

УДК 624.130

СЕЛЕКТИВНОЕ ИНЪЕКЦИОННОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОЙ НАГРУЗКЕ НА ГРУНТОВОЕ ОСНОВАНИЕ

Т.О. Гончарова, студентка гр. ФП-101, V курс
Научный руководитель: С.М. Простов, д.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В результате патентного анализа были выявлены перспективные способы и устройства для укрепления грунтовых оснований технических сооружений. В данной работе описаны способы селективного инъекционного закрепления грунтов при ликвидации аварийных состояний сооружений, связанных с неравномерной осадкой фундаментов, вызванной асимметрией конструкции или зональностью свойств грунтов.

Способ выравнивания крена зданий в водонасыщенных грунтах [1] предполагает комплекс мероприятий без разрушения и удаления объемов грунта:

- сооружение шпунтовой стенки по наружному краю фундамента со стороны крена здания и на глубину не менее зоны сжатия грунтового основания от здания;
- бурение скважин по наружному краю фундамента со стороны, противоположной крену здания, на глубину не менее зоны сжатия с последующей ступенчатой откачкой из них грунтовых вод.

Минимальное значение осадки будет наблюдаться у края фундамента со стороны крена. Таким образом, за счет изменения направления деформаций под противоположными краями здания происходит выравнивание крена здания, возведенного на водонасыщенных грунтах. Управление процессом выравнивания крена осуществляется непрерывно путем постоянного геодезического контроля положения здания в пространстве и путем регулируемой ступенчатой откачки воды из скважин. В случае необходимости процесс обезвоживания может быть остановлен на любом этапе выравнивания крена.

После выравнивания крена здания производится упрочнение грунта под фундаментом здания путем введения в него закрепляющего раствора. Для этого с помощью инъекторов, погружаемых наклонно в грунтовое основание с наружной стороны фундаментов в пределах зоны сжатия, производят введение в грунт закрепляющего раствора, например цементно-песчаного.

На чертеже показан фундамент 1, положение здания при его крене 2, положение здания после его выправления 3, шпунтовая стенка 4, зона сжатия 5, скважина 6, глубинный насос 7, положение депрессионной кривой 8, инъектор 9, зона закрепления 10, крен здания 11.

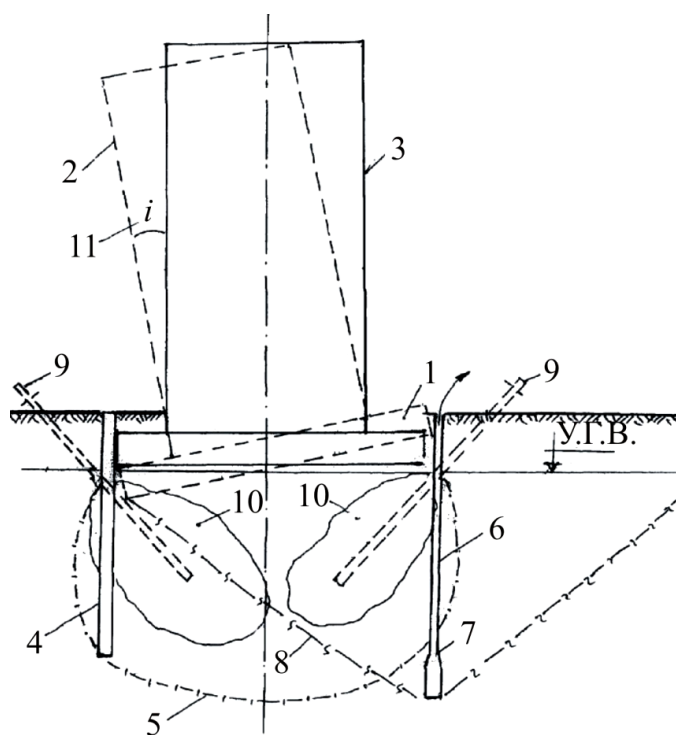


Рис. 1. Схема способа выравнивания крена зданий в водонасыщенных грунтах: 1 – фундамент; 2 - положение здания при его крене; 3 - положение здания после его выправления; 4 - шпунтовая стенка; 5 - зона сжатия; 6 – скважина; 7 - глубинный насос; 8 - положение депрессионной кривой; 9 – иньектор; 10 - зона закрепления; 11 - крен здания

