

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В.В. Леденев

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений», ГОУ ВПО «ТГТУ»

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: сооружения; деформации; надежность; напряжения; разрушение; усиление.

Аннотация: По результатам технического и визуального обследования зданий, сооружений и несущих строительных конструкций определены причины аварий и повреждений, дополнены известные классификации, выявлено влияние дефектов и повреждений на несущую способность строительных конструкций, предложены способы усиления оснований, фундаментов и конструкций.

Описаны направления научных исследований, полученные результаты и пути решения важнейших проблем.

Научно-исследовательская работа кафедры «Конструкции зданий и сооружений» (**КЗиС**) связана с проведением мало- и крупномасштабных лабораторных и полевых опытов, обследованием зданий и строительных конструкций, с оценкой качества строительно-монтажных работ. Основными особенностями исследований являются сложные воздействия (силовые, температурно-влажностные и воздействия коррозионные); преобладание в НИР; большие интервалы изменения влияющих параметров; моделирование и планирование экспериментов; доведение нагрузок до разрушающих величин или до достижения предельных деформаций; подтверждение полученных результатов данными наблюдений за зданиями и сооружениями; получение коэффициентов или функций влияния; исследования реологических свойств материалов.

Районирование территории области по инженерно-геологическим свойствам. Сотрудниками кафедры были проанализированы и обобщены материалы изысканий, выполненных за последние 50 лет. Предусматривалось выявление площадок с благоприятными и неблагоприятными условиями строительства. К числу последних отнесены просадочные грунты I-го типа; засыпанные ручьи; овраги, болота, свалки; неорганизованные насыпи из бытового или строительного мусора; пойменные песчано-глинистые и илистые отложения; оползневые участки; слабые водонасыщенные грунты; территории с грунтами высокой агрессивности, в том числе, насыщенные технологическими растворами; площадки с высоким уровнем грунтовых вод.

Завершение работы над картой позволило бы более обоснованно планировать территории застройки и зоны отдыха, назначать характеристики грунтов, выбирать эффективные конструкции фундаментов.

Поиск ресурсов строительных материалов. Важнейшей задачей для успешного развития строительного комплекса области является обнаружение и ко-

личественная оценка сырьевых ресурсов: песка, глины, известняка, отходов промышленности и др. Исследование пригодности их для изготовления строительных материалов представляет сложную и трудоемкую задачу.

В течение длительного времени на кафедре КЗиС проводятся работы по подбору композитных материалов, их теоретическому и экспериментальному обоснованию. Предложены методы защиты материалов от коррозии, гниения, горения, позволяющие повысить долговечность конструкций. В дальнейшем планируется подбор многофункциональных композиций, предназначенных, кроме того, и для повышения несущей способности некоторых конструкций.

Влияние дефектов материалов, конструкций, строительного-монтажных работ на эксплуатационные качества и долговечность зданий и сооружений. Вопросы прогнозирования остаточного ресурса конструкций и узлов сопряжений чрезвычайно сложны. Нами проанализированы причины повреждений многочисленных конструкций, зданий и сооружений г. Тамбова и области.

Большинство дефектов связано с неравномерными деформациями оснований фундаментов, коррозионными разрушениями, замораживанием-оттаиванием, низким качеством строительного-монтажных работ, несоблюдением действующих норм, нарушением условий эксплуатации, несвоевременным выполнением ремонтно-восстановительных работ.

Анализ причин повреждений и разрушений конструкций, зданий и сооружений дает основание для предотвращения наиболее часто допускаемых ошибок на всех этапах строительного процесса, разработки предложений по повышению их надежности и долговечности.

Были исследованы одноэтажные однопролетные рамы и модели стен с различными начальными дефектами. Определены напряженно-деформированные состояния рам, характер деформирования, трещинообразования и разрушения моделей стен. Установлены функциональные зависимости между влияющими параметрами при переменных граничных условиях, одно- и двухосном сжатии.

Цель проведенных и планируемых исследований – получение функций влияния, позволяющих численно оценить степень снижения сопротивления конструкций деформированию.

Проведены значительные работы по выявлению дефектов изготовления и монтажа стальных конструкций при строительстве объектов спиртзавода в пос. Н. Ляда. Это позволило разработать ряд конструктивных мероприятий по повышению надежности зданий.

Взаимное влияние подземных конструкций. Они отличаются размерами, расположением, формой, расстоянием до свободной поверхности, жесткостью, нагруженностью, граничными условиями, многообразием грунтов и их характеристик. Общепринятой модели основания, отражающей механические и реологические свойства грунтов, нет.

