



(24)-0412-1

УСИЛЕНИЕ СТЕН ЗДАНИЙ СТАЛЬНЫМИ ОБОЙМАМИ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

Николай Владимирович Прядко

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
ДНР, Макеевка, Россия, pryadko_nv@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена проблемам эксплуатации и усиления конструкций зданий, расположенных на просадочных грунтах. Рассматриваются основные трудности, возникающие при проектировании, строительстве и эксплуатации таких объектов. К ним относятся неоднородность грунтов, изменения их влажности, неустойчивость на этапе строительства, а также осадки и деформации конструкций в процессе эксплуатации. Особое внимание уделяется проблемам, связанным с обеспечением долговечности зданий, необходимостью дополнительных геотехнических исследований, усилением фундаментов и конструкций, а также повышенными затратами на обслуживание. Автор анализирует примеры зданий, построенных на просадочных грунтах. Приведены конкретные примеры из практики, которые иллюстрируют, как недостаточный контроль за состоянием конструкций и плохая организация водоотведения могут привести к значительным деформациям зданий. Предлагаются мероприятия по устранению дефектов, такие как усиление конструкций, устройства водоотводящих кюветов и водопонижающих дренажей, а также реконструкция отмосток и фундамента. Рассмотрены комплексные подходы к усилению зданий, включая металлические поясные конструкции – стяжки и обоймы, что позволяет обеспечить долговечность и стабильность эксплуатации объектов на просадочных грунтах. Статья подчеркивает важность своевременной диагностики и выполнения необходимых инженерных мероприятий для предотвращения разрушений и деформаций зданий, расположенных на сложных грунтах.

Ключевые слова: здания, грунты просадочные, свойства, эксплуатация, дефекты, повреждения, деформации, трещины, усиление, тяжи, обоймы

Для цитирования: Прядко Н. В. Металлоемкость равно-связевых стальных каркасов многоэтажных зданий при защите от прогрессирующего обрушения // *Металлические конструкции*. 2024. Том 30, № 3. С. 147–159. doi: 10.71536/mc.2024.v30n3.4. edn: mdnolc.

Original article

REINFORCEMENT OF BUILDING WALLS WITH STEEL CLIPS DURING THEIR OPERATION ON SUBSIDENCE SOILS

Nikolai V. Pryadko

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
DPR, Makeevka, Russia, pryadko_nv@mail.ru*

Abstract. The article is devoted to the problems of operation and reinforcement of structures of buildings located on subsident soils. The main difficulties encountered in the design, construction and operation of such facilities are considered. These include the heterogeneity of soils, changes in their humidity, instability during the construction phase, as well as precipitation and deformation of structures during operation.



Special attention is paid to the problems associated with ensuring the durability of buildings, the need for additional geotechnical studies, strengthening foundations and structures, as well as increased maintenance costs. The author analyzes examples of buildings built on subsident soils, such as residential buildings, kindergartens and other facilities, pointing out typical defects and damages associated with inefficient sanitation, lack of proper technical supervision and insufficient implementation of design measures. The article provides specific examples from practice that illustrate how insufficient control over the condition of structures and poor organization of wastewater disposal can lead to significant deformations of buildings. Measures are proposed to eliminate defects, such as strengthening structures, installing drainage ditches and water-reducing drains, as well as reconstruction of blind areas and foundations. Comprehensive approaches to strengthening buildings, including monolithic belt structures and screeds, are considered, which makes it possible to ensure the durability and stability of the operation of facilities on subsident soils. The article emphasizes the importance of timely diagnosis and implementation of necessary engineering measures to prevent destruction and deformation of buildings located on difficult soils.

Keywords: buildings, subsidence soils, properties, operation, defects, damages, deformations, cracks, reinforcement, ties, collars

For citation: Pryancko N. V. Reinforcement of building walls with steel clips during their operation on subsidence soils. *Metal Constructions*. 2024;30(3): 147–159. (in Russ.). doi: 10.71536/mc.2024.v30n3.4. edn: mdnolc.

Введение

Эксплуатация и усиление конструкций зданий, расположенных на просадочных грунтах, представляют собой сложную задачу, связанную с рядом проблем, как при проектировании, так и в процессе эксплуатации.

Эти проблемы можно разделить на несколько основных категорий:

1. Проблемы, связанные с просадочными свойствами грунтов:

- Неоднородность грунта. Просадочные грунты могут иметь различные характеристики на разных участках строительной площадки. Это приводит к неравномерному оседанию здания, что вызывает перекосы и трещины в конструкциях.
- Просадка при изменении влажности. Грунты могут изменять свой объем под воздействием влажности (при высыхании или увлажнении), что может вызывать значительные деформации зданий и сооружений.
- Неустойчивость на этапе строительства. При строительстве на просадочных грунтах существует риск подвижек грунта, которые могут повлиять на стабильность здания в процессе возведения.

