Система нормативных документов в строительстве

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ИЗЫСКАНИЯМ, ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

ТСН 302-50-95. РБ

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

ГОССТРОЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
фа
1996

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНЫ БашНИИстроем (докт. техн. наук Э.И.Мулюков – руководитель темы; кандидаты техн. наук А.Л.Готман Н.З.Готман, В.А.Илюхин, Г.С.Колесник, А.А.Плакс); АО ЗапУралТИСИЗом (канд. геол.–мин. наук В.И.Мартин – руководитель темы; канд. геол.–мин. наук В.И.Травкин, Н.С.Лиханов, Б.А.Крестинин); Башкиргражданпроектом (Е.П.Спящий) с участием Башпромстройпроекта (В.В.Хасанов).

ВНЕСЕНЫ БашНИИстроем.

2. ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ приказом по Госстрою Республики Башкортостан от 2 апреля 1996 г. N 23–П.

3. ВЗАМЕН ВСН 2–86 /Госстрой БАССР и РСН 1–91 /Госстрой БССР.

© БашНИИстрой, ЗапУралТИСИЗ, Башкиргражданпроект, 1995

При пользовании нормативным документом следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных стандартов

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстроя Республики Башкортостан

ВВЕДЕНИЕ

Герритория Башкортостана с точки зрения инженерно-геологического строения относится к карстовым районам, поскольку на глубине примерно 80...100 м залегают растворимые горные породы (гипс, доломит, известняк и др.), имеются карстовые проявления на поверхности (карры, поноры, воронки, полья) и в глубине грунтового массива (разуплотнения грунтов, полости, каналы, пещеры, воклюзы).

Карстово-суффозионный процесс на освоенных территориях активизируется под воздействием антропогенного фактора, что сопровождается отказами оснований и фундаментов существующих зданий и сооружений.

В 1985 г. в республике был подготовлен нормативный документ ВСН 2-86, в котором впервые регламентированы вопросы изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Башкирии и который восполнил в то время отсутствие общесоюзных и территориальных строительных норм по строительству и эксплуатации в условиях карста.

Настоящие ТСН благодаря накопленному опыту развивают и дополняют упомянутый документ и являются отражением региональной концепции освоения и эксплуатации закарстованных территорий республики. Нормы разработаны с учетом новых методических принципов, которые нашли распространение в практике международной стандартизации. В отличие от традиционно сложившегося описательного или предписывающего подхода в настоящих Нормах содержатся принципиальные положения строительного освоения и эксплуатации закарстованных территорий.

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗЫСКАНИЯМ, ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Дата введения 1996-01-01

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие Нормы распространяются на изыскания, проектирование строительство и эксплуатацию зданий и сооружений на закарстованных территориях Республики Башкортостан, выполняемые в соответствии с лицензиями предприятиями, институтами и организациями независимо от их юридического статуса, форм собственности и принадлежности. Положения настоящего документа обязательны для заказчиков любого ранга и органов управления и надзора за качеством строительной продукции на всех этапах ее создания.

Применение настоящих Норм подразумевает соблюдение Кодекса о недрах Республики Башкортостан и учет требований действующих строительных норм и правил в области оснований, фундаментов подземных и наземных конструкций.

Основные термины и определения приведены в справочном приложении 1.1.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Объектам строительства на закарстованных территориях должно быть уделено повышенное внимание на всех стадиях освоения площадки и эксплуатации строений, поскольку масштабы деформаций зданий и сооружений под воздействием карста более значительны, чем в инженерно-геологических условиях, не предрасположенных к проявлению опасных геологических процессов.

Объекты с опасным для окружающей среды производством должны быть запроектированы таким образом, чтобы исключались антропогенная активизация карстово-суффозионного процесса и тем более возможность карстового провала.

1.2. Надежность строительства зданий и сооружений на закарстованных территориях должна быть обеспечена тщательным и детальным изучением инженерно-геологических условий, использованием оптимального комплекса противокарстовых мероприятий, карстомониторингом в процессе строительства и эксплуатации, а также реализацией эффективных (упреждающих) мер защиты и усилением конструкций при локальных карстопроявлениях.

Промышленные установки, технологическое оборудование и коммуникации промышленных предприятий должны быть запроектированы и размещены с учетом того, чтобы до минимума свести экономический ущерб и последствия при возникновении на их территории карстового провала.

1.3. Инженерно-геологические изыскания для строительства в карстовых районах республики следует проводить региональным изыскательским предприятием либо иным по заданию, согласованному с региональным предприятием, в соответствии с требованиями СНиП 1.02.07-87, СНиП 2.01.15-90 и настоящих Норм.