В связи с этим разработка методики расчета взаимного влияния близко расположенных конструкций представляет чрезвычайно сложную задачу. Возникает необходимость определения многих факторов: контактных напряжений, величины и характера перемещений (осадки, крена, горизонтального смещения, вращения) конструкции в целом и отдельных точек, областей предельного напряженного состояния, очертаний поверхностей скольжения, несущей способности конструкций по грунту и материалу.

Особое внимание следует уделять учету влияния неблагоприятных факторов: неравномерной плотности и влажности грунта, локальным замачиваниям, случайным динамическим воздействиям, агрессивности среды, механическим повреждениям конструкций, наличию дефектов при строительстве и эксплуатации.

Как правило, прочность по материалу конструкций многократно выше, чем по грунту. Сближение их позволит значительно снизить затраты. Грунт, окружающий подземные конструкции, находится в разной стадии напряженно-деформированного состояния. Известно несколько критериев перехода грунта в предельное состояние. Некоторые из них носят условный характер, например, достижение конструкциями определенной доли или скорости деформации, наличие незатухающих перемещений, интенсивный рост трещин и др.

Проведено техническое обследование 15 зданий, в которых дефекты (трещины, подвижки плит и перемычек) возникли после возведения нового здания рядом с существующим.

Разработка и внедрение способов упрочнения оснований. В ряде случаев грунты основания имеют невысокую несущую способность. Фундаменты получаются значительных размеров, и решение становится не эффективным. Возникает необходимость упрочнения основания. В этой ситуации одним из наиболее эффективных методов является армирование грунтов геотекстилем, геоячейками, микросваями, стальными стержнями и сетками.

В лаборатории механики грунтов ТГТУ в течение 15 лет проводятся экспериментальные исследования оснований, армированных перечисленными выше материалами.

Показано, что при оптимальном варианте армирования несущая способность основания возрастает до трех раз. Установлены функциональные зависимости между влияющими параметрами. Определены схемы разрушения армированных оснований. Разработаны рекомендации по расчету оснований, повышению надежности и долговечности зданий и сооружений.

В дальнейшем планируется сближить несущие способности армирующих элементов по грунту основания и по материалу изделия, исследовать возможность предварительного напряжения арматуры, использовать отходы производства в качестве элементов усиления, разработать способы определения механических характеристик армогрунта, его модель и методику расчета.

Многочисленными опытами показана целесообразность усиления основания ограждающими кольцевыми сетками. За счет ограничения боковых деформаций несущая способность фундамента мелкого заложения возрастает до трех раз. Определены оптимальные варианты инженерного решения.

Строительство в агрессивной среде. Заложенные в проектах условия эксплуатации конструкций, зданий и сооружений в действительности значительно ухудшаются: повышается влажность и агрессивность среды, в срок не выполняются текущие и капитальные ремонты. В результате интенсивность износа резко возрастает: разрушается металл и бетон у поверхностной зоны конструкций, снижается прочность бетона, отслаивается его защитный слой, обнажается и быстро корродирует арматура, происходит трещинообразование.

Оценка остаточной несущей способности поврежденных коррозией конструкций, разработка способов их усиления и защиты, прогнозирование остаточного срока службы входят в перечень исследовательских программ кафедры.

Вследствие подтопления территорий, загрязнения грунтов и подземных вод маслами и технологическими растворами прочностные характеристики грунтов, бетона и стали фундаментов снижаются. Степень их снижения, а также техническое состояние подземных конструкций представляют предмет дальнейших интенсивных исследований.

Оценка несущей способности конструкций, поврежденных коррозией, и их усиление. Многочисленные обследования зданий предприятий химической промышленности показали, что участки разрушения конструкций часто расположены случайным образом как по длине, так и по поперечному сечению. Случаен и характер изменения прочностных характеристик бетона.

Расчет конструкций с учетом этих факторов чрезвычайно сложен, достоверность его не высока. Часто усиление выполняют стальным профилем из условия восприятия им полной нагрузки. Такие решения не эффективны. Необходимо учитывать и сопротивление поврежденной конструкции. Нами предложен ряд способов восстановления несущей способности изделий с дефектами. Удалось достичь первоначального сопротивления конструкции. Разработаны защитные композитные покрытия с использованием отходов производства.

