

УДК 334

Кукушкин Всеволод Петрович
Магистрант 2 курса, напр. “Строительство”,
профиль спец. “Технология и организация
строительного производства”

Научный руководитель:
Алпатов Вадим Юрьевич,
к.т.н., зав. Кафедрой
СамГТУ, г.Самара, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТОВ

Аннотация: в статье приведены основные методы искусственного повышения несущей способности грунтов, в том числе и на склонах. Подчеркивается, что выбор способа зависит от свойств грунтов и уклона склона. При этом любая технология должна быть обоснована по экономическим и экологическим параметрам. Кратко рассказывается об истории первого опыта термического закрепления грунтов в Древних Китае и Кореи, с помощью известняка.

Ключевые слова: грунты, повышение несущей способности, методы, технологии.

Искусственное повышение несущей способности грунтов является первоочередной задачей не только при строительстве зданий и сооружений на слабых грунтах или склонах, но и при их реконструкции. Считается, что технологии по упрочнению грунтов оснований впервые были описаны русским архитектором и инженером Н. Г. Максимилиан де Решефором в «Урочных положениях» в 1889 году. «Иллюстрированное урочное положение» впервые издавалось только в 1906 году, как справочник архитектора. Приведенные в книге технологии выполнения работ применяются и в настоящее время, основное отличие заключается в использовании современных материальных и энергетических (машин, механизмов, оборудования) ресурсов. Однако, строительная наука в настоящее время предлагает различные инновационные технологии упрочнения грунтов, несмотря на отсутствие системного подхода к технологиям производства работ и классификации методов упрочнения и способов выполнения работ.

Для повышения прочности оснований эксплуатируемых зданий и сооружений и предотвращения развития в их конструкциях деформаций аварийного характера, а также для выполнения работ по ремонту и реконструкции существующих фундаментов и их оснований широко применяют различные методы укрепления и усиления.

Необходимо отметить, что существуют три основных методов направленные на повышение несущей способности оснований: конструктивный метод, уплотнение грунтов и закрепление грунтов.

Выбор метода искусственного улучшения основания зависит от характера напластований, типов грунтов и их физико-механических свойств, особенностей сооружений и интенсивности передаваемых нагрузок, решаемых инженерных задач, технологических возможностей.

Если рассмотрим каждый из перечисленных методов, то в существующей отечественной и зарубежной литературе [1-5] конструктивные методы представляют замену слабого слоя грунта основания (устройство грунтовых подушек); выполнение шпунтовых ограждений; армирование грунта; устройство боковых пригрузок (каменную, песчано-гравийную отсыпку), устройство противодиффузионных завес (рисунок 1).