1.4. Карстозащитные конструктивные мероприятия (элементы) при строительстве зданий и сооружений по типовым проектам должны предусматриваться преимущественно в фундаментно-подвальной части. Надежность любого фундамента должна характеризоваться долговечностью, безотказностью и сохраняемостью, а также ремонтопригодностью в случае необходимости усиления и восстановления требуемой несущей способности.

1.5. Увеличение жесткости наземной части здания в качестве дополнительного противокарстового мероприятия для индивидуальных проектов рассматривается наравне с карстозащитными элементами фундаментно-подвальной части для обеспечения эксплуатационной надежности.

1.6. Проектирование оснований, фундаментов и подземных сооружений должно быть выполнено с учетом особой нагрузки в виде воздействия, обусловленного деформациями основания карстового происхождения (оседания, провал на локальном участке по вероятностному характеру), а также с учетом

класса ответственности зданий и сооружений.

1.7. Строительное освоение закарстованных территорий должно проводиться таким образом, чтобы исключить активизацию карстово-суффозионных процессов. На случай активизации карста (подъем уровня подземных вод, подземный забор воды и др.) в проекте должны быть предусмотрены соответствующие компенсационно-восстановительные мероприятия и необходимая индивидуальная система карстомониторинга и оповещения.

1.8. Защита существующих зданий старой постройки, оказавшихся на закарстованной территории с признаками карстопроявлений, выполняется после исследования инженерно-геологической обстановки по специальной проектной документации, подготовленной по материалам изысканий площадки, обследования и диагностики технического состояния здания в индивидуальном порядке.

1.9. Все случаи карстопроявлений и деформаций зданий и сооружений карстового происхождения на территории Башкортостана должны освидетельствоваться с участием представителей БашНИИстроя, ЗапУралТИСИЗа и автора проекта.

1.10. Фундаменты громоздкого оборудования (отдельно стоящие), как правило, не должны закладываться ниже уровня подошвы фундаментов здания и ниже уровня расположения подземных сооружений. Фундаменты оборудования должны проектироваться в противокарстовом исполнении и характеризоваться сохраняемостью и ремонтопригодностью. Все водонесущие коммуникации, а также газо- и паромате-риалопроводы должны быть уложены в противокарстовом исполнении.

1.11. Все строительные объекты на территории Башкортостана должны проектироваться в соответствии с требованиями настоящих Норм и российских нормативных документов, перечень которых приведен в приложении 1.2.

2. ОБЩАЯ СХЕМА РАЙОНИРОВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

2.1. Перед началом инженерно-геологических изысканий на закарстованных территориях следует определиться с региональным положением и классификацией карста территории согласно приложениям 2.1 и 2.2.

2.2. Конкретные закарстованные территории (участки, площадки) по степени устойчивости для строительства в зависимости от среднегодового количества провалов делятся на пять категорий:

V – относительно устойчивые; среднегодовое количество провалов на 1 км^2 < 0,01;

IV – с несколько пониженной устойчивостью; 0,01 – 0,05 провал/год на 1 км^2;

III – недостаточно устойчивые; 0,05 – 0,10 провал/год на 1 км^2;

II – неустойчивые; 0,1 – 1,0 провал/год на 1 км^2;

I – очень неустойчивые; > 1,0 провал/год на 1 км^2.

3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

3.1. Инженерно-геологические изыскания на закарстованных территориях выполняются в соответствии со СНиП 1.02.07-87 в три стадии:

для разработки предпроектной документации – технико-экономических обоснований (ТЭО) и расчётов (ТЭР);

для разработки проектов;

для разработки рабочей документации.

ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРЕДПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

3.2. Изыскания должны обеспечивать получение материалов, необходимых и достаточных для разработки предпроектной документации.

3.3. Инженерно-геологические изыскания обеспечивают получение предварительного районирования территории по степени закарстованности.

3.4. На этой стадии осуществляются сбор и систематизация фондовых материалов геолого-съёмочных работ, материалов инженерно-геологических изысканий прошлых лет, дешифрование аэрофотоснимков и изучение крупномасштабной топоосновы.

3.5. По результатам камеральной обработки собранных данных составляется отчёт, в котором указываются:

наличие карстовых провалов оседаний, воронок и других проявлений карста на дневной поверхности;

условия залегания карстующихся пород и степень их закарстованности;

гидрогеологические условия развития карста;

границы участков различной степени закарстованности;

предварительная оценка развития карста и степени его опасности для проектируемого объекта строительства.

3.6. Итогом камеральных работ является карта-схема степени закарстованности территории в масштабе 1:25000 или 1:10000 с принципиальной оценкой ее пригодности для строительства. В основу карты-схемы берется установленная закономерность уменьшения среднегодового числа провалов и коэффициента закарстованности по мере удаления от карстовых воронок, а также тесная связь среднегодового числа провалов на 1 км^2 и коэффициента закарстованности.