Внедрение прогрессивных конструкций и технологий. Перспективными конструкциями фундаментов являются фундаментные плиты, сваи различных конструкций, в том числе: пирамидальные, в вытрамбованных котлованах, рамные, фундаменты-оболочки, призматические и буронабивные сваи, сваи-оболочки.

В лабораторных условиях проведены исследования моделей рамных кольцевых (симметричной и несимметричной формы) фундаментов, обсыпных столбов, фундаментов со скосами и т.д. Определены эффективные конструктивные решения для конкретных сочетаний нагрузок.

В случае действия на фундаменты значительных наклонных нагрузок высокой удельной несущей способностью обладают рамные фундаменты с оптимизированной формой плиты. Предусматривается провести их комплексные испытания в лабораторных и полевых условиях.

Планируется проведение исследований новых химических добавок для приготовления бетонов с заданными свойствами, в том числе, для повышения пластичности, морозостойкости, ускорения твердения.

Исследование ползучести и длительной прочности. В экспериментах определяли статическую и циклическую усталость для различных материалов, изделий, элементов сопряжений. Установлены коэффициенты и функции снижения несущей способности. Оработана методика изучения коррозионной усталости. Проведены многочисленные эксперименты по определению перемещений моделей фундаментов для вариаций при широких интервалах изменения параметров циклического нагружения: уровня нагрузки, эксцентриситета и угла наклона силы, числа циклов, коэффициентов асимметрии цикла, плотности грунта основания. Получен ряд важных функциональных зависимостей.

Дальнейшие исследования будут направлены на выяснение влияния режима нагружения и, в первую очередь, соотношения длительности статических и циклических воздействий, определения параметров прочности грунта, подверженного повторному нагружению.

Более 15 лет проводятся исследования ползучести песчаного и глинистого грунта при разных силовых воздействиях. Определены кривые ползучести при действии нагрузок до двух лет и более. Исследования будут продолжены. Предусматривается определять степень размельчения грунта под подошвой моделей фундаментов для различных уровней нагружения.

Расчет зданий в пространственной постановке. Проведены многолетние экспериментальные исследования плоских рамных конструкций с учетом совместной работы с фундаментами. Определены функции влияния жесткости узловых сопряжений элементов, податливости грунтового основания на деформации рам и перемещения фундаментов.

Проведено техническое обследование более 100 зданий и сооружений различного назначения со значительными повреждениями. Показано влияние эффекта пространственной работы конструкций.

Планируется проведение дальнейших исследований совместной работы элементов зданий и сооружений с целью разработки практических методов расчета.

Improvement of Reliability and Durability of Buildings and Structures

V.V. Ledenev

Department "Construction of Buildings and Structures", TSTU

Key words and phrases: deformation; destruction; reliability; reinforcement; structures; tension.

Abstract: According to the results of technical and visual examination of buildings, structures and bearing loads of construction elements the reasons for accidents and deformations are revealed; the existing classifications are supplemented; the effects of defects and deformations on the bearing capacity of construction elements are found out; the ways of reinforcing the basements and structures are proposed. The directions of scientific research, the obtained results and the ways of solving the urgent problems are described.

Erhöhung der Zuverlässigkeit und der Haltbarkeit der Gebäude und der Bauten

Zusammenfassung: Als Ergebnis der technischen und visuellen Überprüfung der Gebäude, der Bauten und der tragenden Baukonstruktionen sind die Gründe der Pannen und der Beschädigungen bestimmt, es sind die bekannten Klassifikationen ergänzt, es ist der Einfluss der Defekte und der Beschädigungen auf die tragende Fähigkeit der tragenden Baukonstruktionen enthüllt, es sind die Weisen der Verstärkung der Gründe, der Fundamente und der Konstruktionen angeboten.

Es sind die Richtungen der wissenschaftlichen Forschungen, die bekommenen Ergebnisse und die Wege der Lösung der wichtigsten Probleme beschrieben.

Augmentation de la sécurité et de la longévité des bâtiments et des constructions

Résumé: D'après les résultats de l'inspection technique et visuelle des bâtiments et des constructions porteuses sont définies les raisons des avaries et des détériorations, sont complétées les classifications existantes, est montré l'influence des défauts et des détériorations sur la capacité porteuse des constructions porteuses, sont proposés les moyens du renforcement des fondations, des fondements et des constructions.

Sont décrites les orientations des études scientifiques, les résultats reçus et les voies de la solution des plus importants problèmes.