Реализация данного способа осуществляется в следующей последовательности:

- по наружному краю фундамента 1 со стороны крена 2 здания осуществляют возведение шпунтовой стенки 4 на глубину не менее зоны сжатия 5;
- с противоположной крену 11 стороны здания производят бурение скважин 6 на глубину не менее зоны сжатия 5;
- производят погружение глубинных насосов 7 в скважины 6 с последующей ступенчатой откачкой грунтовых вод, при этом в грунтовом основании в пределах зоны сжатия 5 происходит формирование обезвоженной зоны;
- производят оценку возникших деформаций на противоположных сторонах здания, путем сравнения геодезическими методами положения здания при его крене 2 с положением после частичного выправления крена 3;
- в случае достижения проектного положения здания после выправления крена 3 процессы откачки воды, а следовательно, и процесс деформирования основания останавливаются;
- стабилизацию грунтового основания в пределах зоны сжатия 5 осуществляют путем введения в грунт основания закрепляющего раствора с помощью иньекторов 9, погружаемых наклонно в грунтовое основание с наружной стороны фундаментов.

Способ селективного укрепления грунтов [2] направлен на выпрямление изогнутой по глубине оси сооружения. В предложенном способе используется экспериментально установленный факт временного ослабления и увеличения осадок закрепленных грунтов в течение некоторого периода, соответствующего активному твердению закрепляющего раствора. Предлагаемый порядок закрепления грунтов (начиная с захваток, в пределах которых в объекте возникли наименьшие осадки) обеспечивает образование здесь дополнительных осадок, что улучшает состояние сооружения по сравнению с состоя-

нием до закрепления за счет контролируемого выпрямления его изогнутой оси.

На рис. 2 приведены схема и графики, поясняющие реализацию данного способа. При эксплуатации разноэтажного сооружения в результате влияния неблагоприятных инженерно-геологических условий возникли опасные деформации и образовались трещины 5 в конструкциях низкоэтажной 3 и высокоэтажной 4 частей.

В основании фундаментов 1 и 2 в пределах шести захваток 6–9 было произведено:

- на первом этапе – закрепление грунтов на захватках 6 и 7 путем инъекции цементного раствора на глубину 5 м;

- на втором этапе работ – закрепление грунтов оснований путем устройства буринъекционных свай на глубину 7 м под низкоэтажной 3 (поз. 8) и на глубину 9 м под высокоэтажной 4 частями объекта (поз. 9), причем работы по устройству буринъекционных свай были выполнены сначала через одну скважину, затем (спустя 7 сут, т.е. после частичного твердения закрепляющего раствора) – в остальных скважинах.