При наличии значительного количества карстовых провалов (их число должно быть не меньше 8) составляется карта районирования по категориям устойчивости относительно карстовых провалов (по критериям, рекомендуемым ПНИИИСом) в масштабе 1:25000 или 1:10000.

3.7. В случае недостаточности информации о закарстованности площадки или необходимости размещения в сложных условиях особо ответственных сооружений выполняются полевые работы, включающие маршрутные наблюдения с карстологическим обследованием местности, буровые, геофизические и лабораторные работы. В этом случае проводится районирование по категориям устойчивости относительно карстовых провалов.

Специфика маршрутных наблюдений в карстовых районах заключается в детальном описании всех карстопроявлений, разрывных нарушений, трещиноватости пород, зон разгрузки и поглощения вод их дебита и химсостава.

3.8. Маршрутные наблюдения выполняются с целью :

выявления провалов оседаний, воронок и других проявлений карста на земной поверхности;

выяснения условий залегания карстующихся пород и оценки степени их закарстованности;

изучения и оценки основных условий развития карста (наличие растворимых пород, их состав, степень водоносности, гидродинамика и растворяющая способность вод);

установления ведущих признаков и факторов, влияющих на активность карста (состав и мощность покровных отложений, их состояние);

изучения основных закономерностей пространственного размещения карстопроявлений, выявления их относительного возраста и генезиса;

оценки техногенных факторов, влияющих на развитие карста.

3.9. Среднее число точек наблюдений на 1 км^2 в маршрутах в зависимости от требуемого масштаба изучения площадки – от 5 до 25 при масштабе 1:25000 и от 20 до 40 при масштабе 1:10000 в зависимости от категории сложности территории (приложение 3.1).

3.10. Наибольшая детальность инженерно-геологических исследований обеспечивается на типовых (репрезентативных) участках, данные по которым можно экстраполировать на смежные площадки.

3.11. Горные выработки в количестве 4...16 (на 1 км^2 в зависимости от категории сложности и масштаба изучения) намечаются по данным маршрутных наблюдений в пределах основных геоморфологических элементов.

В скважинах выполняются опытно-фильтрационные работы : экспресс-наливы в зону аэрации и кратковременные (1...3 бригадо-смены) одиночные откачки из всех вскрытых скважинами водоносных горизонтов с определением уровней водоносных горизонтов и зон фильтрационных характеристик пород зоны аэрации и вмещающих пород и химсостава подземных вод.

3.12. Геофизические исследования на данной стадии проводятся с целью оценки глубины залегания карстующихся пород и их физического состояния , а также выявления зон тектонических нарушений (пликативных, разрывных) и переуглублённых палеодолин рек. Применяются электроразведка методом вертикального электрозондирования (ВЭЗ), сейсморазведка методом первых вступлений (МПВ) и гравиразведка по методике и технологии согласно требованиям РСН 66-87 и РСН 64-85.

Работы проводятся по отдельным профилям с расстоянием между ними до 100 м и шагом 200...100 м в зависимости от типа карста. Исследования рекомендуется начинать биолокационной съёмкой по редкой сети с целью уточнения шага наблюдений и направления профилей.

В условиях развития карбонатного карста в пределах Западно-Уральской и Центрально-Уральской карстовых провинций (приложение 2.1) целесообразно выполнение магниторазведочных работ масштаба 1:10000 – 1:5000 по сети 500x50, 200x50 м с последующим изучением аномальных зон методами электроразведки и гравиразведки.

3.13. Лабораторные работы проводятся для изучения литолого-петрографического и химического составов пород, химического

состава подземных и поверхностных вод, определения физико-механических свойств пород и возраста карстовых воронок и полостей.

3.14. По результатам изысканий составляется технический отчёт в котором наряду со сведениями для обычных условий отображаются особенности природных условий территории и данные, связанные с наличием закарстованности, а именно:

поверхностые и глубинные формы проявления карста, в т. ч. сведения о размерах карстовых воронок, оседаний и провалов;

распространение и приуроченность карстопроявлений к определённым геоморфологическим элементам или типам рельефа;

классы карста по составу карстующихся пород и подклассы по характеру перекрывающих отложений;

гидрогеологические условия развития карста;

сведения об имеющихся деформациях зданий и сооружений, связанных с карстом и другими процессами;

степень закарстованности площадки и оценка её пригодности для строительства или предварительное районирование по категориям устойчивости относительно карстовых провалов согласно приложению 3.2 или интегральному показателю закарстованности;

элементы прогноза развития карста (скорость карстовой денудации гипсов и известняков).

3.15. На основе анализа и обобщения перечисленных выше сведений, включающих ориентировочный прогноз развития карста, в отчёте приводится сравнительная характеристика вариантов размещения площадок.