2. Проблемы осадки и деформаций конструкций:

- Неравномерные осадки. При эксплуатации здания на просадочных грунтах могут возникать неравномерные осадки, которые при-

водят к деформациям конструктивных элементов – трещины в стенах, перекосы дверных и оконных проемов, нарушение герметичности.

- Деформации фундамента. Осадки могут привести к повреждению фундамента, особенно если его проектирование не учитывает особенности просадочного грунта.

- Риск разрушения конструкций. При больших осадках возможен риск разрушения отдельных элементов здания, особенно если не предусмотрено должное усиление конструкций.

3. Проблемы с обеспечением долговечности зданий:

- Износ материалов. Повышенная влажность или циклические колебания уровня грунтовых вод могут ускорить коррозию металлических конструкций и разрушение материалов, используемых в строительстве.
- Повышенные затраты на обслуживание. Для предотвращения повреждений необходимо регулярно проводить обследования, усиливать конструкции и при необходимости укреплять грунты, что требует значительных затрат.

4. Проблемы, связанные с проектированием и усилением:

- Необходимость дополнительных исследований. Для правильного проектирования зданий на просадочных грунтах требуется проведение

специальных геотехнических исследований, чтобы точно определить свойства грунта на строительном участке.

- Необходимость усиления фундамента. На просадочных грунтах необходимо проектировать фундаменты с учетом возможных осадок и с применением специальных технологий, таких как сваи или буронабивные фундаменты, что увеличивает стоимость строительства.
- Технические сложности при усилении конструкций. Усиление существующих зданий, построенных на просадочных грунтах, может быть дорогостоящим и сложным процессом, требующим применения нестандартных решений для укрепления фундамента, стен или перекрытий.

5. Эксплуатационные проблемы:

- Изменение геометрии здания. В процессе эксплуатации возможны изменения геометрии здания, которые могут повлиять на его функциональность и безопасность. Например, перекосы могут затруднять эксплуатацию дверей, окон, коммуникаций.
- Проблемы с инженерными системами. Просадочные грунты могут оказывать влияние на работоспособность инженерных систем (канализация, водоснабжение, электросети и другие), приводя к утечкам, повреждениям трубопроводов и нарушению их работы.

6. Проблемы при усилении конструкций на поздних стадиях эксплуатации:

- Затруднённость в укреплении. Усиление зданий на поздних стадиях эксплуатации может быть трудным и дорогим процессом, особенно если осадки или другие деформации уже привели к значительным повреждениям.
- Риски для существующих конструкций. Усиление фундамента или других элементов здания на просадочных грунтах может повлиять на стабильность существующих конструкций, вызывая новые проблемы или даже ухудшая текущую ситуацию.

В совокупности, все эти проблемы требуют тщательной оценки состояния грунта, выбора правильных методов укрепления и усиления. Строительство и эксплуатации зданий на просадочных грунтах регламентируется СП 21.13330.2012

«Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах» [1–3].

Анализ исследований и публикаций

Методы укрепления зданий на просадочных грунтах активно исследуются в контексте российских климатических и грунтовых условий. Особое внимание уделяется эффективности использования стальных обойм и тяжелей для предотвращения деформаций и трещинообразования [4–6].

В зарубежных публикациях акцентируется внимание на применении стальных обойм для повышения устойчивости зданий на просадочных грунтах и в зонах сейсмической активности. Обоймы повышают жесткость и предотвращают разрушение конструкций при значительных горизонтальных нагрузках. Также активно изучается применение композитных материалов [7–10], таких как FRP, в сочетании со стальными обоймами для повышения долговечности укреплений.

Описание объекта исследований

Гражданские здания, построенные на просадочных грунтах.

Цель работы

Исследование влияния отклонений от норм проектирования и эксплуатации зданий по СП 21.13330.2012 на напряженно-деформированное состояние конструкции здания.

Основной материал

Из опыта нашего обследования зданий, построенных на просадочных грунтах, следует отметить, что все мероприятия по проектированию и эксплуатации зданий, регламентированные в СП 21.13330.2012 «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах», как правило, выполняются либо не в полной мере, либо вообще не выполняются. Есть случаи, когда условия эксплуатации зданий или прилегающих к ним территорий приводят к обводнению грунтов основания и последующему деформированию либо разрушению конструкций здания.

Пятиэтажный крупнопанельный жилой дом № 31 по ул. Мечникова в г. Курахово Донецкой области был построен в 1980 г. Здание имеет 5 секций с размерами в плане 96×12 м. Несущие стены – поперечные, деформационные осадочные швы между секциями здания отсутствуют. Основанием фундаментов служат суглинки просадочные с начальным просадочным давлением 1,8 кг/см² и мощностью просадочного слоя 3 м. Обследование здания выполнено в связи со значительными деформациями основных несущих и ограждающих конструкций здания. Установлено, что вокруг здания асфальтобетонная отмостка либо разрушена, либо имеет уклон в сторону здания.

