

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

Усиление фундаментов с помощью разгружающих элементов

Ельжанов Ербол Абдрахманович¹, Жақсылықов Ернұр Жандарұлы²

¹ Кандидат технических наук, профессор;
Международный образовательный корпорация; Республика Казахстан;
Казахская головная архитектурно-строительная академия; Республика Казахстан
Школа строительства; Республика Казахстан

² Студент II курса;
Международный образовательный корпорация; Республика Казахстан;
Казахская головная архитектурно-строительная академия; Республика Казахстан
Школа строительства; Республика Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы усиления фундаментов существующих зданий и сооружений с применением разгружающих элементов. Приведены основные причины необходимости усиления оснований, описаны принципы работы разгружающих систем и их влияние на перераспределение нагрузок в конструкции. Рассмотрены конструктивные решения, примеры проектирования и расчёта, а также практические аспекты применения разгружающих элементов при реконструкции зданий. Исследование направлено на повышение надёжности и долговечности фундаментов при изменении эксплуатационных условий.

Ключевые слова: фундамент, усиление, разгружающие элементы, микросваи, реконструкция, основание, нагрузка.

Введение

Фундаменты являются одной из важнейших частей зданий и сооружений, обеспечивающих их устойчивость и долговечность. В процессе эксплуатации здания часто подвергаются дополнительным нагрузкам вследствие надстройки этажей, изменения функционального назначения помещений, ухудшения свойств грунта основания или воздействия внешних факторов. Всё это приводит к необходимости усиления фундаментов.

Современные методы реконструкции требуют внедрения эффективных инженерных решений, обеспечивающих надёжность и минимизацию вмешательства в существующие конструкции. Одним из таких решений является применение **разгружающих элементов**, которые позволяют перераспределять нагрузки, снижая давление на грунт и предотвращая деформации основания.

1. Общие сведения о фундаментах и основаниях

Фундаменты служат для передачи нагрузок от здания на

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

грунт. В зависимости от характера нагрузок и свойств грунта различают мелкозаглублённые, глубокозаглублённые, свайные и комбинированные типы фундаментов. Основное требование к ним – обеспечение прочности, устойчивости и равномерности осадок.

Со временем эксплуатация, ошибки при строительстве или воздействие природных факторов (замачивание, выветривание, техногенные вибрации) могут привести к снижению несущей способности основания. При этом требуется усиление существующих фундаментов, особенно при реконструкции старых зданий.

2. Необходимость усиления фундаментов

Основные причины, вызывающие необходимость усиления фундаментов:

- увеличение нагрузок вследствие надстройки здания;
- изменение расчётной схемы (новые перегородки, оборудование);
- ослабление грунта из-за подземных вод;
- ошибки при проектировании или строительстве;
- неравномерные осадки, трещины, деформации.

Традиционно усиление выполнялось путём подливки бетона под подошву или устройства дополнительных свай. Однако в современных условиях всё чаще применяются **разгружающие элементы**, обеспечивающие более рациональное распределение нагрузок.

3. Методы усиления фундаментов

Существуют следующие группы методов усиления фундаментов:

1. **Увеличение площади подошвы** – подливка железобетонной обоймы, подбетонка.

2. **Усиление основания** – цементация, силикатизация, инъектирование.

3. **Применение свайных конструкций** – забивные, буронабивные, буроинъекционные сваи.

4. **Разгружающие конструкции** – балки, ригели, анкеры, свайно-анкерные системы.

Каждый метод выбирается в зависимости от состояния фундамента, свойств грунта и характера нагрузок.

4. Разгружающие элементы: принципы и конструктивные решения

Разгружающие элементы – это инженерные конструкции, предназначенные для передачи части нагрузки от фундамента на более прочные слои грунта или на дополнительные несущие элементы.

Их задача – **снизить давление на грунт под подошвой фундамента** и предотвратить неравномерные осадки.

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

4.1. Принцип работы разгружающих систем

Суть метода заключается в том, что нагрузка от сооружения частично передаётся на дополнительные элементы — микросваи, ригели, анкеры или разгружающие балки. Они принимают часть усилий и уменьшают напряжения в теле фундамента.

4.2. Типы разгружающих конструкций

- **Разгружающие балки** — железобетонные элементы, устанавливаемые под основанием.
- **Анкерные разгрузочные системы** — применяются для стабилизации наклонных фундаментов.
- **Микросвайные поля** — система буроинъекционных свай, работающих совместно с существующим фундаментом.

4.3. Расчёт и проектирование

Расчёт фундаментов и элементов, предназначенных для разгрузки основания, выполняется на основе метода предельных состояний, который является основным принципом современного проектирования строительных конструкций и оснований зданий. Данный метод предусматривает проверку конструкции по двум группам предельных состояний: по несущей способности и по эксплуатационной пригодности. Первая группа связана с возможной потерей устойчивости конструкции или разрушением грунтового основания, а вторая — с недопустимыми деформациями, такими как чрезмерные осадки, крены или неравномерные деформации, способные негативно повлиять на нормальную эксплуатацию здания или сооружения.