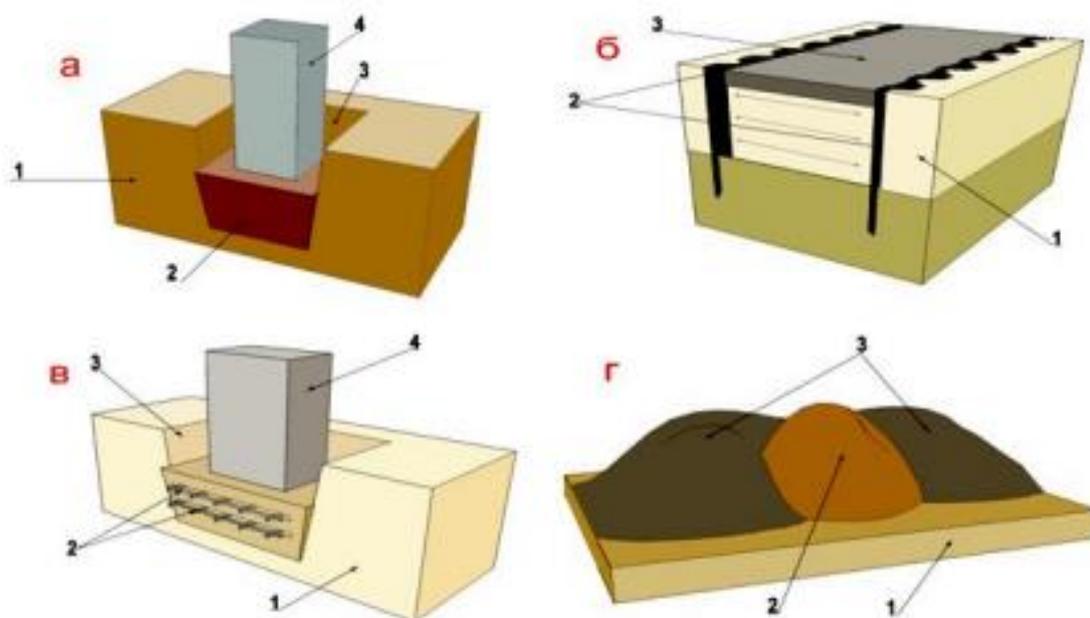


Рис.1. Повышение несущей способности оснований грунтов конструктивными методами:
а) устройства грунтовых подушек 1 – слабый грунт, 2 – грунтовая подушка, 3 – контур котлована, 4– фундамент; б) устройства шпунтовых ограждений: 1 – слабый грунт, 2 – шпунты, 3 – фундаментная плита; в) армирования грунта: 1 – слабый грунт, 2 – композит для армирования, 3 – контур котлована, 4– фундамент; г) устройства боковых пригрузок: 1 – слабый грунт, 2 – насыпь, 3 – боковые пригрузки из крупнообломочных и песчаных грунтов.

Грунтовые подушки устраиваются в слабых сильносжимаемых грунтах, каковыми являются илы, связные грунты в текучем состоянии, торф, заторфованные, насыпные и пучинистые грунты.

Материал, который должен использоваться в качестве подушки должен быть удобоукладываемый, устойчивый при движении подземных вод, иметь относительно высокое сопротивление к сдвигу и заданную (расчетную) плотность, во избежание осадок в результате замачивания или динамических нагрузок. Если местные грунты поддаются уплотнению, то подушки можно устраивать с их применением, вместо песка. Супеси, суглинки, глины в качестве подушек используют выше уровня подземных вод. Укладываются они при определенной влажности с тщательным контролем над однородностью состава и степенью их уплотнения.

Когда слабые грунты имеют значительную толщину, устраивают двухъярусное (двухслойное основание). На естественном основании устраивают грунтовую подушку, толщина которой определяется расчетным путем исходя из давления, которое можно передать на подстилающие ее грунты. При определении других геометрических размеров (длины, ширины) необходимо учитывать сопротивляемость к горизонтальному давлению грунта, расположенного по сторонам от нее, чтобы исключить возможную деформацию подушки по длине и ширине.

При устройстве шпунтовых ограждений по периметру фундаментной плиты выполняется сплошная шпунтовая стенка, воспринимающая боковое давление грунта, чтобы избежать выпирания слабого грунта из-под фундамента. Через толщу слабых грунтов в относительно плотный грунт забивают шпунт с заделкой его в фундаментную плиту, под которой устраивают дренирующую песчаную подсыпку. Такое решение подходит для сооружений, допускающих значительную осадку.

Армирование грунтов для повышения несущей способности оснований очень актуально для зданий, построенных на склонах. Выбор из множества методов и способов зависит от геологических условий, этажности здания, густонаселенности и других факторов местности нахождения зданий.

Самыми распространенными методами в настоящее время являются методы с применением керамических блоков, геотекстиля, геосеток, габионов, геоматов, георешеток и т.д. Они ежегодно совершенствуются и встречаются комбинированные методы, сочетающие матрацы Рено, габионы Маккаферри с полимерными материалами, композитными и наноматериалами.

Особую актуальность приобретают технологии изготовления подпорных стен с применением материалов подлежащих утилизации: изношенные автомобильные шины, пластиковые бутылки. Закрепляются небольшие склоны габионами из пластиковых коробок, заполненные отходами не подвергающиеся к разложению.

Уплотнение и закрепление грунтов в литературе [7] рассматривается следующим образом:

Уплотнение грунтов – это механический способ усиления оснований, различают поверхностный и глубинный. Обычно уплотнению подлежат недоуплотненные макропористые сжимаемые грунты, к которым относят:

- лессовые просадочные;
- рыхлые песчаные;
- слабые глинистые

Поверхностное уплотнение выполняют путем послойного уплотнения грунта при устройстве подушек или уплотнением оснований тяжелыми трамбовками.

Поверхностное уплотнение производится:

- укаткой;
- трамбовкой;
- вибрационными механизмами (виброуплотнением);
- подводными взрывами;
- вытрамбовыванием котлованов.

Глубинное уплотнение производят грунтовыми сваями, виброуплотнением, предварительным замачиванием и замачиванием с глубинными взрывами.