При обследовании техподполья обнаружено, что оно заливается водой, поступающей как из водонесущих коммуникаций, так и водой, проникающей под наружными стенами от отмостки, на которую сбрасывается вода с кровли здания.

Наиболее значительные деформации наружных стеновых панелей и лестничной клетки имеет пятый подъезд жилого дома.

Трещины по стыкам панелей имеют ширину раскрытия до 60 мм в результате смещения внутренней несущей поперечной стены и наружных стеновых панелей лестничной клетки (выступающая часть здания – рис. 1).

Жилой 9-ти этажный крупноблочный дом в г. Енакиеве построен в 1989 г. с соблюдением всех необходимых мероприятий, предусматри-

вающих строительство здания на просадочных грунтах.

Для снижения влияния просадочности грунта проектом предусмотрена выборка просадочных грунтов на всю толщу просадочного слоя и засыпка выбранного пространства отвальным доменным шлаком с послойным трамбованием.

Здание построено на рельефе, позволяющем быстро и беспрепятственно отводить грунтовые воды от здания.

Жильцы дома весной 2008 г. были обеспокоены потрескиванием, исходящим от стыков между стеновыми блоками и выпадением раствора из стыков между плитами перекрытия.

При обследовании установлено, что вода с кровли здания через внутренний водоотвод сбрасывается рядом с частично разрушенной отмосткой и проникает под фундаменты. Техническое подполье неоднократно затапливалось и затапливается водой из сетей водопровода и системы отопления. В пространстве деформационного шва между отсеками здания вода во время дождей аккумулируется, попадает под фундаменты и обводняет грунты основания, что способствует оседанию здания (рис. 2).

Все вышеперечисленные факторы способствуют обводнению, проседанию грунтов основания и деформациям здания.

Здание РТС в г. Константиновка выполнено по неполной каркасной конструктивной схеме с наружными несущими стенами. Внутри здания

а)



б)



в)



Рисунок 1. Пятиэтажный крупнопанельный жилой дом № 31 по ул. Мечникова в г. Курахово: а) асфальтобетонная отмостка либо разрушена, либо имеет уклон в сторону здания; б) трещины по стыкам панелей имеют ширину раскрытия до 60 мм в уровне 4–5 этажей; в) фрагмент фасада, с раскрытием трещин до 60 мм.

расположена кирпичная колонна, на которую опираются балки покрытия, а на них плиты покрытия. Фундаменты бутобетонные. Монолитные фундаментный и поэтажный пояса отсутствуют.

В основании фундаментов залегают суглинки, которые на глубине 3–5 м обладают просадочными свойствами (грунты 1 типа просадочности).

Здание эксплуатируется с 1969 г. и расположено на рельефе, который не позволяет быстро отводить от здания дождевые воды, что является обязательным при строительстве на просадочных грунтах. Вода с кровли здания сбрасывается на частично разрушенную отмостку и проникает под фундаменты. Фундаменты здания неоднократно затапливались водой из сетей водопровода.

Все вышеперечисленные факторы способствуют обводнению, проседанию грунтов основания и деформациям здания (рис. 3).

Здание детского сада № 405 (рис. 3, 4) в г. Донецке было запроектировано со всеми необходимыми конструктивными мероприятиями при строительстве на подрабатываемой территории и просадочных грунтах и сдано в эксплуатацию в 1995 году. Здание построено в микрорайоне «Парковый» и окружено со всех сторон жилыми девятиэтажными домами. Рельеф местности, где расположен детский сад, в определенной степени способствует скоплению дождевых и грунтовых вод. После строительства несколько лет назад выше по рельефу местности супермаркета и асфальтированием вокруг него значительной территории под подъездные дороги и автостоянки дождевые