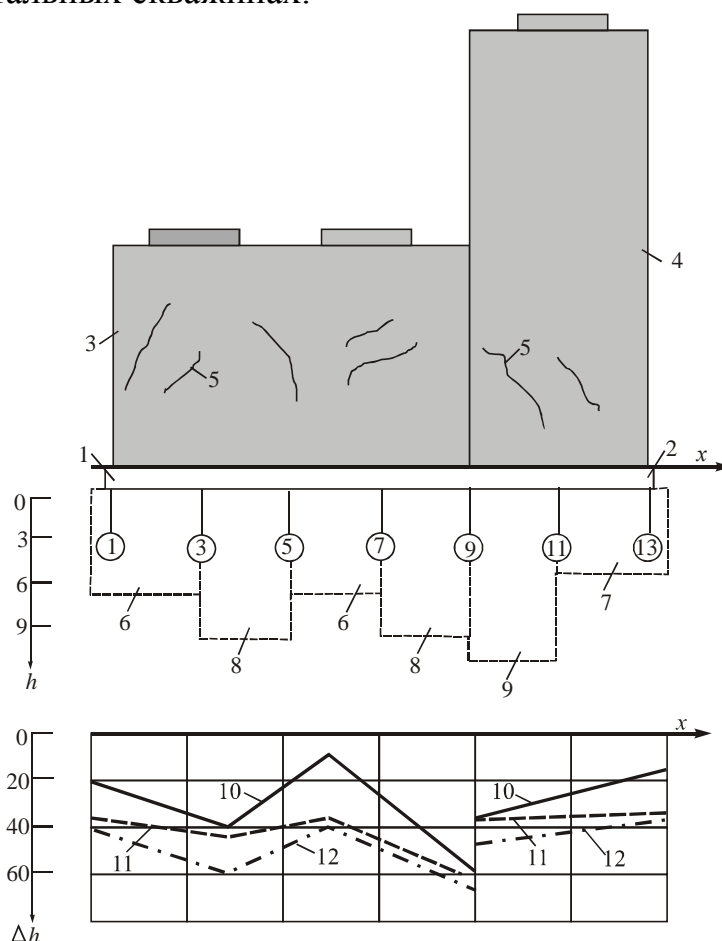


Рис. 2. Схема способа селективного укрепления грунтов в основании горнотехнического сооружения:

1, 2 – фундаменты; 3 – низкоэтажная часть объекта; 4 – высокоэтажная часть объекта; 5 – трещины в конструкции объекта; 6–9 – инъекционные захватки; 10–12 – графики деформаций основания; \square – \oplus Оси

Из анализа начальных осадок частей 3 и 4 сооружения следует, что график 10 на рис. 2 имеет два однозначно изгибаемых вниз участка: первый – в пределах осей 1–7, второй – в пределах осей 7–9, 9–13. Положение захваток первого этапа работ было принято под теми участками фундаментов 1 и 2, в пределах которых зафиксированы наименьшие осадки. В направлении этих же осей в строениях 3 и 4 имеются нисходящие наклонные трещины 5, по которым также можно судить о рациональном размещении захваток на первом этапе работ.

После осуществления первого этапа работ на захватках 6 и 7 положение изогнутых осей объектов 3 и 4, установленное инструментальными измерениями, изменилось так, как показано на графике $\Delta h(x)$. График свидетельствует о возникновении дополнительных осадок на захватке 6 с наибольшей величиной до 20 мм. Эти осадки, продолжавшиеся в течение месяца после инъекции растворов, способствовали "выпрямлению" изогнутой оси малоэтажной части 3 сооружения, улучшению общего его состояния по сравнению с первоначальным.

После двухэтапного выполнения работ по устройству буроинъекционных свай на захватках 8 и 9 возникли дополнительные осадки, которые развивались в течение 2 мес (график 12). При этом конечные осадки несколько увеличились (на 15–17 мм), но наклоны графиков на участках осей 1–3, 3–7, 7–9 и 9–13, характеризующие неравномерность деформаций отдельных частей строений 3 и 4, уменьшились по сравнению с первоначальным состоянием (поз. 10).

С целью практической реализации способов устранения неравномерных осадок конструкции были проведены производственные экспериментальные исследования на объекте ООО "НООЦЕНТР". Экспериментальный участок представлял собой пятиэтажное здание, находившееся в аварийном состоянии ввиду недопустимых деформаций конструкции и образования трещин. Для инструментальных наблюдений на внешних стенах на уровне цокольного этажа объекта были установлены 23 контурных репера (деформационные марки) и 2 опорных грунтовых репера на глубину 8 м (рис. 3, а).

Среднее значение скорости осадок в момент закрепления грунтов составило $V_{cp} = 0,132$ мм/сут, а по остальным циклам измерений – 0,016 мм/сут, т.е. уменьшилось в 8,25 раза. Неравномерность осадок вдоль продольной оси x сооружения на начальной стадии наблюдений достигала 60 %: наибольшие деформации основания наблюдались на интервале $x = 0 - 25$ м, наименьшие – на интервале $x = 43 - 70$ м (рис. 3, б).

Таким образом, применение описанных разработок обеспечивает повышение качества укрепительных работ, а также более рациональное использование строительных материалов.