К методам глубинного уплотнения относят:

- устройство песчаных, грунтовых и известковых свай;
- глубинное виброуплотнение;
- уплотнение статической пригрузкой в сочетании с устройством вертикального дренажа;
- водопонижение;
- глубинные (камуфлетные взрывы зарядов ВВ или электровзрывы).

Закрепление грунтов осуществляется, не только механическим способом (при этом при уплотнении используются не только неоднородные с укрепляемым грунтом другие виды грунта, но и различные вяжущие), но и термический, физико-механический, химический способы. Применение того или иного способа повышения прочности основания зависит от инженерно-геологических условий, конструкции здания и его фундамента, причин, вызывающих усиление, и других местных условий.

К физико-химическим способам закрепления грунтов, используемых при повышении прочности оснований, можно отнести: цементацию, упрочнение грунта негашеной известью и другие методы.

Наиболее распространенными способами химического закрепления оснований являются: силикатизация, электросиликатизация, газовая силикатизация, смолизация.

Термическое закрепление грунтов основано на термической обработке грунтов газообразными продуктами горения жидкого или газообразного топлива, сжигаемого у устья скважины или непосредственно в толще грунта.



Получается, что способы уплотнения и закрепления грунтов, направленные на увеличение несущей способности оснований иногда совпадают, только при закреплении происходит искусственное изменение строительных свойств грунтов.

Первые попытки закрепления грунтов с помощью вяжущего, по летописному своду Samguk Sagi («Исторические записи о трех царствах») считается, что было выполнено при строительстве земляной крепости Хансон в царстве Пэкче (древняя Корея). Однако, в работе [6] автор пишет, что метод упрочнения грунтов с применением извести под названием "Jeungto Chukseong", впервые все же было применено при строительстве крепости Тонгман в провинции Шэньси в Китае. Древние китайцы, а может и корейцы, применение известняка для закрепления грунтов, называли методом «кипячения почвы».

Для получения негашёной извести известняк нагревали, в процессе которого углекислый газ удалялся и превращался в оксид кальция, в материал совершенно новыми свойствами. В реакции с водой с одновременным выделением большого потока тепла («кипячение почвы») он переходил в состояние гидроксида кальция. Дальнейшее соединение с присутствующим в грунте кислородом способствовало возникновению нового, твердого как камень и водонепроницаемого материала – карбоната кальция.

Итак, технологии термического закрепления грунта известны с древних времен. Отметим, что подобный метод термозакрепления грунта, пагубно влияет на природно-техногенную систему, так как выделяется большое количество углекислого газа.

Выводы: Существующие технологии искусственного повышения несущей способности грунтов нуждаются в систематизации и классификации, как по методам выполнения работ, так и по применяемым материалам. Необходимо применять технологии, обоснованные по технико-экономическим и экологическим параметрам.

Список литературы:

1. Сонин В.В. Обзор технологий усиления слабых оснований дорожных насыпей // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 5-1. С. 104-107.
2. Ведерников Д.Е., Татьянников Д.А. Обзор современных конструктивных методов улучшения основания // Новая наука: стратегии и векторы развития. 2016. № 5-2 (82). С. 146-154.
3. Игошева Л.А., Гришина А.С. Обзор основных методов укрепления грунтов основания // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2016. №2. URL: cyberleninka.ru/article/n/obzor-osnovnyh-metodovukrepleniya-gruntov-osnovaniya (дата обращения: 24.11.2016).
4. Ponomaryov A., Zolotozubov D. Several approaches for the design of reinforced bases on karst areas // Geotextiles and Geomembranes. – 2014. – No. 42. – P. 48–51.
5. Rasouli, R., Hayashi, K., Zen, K. Controlled Permeation Grouting Method for Mitigation of Liquefaction. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. Volume 142, Issue 11 (November 2016) DOI: 10.1061/(ASCE)GT.1943-5606.0001532.
6. Shim Gwangju (심광주) A study of fortress construction method called “Jeungto Chukseong” used in Hanseong Baekje. The Hyangto Seoul, 2010, Vol: 76, p. 41-92
7. Штоль Т.М., Теличенко В.И., Феклин В.И. Технология возведения подземной части зданий и сооружений: Учеб. пособие для вузов / Т.М. Штоль, В.И. Теличенко, В.И. Феклин. – М.: Стройиздат, 1990 г, 255 с.

