м), внизу диаметром 500 мм (на длине 8,0 м) и рабочей длиной 16 м (уровень нижних концов свай на глубине 17,2 м от поверхности). Несущий слой свайного фундамента – ИГЭ-6. Ростверк низкий, монолитный, железобетонный с размерами 6,0 × 6,0 × 1,3 (*h*) с уровнем подошвы на глубине 1,2 м.

Подрядчика на выполнение свайных работ (из-за небольшого их объема) найти не удалось, в связи с чем было предложено устройство фундамента антенной опоры на песчаной подушке.

Был запроектирован фундамент – отдельно стоящий, столбчатый из монолитного железобетона, на песчаной подушке мощностью 2,5 м и размерами в плане 8 × 8 м. В качестве материала подушки принят песок среднетернистый, без ракушки, с примесью глинистых частиц не более 10%. Объем подушки – 160 м³. Подошва подушки расположена в слое ИГЭ-3 на глубине 6,6 м от поверхности площадки (абс. отм. 37,35 м), кровля на глубине 4,1 м (абс. отм. 39,85 м). Глубина заложения подошвы фундамента принята ниже на 4,0 м уровня земли; размер стороны квадратной подошвы 6,5 м. Высота общей для четырех фундаментных опор трехступенчатой плиты составила 1,8 м. Четыре, выполняемые единым блоком с плитой, фундаментные опоры под башмаки башни приняты высотой 2,5 м и поперечным сечением 0,7 × 0,7 м.

Проектом предусматривалась следующая технология устройства песчаной подушки: откопка котлована с зачисткой его дна от осыпавшегося грунта (после дождей и ливней зачистку дна котлована требовалось проводить как от намывтого водой слоя грунта, так и от увлажненного слоя до грунта природной влажности); обваловка котлована для предотвращения

ния попадания в него поверхностных вод со строительной площадки; отсыпка тела подушки, производимая послойно, горизонтальными слоями толщиной 15...20 см, с уплотнением каждого слоя до достижения значений плотности сухого грунта 1,65...1,70 т/м³ с проливкой водой каждого слоя перед его уплотнением; установление оптимальных параметров процесса уплотнения опытным путем.

Производство работ по устройству песчаной подушки требовалось вести таким образом, чтобы не допустить попадание глинистого грунта в тело подушки. Устройство песчаной подушки необходимо было производить при постоянном контроле плотности ее укладки, а образцы грунта на плотность отбирать через 0,5 м по глубине как под центром, так и под углами подошвы возводимого фундамента. Работы по устройству песчаной подушки были выполнены подрядчиком во второй половине 2000 г.

В феврале 2001 г. заказчиком было принято решение о строительстве, вместо башни по ранее разработанному проекту, антенной опоры СТАО-44 по чертежам ОАО Института транспорта нефти (г. Киев). Фундамент опоры, выполняемый единым блоком, принят состоящим из нижней двухступенчатой фундаментной плиты (с размерами в плане нижней ступени – 5,1 × 5,1 м) и подпорной части с поперечным сечением 1,9 × 1,9 м и высотой 3,3 м. Абс. отм. подошвы фундамента – 40,05 м. Мощность песчаной подушки – 2,1 м.

Расчеты грунтового основания выполнены интегральным методом проф. В.Н. Голубкова (методом ОИСИ) [1] (с определением геометрических параметров зоны деформации и осадки фундамента).

В связи с отсутствием исполнительной документации по устройству песчаной подушки и возникшими сомнениями в ее качестве, в апреле – мае 2001 г. на площадке строительства были проведены опытные работы по обследованию подушки.

Установление геометрических параметров подушки на разных абсолютных отметках (39,65, 38,22, 38,10 и 37,90 м) осуществляли с помощью зондировочного бурения ручным буром диаметром 10 мм с замером (с точностью до 1 см) параметров металлической рулеткой (с принятой сеткой расположения скважин 1,5 × 1,5 м (в средней части) и 0,5 × 0,5 м (в крайних частях плана подушки)). В процессе зондировочного бурения было пройдено 28 скважин общей длиной 47 пог. м.