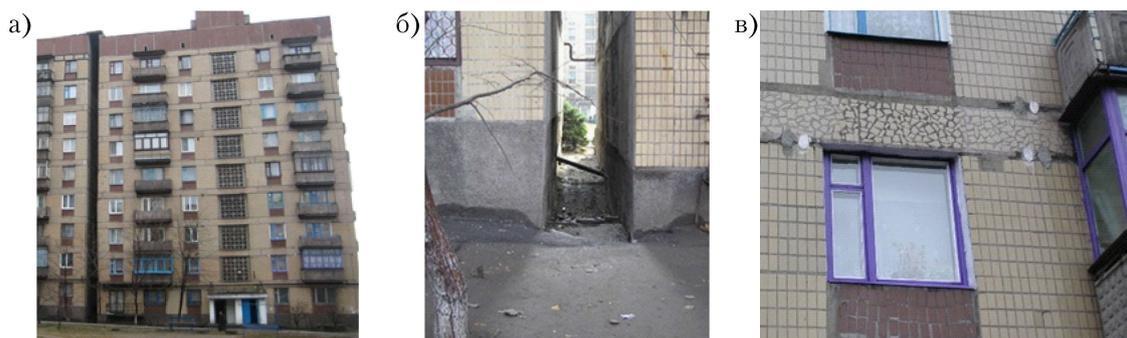


Рисунок 2. Девятиэтажный жилой дом в г. Енакиево: а) общий вид жилого дома. Деформационный шов между секциями дома не защищен от атмосферных осадков; б) атмосферные осадки с отмостки через деформационный шов попадает в подвальное помещение нижерасположенной секции дома; в) трещины раскрытием до 2 мм в наружных стенах здания в результате проседания грунтов основания. На трещинах в стенах установлены «маяки».



Рисунок 3. Здания РТС в г. Константиновка: а) планировка территории не позволяет быстрый и беспрепятственный отвод дождевых и талых вод от здания. Отмостка вокруг здания отсутствует; б) в наружных торцовых стенах наблюдаются трещины раскрытием до 30 мм.

воды, стекая по рельефу в сторону детского сада, способствовали поднятию уровня грунтовых вод и деформированию остова здания.

Для оценки состояния оснований и фундаментов в подвале здания были отрыты шурфы. Установлено, что фундаменты под колонны имеют размеры (2 000×2 000 мм) и заглубление, соответствующие проектным значениям.

Основанием под фундаменты служат обводненные суглинки просадочные 1 типа. Грунт под цокольными стеновыми панелями просел.

Наружные стены АОЗТ ДПТП «Донбасс» в г. Донецке имеют сквозные трещины раскрытием от 1 до 5 мм. Наибольшее раскрытие трещин зафиксировано в стенах с правой стороны проезда во двор фабрики – 5 мм. Расположение трещин (рис. 6) характерно для случая при

аварийном замачивании грунтов основания по главному фасаду. По данным исследования грунт под подошвой фундамента находится в мягкопластичной консистенции (близкой к тугопластичной). Коэффициент пористости исследуемого грунта равен $e = 0.68$. В непосредственной близости от этого места расположен водовод, который имеет частые порывы.

Анализ дефектов и повреждений в вышеперечисленных зданиях позволяет сделать выводы, что во всех зданиях наблюдаются:

1. Просадочные грунты: здания расположены на просадочных грунтах, что обуславливает их подверженность деформациям. Грунты основания в ряде случаев обладают значительными просадочными свойствами, что усугубляет проблему.



Рисунок 4. Детского сада № 405 в Калининском районе, г. Донецк. а) проседание и разрушение отмостки вокруг здания, уклон отмостки в сторону здания. Вентиляционные приемки не защищены от проникновения в подвал атмосферных осадков; б) отклонение стены детского сада № 405 по оси «А» от вертикали на 70 мм.

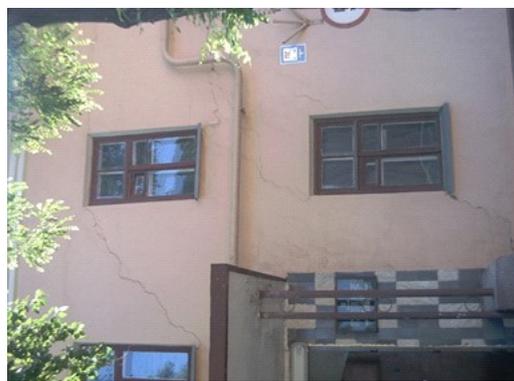


Рисунок 5. Здание АОЗТ ДПТП «Донбасс» в г. Донецке. Наклонные и горизонтальные трещины в стенах по главному фасаду.