Технология селективного инъекционного закрепления грунтовых оснований реализована на ряде объектов ООО «НООЦЕНТР».

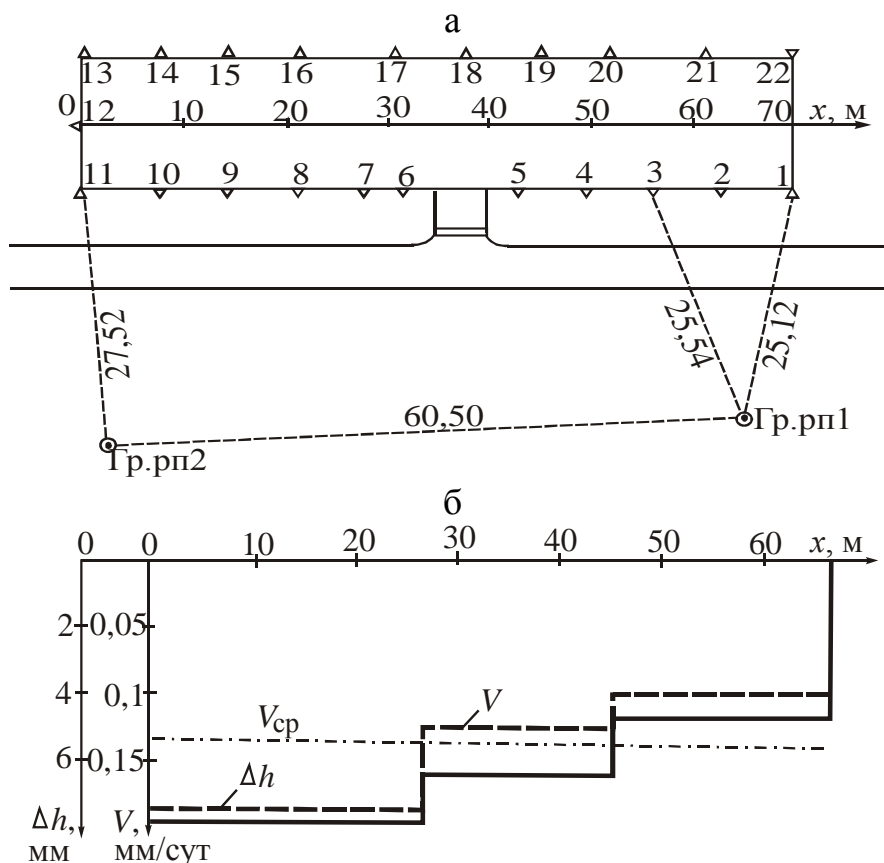


Рис. 3. Схема объекта (а); графики изменения средних значений деформации Δh и скоростей V деформаций основания по продольной оси x сооружения непосредственно после нагнетания (б):

Δ – контурные реперы; \odot – опорные грунтовые реперы; Ox – продольная ось

Следует отметить, что необходимые для реализации данных способов селективного укрепления грунтов базы данных об осадках оснований сооружений могут быть получены не экспериментально, а расчетным путем с использованием специальных компьютерных программ. Это позволит устранить необходимость длительных трудоемких геодезических измерений, а также принципиально повысить точность прогноза во времени.

Список литературы:

1. Патент на изобретение № 2348760 C1(RU), МПК E02D35/00. Способ выравнивания кренов зданий, возведенных на водонасыщенных грунтах / В. Н. Кровяков, В. А. Бабелло, О. В. Сергейчук [и др.]. – №2007124248/03; Заявл. 27.06.2007; Оpubл. 10.03.2009.
2. Патент № 2162917 C2(RU), МПК 7 E02D 3/12, E02D 37/00. Способ закрепления грунтов в основании деформированных зданий и сооружений / В. В. Лушников, В. А. Богомолов, А. С. Кусморцев, О. В. Герасимов; ОАО "УралНИАСцентр". – № 99107679/03; Заявл. 04.07.99; Оpubл. 02.10.01; Бюл. 16.