Было установлено, что:

- кровля и подошва песчаной подушки по форме близки к прямоугольнику со сторонами соответственно 9,1 × 9,2 м и 7,6 × 8,2 м;
- отметка дна котлована выше проектной на 0,55 м (абс. отм. 37,9 м), что связано с тем, что при обнаружении воды в котловане его дальнейшая отрывка была прекращена, работы по планировке и зачистке дна не произ-

водились; отметка верха подушки оказалась ниже проектной на 0,2 м (абс. отм. 39,65 м); средняя мощность подушки в пределах пятна нового фундамента составила 1,76 м (интервал значений 1,60...1,90 м);

– уровень подземных вод расположен на глубине 0,6 м от поверхности возведенной части подушки (абс. отм. 39,05 м), что связано с подъемом УПВ за период 1992 – 2001 г.г., равным 2,30 м;

– материалом подушки является песок кварцевый, мелкий, хорошо окатанный, серый, однородный, с включениями обломков ракуши менее 6,9%, рыхлый и средней плотности;

– под подошвой песчаной подушки залегает слой ИГЭ-3 – суглинок лессовидный красновато-бурый, тугопластичный.

Были выявлены отклонения, допущенные в технологии возведения подушки, которые заключались в том, что:

– отсыпку песка в тело подушки вблизи откосов котлована производили непосредственно из кузовов самосвалов (при нахождении задних колес автомобилей у бровки обвалования). Песок падал в котлован с высоты 7...7,5 м. Часть песка падала на грунтовый откос котлована и сползала по нему вниз, смешиваясь с местным суглинистым грунтом, отслоившимся от откоса. Дальнейшее перемещение песка в другие зоны, удаленные от откоса котлована, производили грейферным захватом. Принятый способ отсыпки обусловил разрыхление песка, близкое к максимальному, и обеспечил в той или иной степени, попадание местного грунта в тело подушки в различных ее частях;

– механическое уплотнение песка не производили – пытались уплотнить его путем обводнения после отсыпки подушки на полную ее высоту. Уплотнение песка, находящегося ниже УПВ, практически не имело места – песок остался в сильно разрыхленном состоянии.

Образцы песка подушки отбирались методом режущих колец. Среднее значение плотности сухого грунта на глубине 0,15...0,20 м составило 1,53 г/см³ (интервал значений 1,49...1,59 г/см³). Сопротивление песка вдавливанию ручного бура по толщине подушки было неодинаковым – в пределах необводненной части подушки существенно больше, чем ниже УПВ, что косвенно свидетельствовало о рыхлом состоянии водонасыщенного песка.

Выполнено уплотнение рыхлого песка с помощью глубинного вибратора, погружаемого в точках уплотнения на глубину 1,5 м. Точки уплотнения в плане располагались в шахматном порядке (с расстояниями между рядами точек и точками в рядах, равными 0,4 м). Время подъема вибратора с глубины 1,5 м – 1 мин. Перед вибрированием верхний слой искусственно водонасыщался. Глубинное вибрационное уплотнение привело к понижению поверхности подушки на 0,15...0,20 м. На участке плана размерами

3,3 × 4,3 м при глубинном уплотнении имело место самоизливание воды из расположенных рядом точек уплотнения, а также зафиксирована зыбкость подушки, как в процессе вибрирования, так и в последующие 15...20 мин, что свидетельствовало о близком расположении от поверхности слоя местного глинистого грунта. Откопкой установлено наличие такового, толщиной 0,1...0,15 м, кровля которого располагалась на глубине 0,1...0,15 м от поверхности подушки. На указанном участке поверхностный слой подушки, толщиной 0,25...0,30 м, был удален и заменен слоем чистого песка (аналогично поступили в нескольких точках объема подушки, где включения комков местного суглинка существенных размеров были выявлены при зондировочном бурении).

На упомянутом выше участке обрабатывали и технологию послойного поверхностного уплотнения песка площадочным вибратором. После двух проходов по одному следу со скоростью 1,5 м/мин, плотность сухого грунта составила в среднем 1,53 г/см³ (при интервале значений 1,49...1,55 г/см³), после четырех проходов – 1,60 г/см³ (интервал значений 1,56...1,62 г/см³). Перед наращиванием толщины подушки ее поверхность (после предварительного разрыхления), подвергали уплотнению поверхностным вибрированием с одновременной обильной проливкой водой.

Увеличение толщины песчаной подушки до общего размера 2,1 м, производили послойно, горизонтальными слоями толщиной 15...20 см, с проливкой водой и с уплотнением поверхностной вибрацией.

Работы по реконструкции песчаной подушки и устройству фундамента с последующим монтажом антенной опоры были выполнены в 2001 г. Фундамент антенной опоры в течении прошедших 12 лет эксплуатируется безотказно.

ВЫВОД

Удачный опыт проведенной реконструкции песчаной подушки подтвердил правильность принятых решений, что позволяет рекомендовать их в условиях, аналогичных рассмотренным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матус Ю.В. Аналитическое определение глубины зоны деформации при расчете осадки фундамента интегральным методом / Ю.В. Матус // Вісник ОДАБА. – 2000. – №1. – С. 27 – 30.

Статья поступила в редакцию 10.09.2013 г.