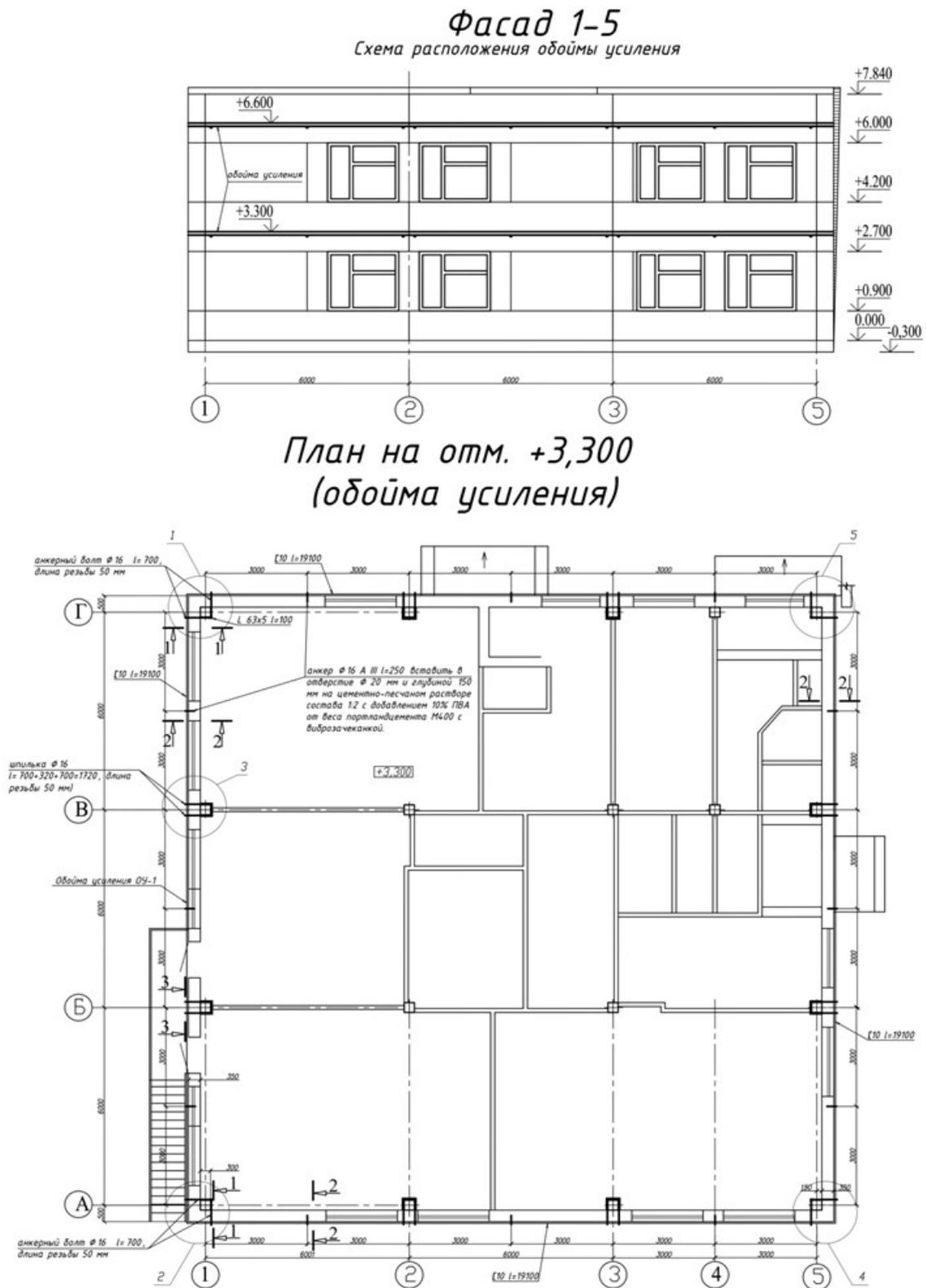


Рисунок 6. Некоторые проектные решения по усилению здания детского сада № 405: а) схема расположения тяжей усиления на фасаде здания; б) схема расположения тяжей усиления на плане здания.

2. Ошибки проектирования: в части зданий не предусматривались специальные конструктивные мероприятия: цокольный, фундаментный и поэтажные пояса, устройство деформационных швов и др.
3. Изменение градостроительной ситуации: уплотнение застройки, приводящей к концентрации дождевых и талых вод, поднятию их уровня, обводнению грунтов основания и деформированию здания.
4. Деформации конструкций: во всех обследованных зданиях наблюдаются деформации несущих и ограждающих конструкций, включая трещины в стенах, смещение панелей и другие повреждения. Причины – оседание грунтов, обводнение оснований и воздействие внешних факторов, таких как повреждение отмосток и сброс воды с кровли.
5. Проблемы с водоотведением: во всех случаях выявлены нарушения в системе водоотведения (повреждение отмосток, недостаточный отвод дождевых и грунтовых вод), что приводит к попаданию воды под фундаменты и усилению просадки грунтов.
6. Обводнение фундаментов: вода, поступающая из сетей водоснабжения, системы отопления, а также от дождей, регулярно затопливает техподполья и фундаменты, что приводит к просадке и деформации конструкций.

Рекомендации по приведению зданий в безаварийное состояние, как правило, сводятся:

- к устранению причин деформирования и разрушения конструкций здания (ликвидации течи коммуникаций, отвода дождевых и талых вод от здания, и др.);
- усилению конструкция здания (при необходимости): стальных тяжей в уровне низа плит перекрытия или обойм по стенам, устройству монолитного железобетонного пояса в уровне фундаментов, и др;
- устройству вокруг здания водонепроницаемой отмостки, а по периметру здания водоотводящего кювета;
- выполнению водопонижающих мероприятий – дренажей и др.
- мониторинг деформаций: установка системы мониторинга для регулярного контроля за состоянием конструкций и грунтов, чтобы оперативно выявлять возможные проблемы и

минимизировать риски дальнейших деформаций.