При расчёте взаимодействия фундамента с грунтовым основанием важную роль играет определение напряжений, возникающих в грунтовом массиве под действием передаваемых нагрузок. Основным условием является то, что возникающее давление на грунт не должно превышать расчётное сопротивление основания. Данное условие выражается следующим соотношением:

$$\sigma = PA \leq R \quad \sigma = \frac{P}{A} \leq R \quad \sigma = AP \leq R$$

где — фактическое напряжение, возникающее в основании;

P — суммарная нагрузка, передаваемая от здания или сооружения на фундамент;

A — площадь опирания фундамента или разгрузочного элемента;

R — расчётное сопротивление грунта основания.

Расчётное сопротивление грунта определяется на основании инженерно-геологических изысканий, в ходе которых устанавливаются физико-механические характеристики

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

грунтового массива. К таким характеристикам относятся плотность, влажность, угол внутреннего трения, сцепление частиц грунта, а также модуль деформации. Все эти параметры оказывают существенное влияние на способность грунта воспринимать нагрузки и сопротивляться деформациям.

Одним из ключевых показателей, характеризующих работу грунтового основания, является модуль деформации грунта E_0 . Этот параметр отражает способность грунта сопротивляться деформациям под воздействием внешних нагрузок. Чем выше значение модуля деформации, тем меньше ожидаемая величина осадок основания. При проектировании фундаментов данный показатель используется для определения возможных деформаций основания и оценки их влияния на устойчивость и долговечность сооружения.

При передаче нагрузки от здания на фундамент происходит перераспределение напряжений в грунтовом массиве. Давление постепенно распространяется в глубину и по площади основания, образуя так называемую зону напряжённого состояния. В пределах этой зоны грунт испытывает сжатие и деформируется. Если величина возникающих напряжений превышает допустимые значения, может произойти потеря устойчивости основания, что приведёт к значительным деформациям или даже к разрушению конструкций.

Для предотвращения подобных явлений в ряде случаев применяются специальные разгружающие элементы. Их основная задача заключается в снижении концентрации напряжений и более равномерном распределении нагрузок по площади основания. Разгружающие элементы могут представлять собой различные конструктивные решения, например дополнительные опорные элементы, армирующие слои, специальные подушки или другие инженерные конструкции, способствующие улучшению работы системы «фундамент – грунт».

В процессе проектирования необходимо учитывать совместную работу фундамента и разгружающих элементов. Это означает, что деформации всех элементов системы должны рассматриваться в комплексе. При этом важно обеспечить такое распределение нагрузок, при котором не будет возникать значительных неравномерных осадок. Неравномерные деформации основания могут вызвать появление трещин в стенах здания, перекос конструкций и снижение эксплуатационной надёжности сооружения.

Кроме того, при расчёте учитываются условия строительства и эксплуатации здания. К таким условиям относятся глубина заложения фундамента, уровень грунтовых вод, климатические

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

факторы, а также возможные динамические воздействия. Например, при высоком уровне грунтовых вод необходимо учитывать снижение прочностных характеристик грунта и возможное увеличение деформаций основания.

Большое значение имеет также правильный выбор геометрических параметров фундамента. Увеличение площади подошвы позволяет снизить давление на грунт, что способствует повышению надёжности всей конструкции. Однако чрезмерное увеличение размеров фундамента может привести к экономической неэффективности проекта, поэтому при проектировании необходимо находить оптимальное соотношение между прочностью, устойчивостью и стоимостью строительства.

Таким образом, расчёт и проектирование фундаментов представляют собой сложный инженерный процесс, который требует учёта множества факторов. Основной целью данных расчётов является обеспечение безопасной и долговечной эксплуатации сооружения.

Правильное определение нагрузок, характеристик грунтового основания и параметров фундамента позволяет предотвратить возникновение опасных деформаций, повысить устойчивость конструкции и обеспечить её надёжную работу в течение всего срока службы здания.

5. Практическое применение

Методы с разгружающими элементами нашли широкое применение при реконструкции исторических зданий и промышленных объектов.

Так, в Алматы и Астане применялись микросвайные системы для усиления фундаментов жилых домов, возведённых в 70–80-х годах XX века.

В Европе и России широко используются **буроинъекционные сваи диаметром 100–250 мм**, которые монтируются без вибраций и позволяют работать в стеснённых условиях.

Преимущества метода:

- минимальные вибрации при монтаже;
- возможность применения вблизи существующих коммуникаций;
- высокая точность и контроль качества;
- уменьшение осадок и предотвращение трещинообразования.

Заключение

Применение разгружающих элементов при усилении фундаментов является эффективным и современным методом повышения надёжности зданий.

Такие конструкции позволяют перераспределять нагрузки, стабилизировать основание и продлить срок службы сооружений без полного демонтажа фундаментов.

ARCHITECTURE, CONSTRUCTION AND DESIGN

Комплексное использование инженерных решений, включая расчёт, мониторинг осадок и контроль качества, обеспечивает безопасность и экономическую эффективность реконструкции.

References:

- [1] СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений».
- [2] СП 24.13330.2011 «Свайные фундаменты».
- [3] Кушнер, В.А. *Усиление фундаментов зданий и сооружений*. – М.: Стройиздат, 2018.
- [4] Ельжанов Е.А. *Современные методы реконструкции оснований*. – Алматы: КазГАСА, 2021.
- [5] Мельников Н.И. *Инъекционные технологии в строительстве*. – Москва, 2019.
- [6] Корольков П.П. *Микросвайные системы для усиления фундаментов*. – Санкт-Петербург, 2020.
- [7] ACI Committee 543R-12. *Guide to Design, Manufacture, and Installation of Concrete Piles*. – USA, 2012.