

N1, 1999

Некоторый опыт строительства на слабых грунтах

Б.И.Далматов

Строители, возводя несущие конструкции сооружений, применяют различные материалы, которые выбирают в зависимости от требуемой прочности и деформативности конструкций. Все нагрузки, включая собственный вес, передаются через фундаменты на грунты основания, которые часто обладают во много раз меньшей прочностью и большей деформативностью чем конструкции, что во многих случаях способствует развитию неравномерных осадок. Это вызывает искривление конструкций, которое может приводить к появлению в них трещин и даже полному разрушению. Особенно часто это происходит при наличии в основании сооружений слабых сильно сжимаемых, просадочных, а также структурно-неустойчивых грунтов и при динамических воздействиях. В некоторых случаях осадки связаны с потерей устойчивости грунта основания - с выпором его в стороны и даже вверх.

К сожалению, в последнее время наблюдается снижение качества инженерно-геологических изысканий, что связано с кризисным состоянием известных изыскательских организаций и появлением новых фирм, не имеющих необходимого опыта и оборудования. При изысканиях все чаще прямые определения механических свойств грунтов подменяются приблизительными архивными данными. Такая практика недопустима при реконструкции городской застройки и новом строительстве в историческом центре городов.

Особое внимание должно быть уделено изучению свойств слабых глинистых грунтов. Как показал опыт строительства в Санкт-Петербурге, эти грунты вносят наибольший вклад в развитие осадок зданий и сооружений.

В Санкт-Петербурге при возведении новых зданий на естественном основании на месте разрушенных по время войны стали отмечаться осадки соседней застройки, обусловленные возникновением дополнительных напряжений в грунтах оснований существующих соседних зданий. Поэтому давление от новых зданий стали передавать сваями на более плотные грунты, расположенные ниже толщи слабых отложений. Однако, как показал опыт, во время забивки свай происходило уплотнение поверхностных песков. Поэтому было рекомендовано отказаться от забивки свай в зоне ближе 20 м от существующих строений, а на этом участке погружать их вдавливанием статической нагрузкой. При таком решении в ряде случаев удавалось избежать существенной дополнительной осадки соседних зданий, но иногда дополнительная осадка достигала 5 и более см. Поэтому Санкт-петербургским государственным архитектурно-строительным университетом был проведен комплекс исследований. Эти исследования показали, что при вдавливании непосредственно около фундаментов существующих зданий первых свай дополнительные осадки обычно не возникают. Но погружение рядом большого количества свай приводит к появлению дополнительных осадок, которые постепенно развиваются даже без приложения нагрузок на сваи. Это означает, что происходит увеличение сжимаемости грунтов под существующими зданиями. Есть основание полагать, что вдавливание свай статической нагрузкой приводит к нарушению природной структуры слабых грунтов, после чего эти грунты начинают уплотняться, что отражается на осадке существующих фундаментов. По мере увеличения нагрузки на вдавленные сваи, т.е. по мере возведения нового здания, осадки существующих зданий возрастают как за счет сжатия грунтов ниже острия, так и за счет сжатия слабых грунтов в пределах длины свай. Так как эти слабые грунты находятся в основании существующих соседних зданий, то их уплотнение приводит к дополнительной и иногда значительной осадке окружающей застройки. К сожалению, опасность нарушения природной структуры чувствительных грунтов не учитывается ни проектировщиками, ни производителями работ. Метод вдавливания свай, несмотря на множество примеров его

негативного влияния на существующую застройку, продолжает необоснованно считаться щадящим.

Пожалуй впервые факт влияния статического вдавливания свай на осадки фундаментов существующего здания был отмечен еще в конце 1950-х годов при реконструкции Мариинского театра. Предполагалось развить сцену театра в сторону Крюкова канала. Для этого была спроектирована новая задняя стена сцены с разборкой существующей. Работы по погружению деревянных свай длиной 24 м (три звена по 8 м) начали осуществлять с юга по направлению к сцене. Однако при забивке свай в стенах здания театра стали появляться трещины. Поэтому было решено далее делать набивные сваи с вдавливанием железобетонных труб диаметром около 0,8 м статической нагрузкой с последующим заполнением внутренней полости бетоном. Сваи располагались в один ряд на расстоянии более 3-х метров от существующих фундаментов задней стены сцены театра. Однако в ходе работ осадки фундаментов стен интенсифицировались. Особенно оседала задняя стена сцены, которая, кроме того, отклонилась от вертикали в сторону Крюкова канала, с акватории которого погружались сваи. Это было зафиксировано по трещинам на пилоне поперечной сцены. В верхней части пилона раскрытие трещины достигало 4 см. Поэтому задняя стена сцены угрожала обрушением. Было рекомендовано немедленно поставить металлические связи для ее объединения с пилоном и поперечной стеной. Наблюдались осадки фундаментов и других стен театра.