Все вышеперечисленные здания были детально обследованы, разработаны проектные решения по усилению, стены усилены с применением стальных тяжей или обойм, выполнены водопонижающие дренажи и другие мероприятия. Здания продолжают эксплуатироваться.

На рисунке 6 приведены некоторые проектные решения по усилению здания детского сада № 405. А – схема расположения тяжей усиления на фасаде здания. Б – схема расположения тяжей усиления на плане здания.

На рисунке 7 приведены узлы стыковки тяжей усиления и детали их крепления к стенам.

Стальные тяжи применяются для уменьшения деформаций стен и усиления их прочности в случае:

- наклонов и просадок, вызвавших перекосы здания;
- утратой несущей способности стен из-за избыточных нагрузок или разрушений.

Тяжа располагаются по вертикали и горизонтали для равномерного распределения усилий и предотвращения дальнейших деформаций стены. Места установки тяжей зависят от характера повреждений, они, как правило, располагаются по периметру здания в уровне верха перекрытий.

Сечение тяжей выбирается исходя из расчетных нагрузок на стену, которые будут восприниматься тяжами. Обычно используются тяги из стали с высоким пределом прочности.

Натяжение тяжей производится в несколько этапов: сначала – установление предварительного натяжения, затем – окончательное натяжение, которое фиксирует напряжение в конструкции.

Усилия натяжения тяжей зависят от предполагаемых нагрузок, как правило, натяжение регулируется до достижения нужного коэффициента прочности.

Метод усиления тяжами эффективен для предотвращения дальнейших просадок и улучшения стабильности стен, поскольку тяга способна эффективно воспринимать растягивающие нагрузки и стабилизировать конструкцию.

Металлические обоймы применяются для усиления стен зданий в случаях, когда необходимо увеличить прочность стен, предотвратить

их дальнейшее разрушение или деформацию, а также восстановить их вертикальность и устойчивость. Обоймы используются в случаях:

- наличия значительных трещин, деформаций или перекосов, которые угрожают устойчивости стены;
- повреждений из-за воздействия просадочных или подвижных грунтов;
- снижения несущей способности стен из-за старения материала.

Выбор стальных обойм зависит от:

- состояния стены и характера повреждений;
- нагрузки на стены, которую они должны воспринимать;
- характеристик материала стен и обойм (тип стали, прочностные характеристики);
- условия эксплуатации (температурные колебания, агрессивные среды и др.).

Обычно обоймы изготавливаются из стальной полосы. Их толщину определяют на основании расчетов, с учетом предельных нагрузок на стену и прочности самой обоймы.

Металлические обоймы эффективно увеличивают прочность стены, повышая её сопротивление действующим нагрузкам, улучшая устойчивость и предотвращая дальнейшие повреждения.

В случае, когда здание имеет значительные деформации, применяются комплексные меры по его усилению – устраивается монолитный фундаментный пояс, тяжи по периметру здания в уровне перекрытий, а, при необходимости, стены берутся в обойму (результаты усиления стен и фундаментов церкви Иоанна Кронштадтского, рис. 8, 9).

Выводы

На основе анализа дефектов и повреждений зданий, а также результатов их усиления можно сделать несколько ключевых выводов и рекомендаций:

1. Проблемы просадочных грунтов:
 - Просадочные грунты являются источником множества проблем, таких как неравномерные



Рисунок 8. Усиление металлическими обоймами стен здания церкви Иоанна Кронштадтского, имеющего значительные повреждения.



Рисунок 9. Устройство монолитного железобетонного пояса для стабилизации осадок здания, эксплуатируемого на просадочных грунтах.