В связи с нарастанием осадок проф. Б.Д.Васильев, мой учитель, рекомендовал под фундаментами здания, претерпевающими медленно развивающиеся осадки за счет ползучести слабых глинистых грунтов, закрепить пылеватые пески, сделав своего рода подушки. Это привело к резкому уменьшению скорости развития осадки фундаментов. Развитие дополнительных осадок существующих стен театра мною объяснялось нарушением природной структуры слабых глинистых грунтов при вдавливании свай через слой этих грунтов. В общей сложности существующая задняя стена сцены получила дополнительную осадку свыше 10 см. Чем дальше располагались стены от мест погружения свай, тем меньше было развитие осадки и на расстоянии более 20...30 м осадки равнялись нулю. В связи с развитием дополнительных осадок фундаментов стен здания пришлось отказаться от углубления сцены и на фундаментах возвести всего лишь стену в 3 этажа.

В последнее время в арсенале геотехнических подрядных организаций стали появляться современные зарубежные технологии устройства свай. Применение этих технологий без дополнительных исследований и приспособления к специфическим геологическим условиям Петербурга привело к негативным последствиям при реконструкции гостиницы “Невский Палас”, а также при строительстве транспортно-коммерческого центра на Лиговском пр.

В первом случае применение свай, изготавливаемых под защитой обсадной трубы с разработкой грунта грейферным ковшом, привело к разрушению трех соседних зданий – их осадки превысили 30 см.

В последнем случае устраивались шнековые сваи по технологии CFA, которая сводилась к погружению в грунт шнека диаметром 620 мм. После погружения шнека на глубину около 26 м через его трубчатую штангу на забой подавался раствор бетонной смеси под давлением до 9 атм. Опыт строительства показал, что первые сваи в фундаменте изготавливались с расходом бетонной смеси на 30% больше, чем объем грунта, вынутого шнеком. Последующие сваи требовали все больше и больше бетонной смеси, расход которой превышал объем вынутого грунта на величину до 130%.

Наблюдения показали, что соседнее 7-этажное здание по Лиговскому пр. № 44 находящееся на расстоянии около 25 м от места изготовления шнековых свай, получило осадку более 4 см.

Какие же причины при массовом изготовлении шнековых свай привели к развитию осадки поверхности грунта даже на расстоянии нескольких метров? Нам представляется, что при изготовлении шнековых свай с подачей бетонной смеси под давлением до 9-ти атмосфер деформировался слабый чувствительный грунт в результате значительного горизонтального давления от бетонной смеси. Это привело к потере его природной структуры, в результате чего резко увеличилась сжимаемость грунта, приводящая к дополнительной осадке без увеличения нагрузки.

К сожалению, геотехнические проблемы могут возникать не только в случае применения новых технологий, влияние которых на структуру грунтов основания еще недостаточно исследовано. Значительное количество аварий зданий связано с ошибками, заложенными в проекте или допущенными при производстве работ. Наиболее распространенными ошибками является неучет влияния нового здания на существующие или недостаточные меры защиты окружающих строений от дополнительной нагрузки на основание от возводимого здания. В примыканиях к старой застройке часто устраивается шпунт слишком короткий для того, чтобы разграничить зоны напряженного состояния под новым и старым зданиями. Установлено, что эффективная работа шпунта в качестве разделительной стенки возможна лишь в том случае, если он прорезает всю сжимаемую толщу.

При устройстве глубоких котлованов анкера для крепления ограждения иногда выполняют непосредственно под фундаментами существующих зданий, не учитывая негативное влияние анкеров на эти здания. В последнее время в Петербурге получили распространение короткие буроинъекционные анкера. С помощью таких анкеров длиной около 10 м осуществляется крепление ограждения глубоких котлованов (глубиной до 7 м от поверхности) в центре города, в том числе при строительстве пешеходных переходов. Экспертиза ряда объектов, проведенная городской комиссией по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям показала неэффективность таких анкеров и тем более невозможность восприятия ими требуемого усилия в 20 т.

Таким образом, круг вопросов, требующих самого пристального внимания геотехников, остается весьма широким. Это связано как со сложностью проблем нового строительства и реконструкции городской застройки в условиях слабых грунтов, как и с недостаточным уровнем геотехнического образования участников строительства.

Надеюсь, что новое периодическое издание будет способствовать распространению знаний в области геотехники и общему повышению профессионального уровня строителей.