- осадки, изменения в объемах грунта из-за изменения влажности и подвижки грунта на этапе строительства.
- Эти явления приводят к деформациям в конструкциях зданий, таким как трещины в стенах, перекосы и повреждения фундаментов.
2. Особенности проектирования и эксплуатации:
- Проектирование зданий на просадочных грунтах требует дополнительных геотехнических исследований, выбора специальных типов фундаментов (например, свайных или буронабивных), а также учета осадок и изменений свойств грунта.
 - Важно предусматривать меры по водоотведению и защите от намокания грунтов основания, чтобы избежать дальнейших деформаций.
3. Типичные дефекты зданий на просадочных грунтах:
- В статье приведены примеры зданий, где неправильный водоотвод, плохой технический надзор и отсутствие или недостаточная реализация проектных мероприятий приводят к разрушению или деформации конструкций.
 - Проблемы с водоотведением, разрушение отмосток и повреждения инженерных систем способствуют обводнению грунтов основания и ускоряют процессы осадки и разрушения зданий.
4. Рекомендации по усилению конструкций:
- Для предотвращения разрушений и деформаций рекомендуется применять методы
- усиления зданий, такие как установка стальных тяжей и обоев на стенах, устройство монолитных железобетонных поясов на уровне фундаментов.
 - Для улучшения водоотведения предложены меры по устройству водоотводящих кюветов, дренажных систем и улучшению отмосток вокруг здания.
 - Усиление конструкций должно быть комплексным, что включает как укрепление фундаментов, так и укрепление несущих стен и перекрытий.
5. Практические примеры и выводы:
- Из анализа конкретных объектов (жилищные дома, детские сады, административные здания) видно, что большинство проблем связано с проектными ошибками, уплотнением застройки, плохим состоянием инженерных сетей и недостаточным техническим надзором.
 - Применение стальных тяжей и обоев, а также устройства водопонижающих мероприятий являются эффективными мерами для стабилизации зданий, расположенных на просадочных грунтах.
6. Рекомендации по проектированию:
- Важными аспектами проектирования являются: соблюдение норм и стандартов, выполнение всех необходимых геотехнических исследований и применение конструктивных решений, обеспечивающих долговечность зданий на просадочных грунтах.

Список источников

1. СП 21.13330.2012. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. Правила проектирования. Основные положения : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. № 624/пр и введен в действие с 1 января 2013 г. : введен впервые : дата введения 2013-01-01 / исполнители Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова ОАО

References

1. SP 21.13330.2012. Buildings and structures in workable areas and subsidence soils. Design rules. Main provisions : official publication : approved by order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation (Ministry of Regional Development of Russia) December 29, 2011 № 624/pr of January 1, 2013 : introduced for the first time : date of introduction 2013-01-01 / executors Scientific Research, Design and Survey and Design Technological Institute of Foundations and Underground Structures named after N. M. Gersevanov JSC «SIC «Construction». – Moscow :

- «НИЦ «Строительство». – Москва : Минрегион России, 2012. – 73 с. – Текст : непосредственный.
2. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Правила проектирования. Основные положения : издание официальное : утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25 декабря 2012 г. № 109/ГС /пр и введен в действие с 1 июля 2013 г. : введен впервые : дата введения 2013-07-01 / исполнители ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова»; институты ОАО «НИЦ «Строительство»: НИИЖБ им. А. А. Гвоздева и ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко; Ассоциация производителей керамических стеновых материалов; Ассоциация производителей силикатных изделий, Сибирский Федеральный университет. – Москва : Минрегион России, 2012. – 280 с. – Текст : непосредственный.
 3. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Правила проектирования. Основные положения : издание официальное : одобрен для применения постановлением Госстроя России от 25 декабря 2003 г. № 215 /пр и введен в действие с 1 июля 2013 г. : введен впервые : дата введения 2013-07-01 / исполнители «Научно-исследовательский»; «Проектно-конструкторский», Технологический институт бетона и железобетона (ГУП «НИИЖБ») Госстроя России. – Москва : ГУП «НИИЖБ», ФГУП ЦПП, 2004. – 53 с. – Текст : непосредственный.
 4. Прядко, Н. В. Усиление кирпичных стен стальными обоями / Н. В. Прядко. – Текст : электронный // Металлические конструкции. – 2021. – Том 27, № 4. – С. 227–239. – URL: https://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2021-4/04_pryadko.pdf (дата обращения: 12.08.2024). – ISSN 1993-3517.
 5. Прядко, Н. В. Обследование и реконструкция жилых зданий : учебное пособие / Н. В. Прядко. – Макеевка : ДонНАСА, 2006. – 156 с. – ISBN 577630086x. – Текст : непосредственный.
 6. Прядко, Н. В. Обследование и усиление конструкций промышленных зданий : учебное пособие / Н. В. Прядко, И. Н. Прядко, Ю. Н. Прядко. – Донецк : НордПресс, 2010. – 268 с. – ISBN 978966 3803197. – Текст : непосредственный.
 7. Manoharan, K. State-of-the-Art Review on Methods of Retrofitting in Building Structural Members / K. Manoharan, R. Mandurachalam. – Текст : электронный // Resilient Infrastructure. – 2022. – P. 175–185. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/355748448> (дата обращения: 20.08.2024). – DOI: 10.1007/978-981-16-6978-1_13.
 8. Petrovčič, S. Design Considerations for Retrofitting of Historic Masonry Structures with Externally Bonded FRP Systems / S. Petrovčič, V. Kilar. – Текст : непосредственный // International Journal of Architectural Heritage. – 2020. – № 15(7). – P. 957–976. – DOI: <https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1853278>.
 9. Choi, D.; Hong, S.; Lim, M-K. [et al.]. Seismic Retrofitting of RC Circular Columns Using Carbon Fiber. – Текст : direct. – In: *International Journal of* Ministry of Regional Development of Russia, 2012. – 73 p. – Text : direct. (in Russian)
 2. SP 70.13330.2012. Load-bearing and enclosing structures. Design rules. Main provisions : official publication : approved by Order of the Federal Agency for Construction and Housing and Communal Services (Gosstroy) dated December 25, 2012 № 109/ pr of July 1, 2013 : introduced for the first time : date of introduction 2013-07-01 / executors of CJSC «TSNIIPSK named after Melnikov»; institutes of JSC «SIC «Stroitelstvo»: A. A. Gvozdev NIIZHB and V. A. Kucherenko TSNIISK; Association Manufacturers of Ceramic Wall Materials; Association of Manufacturers of Silicate Products, Siberian Federal University. – Moscow : Ministry of Regional Development of Russia, 2012. – 280 p. – Text : direct. (in Russian)
 3. SP 52-101-2003. Concrete and reinforced concrete structures without prestressing the reinforcement. Design rules. Main provisions: official publication : approved for use by the decree of the State Construction Committee of Russia № 215 /pr of December 25, 2003 and put into effect on July 1, 2013 : introduced for the first time : date of introduction 2013-07-01 / performers «Scientific Research»; «Design and Engineering», Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete (SUE «NIIZHB») Gosstroy of Russia. – Moscow : GUP «NIIZHB», FSUE CPP, 2004. – 53 p. – Text : direct. (in Russian)
 4. Pryadko, N. V. Reinforcing Brick Walls with Steel Cladding. – Text : electronic. – In: *Metal Constructions*. – 2021. – Volume 27, № 4. – P. 227–239. – URL: https://donnasa.ru/publish_house/journals/mk/2021-4/04_pryadko.pdf (date of access: 12.08.2024). – ISSN 1993-3517. (in Russian)
 5. Pryadko, N. V. Inspection and reconstruction of residential buildings : a textbook. – Makeyevka : DonNASA, 2006. – 156 p. – ISBN 577630086x. – Text : direct. (in Russian)
 6. Pryadko, N. V.; Pryadko, I. N.; Pryadko, Yu. N. Inspection and reinforcement of structures of industrial buildings : a textbook. – Donetsk : NordPress, 2010. – 268 p. – ISBN 978966 3803197. – Text : direct. (in Russian)
 7. K. Manoharan, R. Mandurachalam. State-of-the-Art Review on Methods of Retrofitting in Building Structural Members. – Text : electronic. – In: *Resilient Infrastructure*. – 2022. – P. 175–185. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/355748448> (date of access: 20.08.2024). – DOI: 10.1007/978-981-16-6978-1_13.
 8. Petrovčič, S.; Kilar, V. Design Considerations for Retrofitting of Historic Masonry Structures with Externally Bonded FRP Systems. – Text : direct. – In: *International Journal of Architectural Heritage*. – 2020. – № 15(7). – P. 957–976. – DOI: <https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1853278>.
 9. Choi, D.; Hong, S.; Lim, M-K. [et al.]. Seismic Retrofitting of RC Circular Columns Using Carbon Fiber. – Text : direct. – In: *International Journal of*

9. Seismic Retrofitting of RC Circular Columns Using Carbon Fiber / D. Choi, S. Hong, M-K. Lim [et al.]. – Текст : непосредственный // International Journal of Concrete Structures and Materials. – 2021. – Volume 15, № 46. – P. 1–20. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s40069-021-00484-7>.
10. Effectiveness of CFRP seismic-retrofit of circular RC bridge piers under vehicular lateral impact loading / S. C. Zhou, C. Demartino, J. J. Xu, Y. Xiao. – Текст : непосредственный // Engineering Structures. – 2021. – Volume 243. – P. 112602. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112602>.
- Concrete Structures and Materials. – 2021. – Volume 15, № 46. – P. 1–20. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s40069-021-00484-7>.
10. Zhou, S. C.; Demartino, C.; Xu, J. J.; Xiao, Y. Effectiveness of CFRP seismic-retrofit of circular RC bridge piers under vehicular lateral impact loading. – Text : direct. – In: *Engineering Structures*. – 2021. – Volume 243. – P. 112602. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112602>.

Информация об авторе

Прядко Николай Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и строительной физики Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: обследование, оценка технического состояния и усиление конструкций зданий и сооружений.

Information about the author

Pryadko Nikolai V. – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Building Design and Construction Physics Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: inspection, assessment of the technical condition and reinforcement of structures of buildings and structures.

Статья поступила в редакцию 04.09.2024; одобрена после рецензирования 19.09.2024; принята к публикации 23.09.2024.

The article was submitted 04.09.2024; approved after reviewing 19.09.2024; accepted for publication 23.09.2024.