К отчёту прилагается карта-схема закарстованности площадки или (при выполненных полевых работах) схематическая карта районирования территории по категориям устойчивости относительно карстовых провалов или по интегральному показателю в масштабе 1:25000 или 1:10000.

3.16. В отдельных случаях по требованию заказчика для стадии ТЭО крупных объектов, генеральных планов и проектов детальной планировки городов и крупных сельских населённых пунктов, генеральных планов и проектов планировки промышленных зон (районов) изыскания выполняются в объёмах, достаточных для районирования территории по категориям устойчивости относительно карстовых провалов согласно разделу 4.

ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ

3.17. Целью инженерно-геологических изысканий на этой стадии является изучение условий и факторов развития карста и установление критериев для районирования закарстованных территорий по категориям устойчивости для строительства.

3.18. При изысканиях согласно СНиП 1.02.07-87 выполняется инженерно-геологическая съёмка в масштабе 1:5000 или 1:2000, в состав которой в карстовых районах включаются специальные исследования карстово-суффозионного процесса и связанных с ним явлений.

3.19. В состав изысканий входят сбор, анализ и обобщение материалов ранее выполненных изысканий (если они не проводились на предыдущем этапе согласно пп. 3.4 и 3.5), маршрутные наблюдения, геофизические исследования и горно-буровые работы, опытно-фильтрационные (гидрогеологические) работы, наблюдения за режимом подземных вод, лабораторные исследования.

3.20. Количество точек наблюдений на 1 км^2 в маршрутах составляет от 20 до 75 при масштабе 1:2000 в зависимости от категории сложности (СНиП 1.02.07-87).

3.21. Геофизические исследования на данной стадии предназначены для оценки большей части признаков, характеризующих развитие карста (приложение 3.2). Они должны быть опережающими, но базироваться на данных изыскательских работ предпроектной стадии , что позволит выбрать рациональный комплекс геофизических методов и методику работ.

3.22. Для изучения карста возможно применение следующих видов геофизических методов :

электроразведка различных модификаций;

гравиразведка различного масштаба;

сейсморазведка наземная и скважинная;

комплекс каротажных работ;

магниторазведка высокой точности;

измерение эманаций;

биолокационная съёмка.

Применение каждого из данных методов должно быть обосновано в проекте исходя как из физических свойств горных пород, так и из опыта их использования на сопредельных площадях.

3.23. Основными электроразведочными методами являются вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ), электропрофилирование (ЭП) и метод заряда (МЗ).

3.24. Сейсморазведка выполняется в двух вариантах: наземном - метод

преломленных волн (МПВ) и скважинном – вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП).

В случае необходимости установления связи между скважинами, вскрывшими карстовые полости проводится межскважинное сейсмическое просвечивание (сейсмотомография) по специальной методике.

3.25. Каротажные работы проводятся во всех скважинах в соответствии с РСН 75-90. При этом применяется комплекс методов в составе:

электрокаротажа (КС и ПС);
гамма – каротажа (ГК);
гамма – гамма – каротажа (ГГК);
кавернометрии (КМ);
резистивиметрии (РЕЗ);
расходометрии (рм – с);
термометрии (ТМ).

3.26. Остальные методы геофизики и биолокации используются по мере необходимости.

3.27. Горно – буровые работы проводятся с целью изучения геологического разреза, состояния пород, выявления карстовых нарушений, определения гидрогеологических параметров водоносных и водопоглощающих горизонтов, оценки агрессивности подземных вод, получения параметрических данных и проверки результатов наземных геофизических исследований, проведения (по специальному заданию) стационарных наблюдений за режимом подземных вод и изменением физико – механических свойств грунтов, отбора образцов, монолитов и проб воды на различные виды исследований.

3.28. Проходка буровых скважин выполняется в первую очередь на ключевых участках площадок, на которых кроме бурения проводятся геофизические, гидрогеологические, лабораторные работы для построения опорных геологических разрезов, определения общей характеристики инженерно – геологических условий участка и получения параметрических данных для интерпретации результатов геофизических работ. Местоположение остальных скважин корректируется по результатам площадных геофизических работ.

3.29. Объём бурения определяется размером площадки изысканий по экспериментальным данным, полученным на основании опыта многолетних исследований: на минимальной площади в 4 га 2 скважины (одна параметрическая, другая – для проверки геофизических данных), в 8 га – 3 (плюс одна для проверки или проведения специальных исследований, в т.ч. гидрогеологических), в 16 га – 6 и 100 га – 12 скважин. Это количество скважин при необходимости может дополняться скважинами разведочного характера, проходка которых осуществляется скоростными станками типа комплекса гидроподачи керна (КГК – 100, КГК – 300) для решения узких целевых задач (уточнение глубины залегания кровли карстующихся пород, размеров карстовых полостей, мощности водоупорного экрана и др.).

3.30. Глубина буровых скважин зависит от глубины залегания карстующихся пород в мощности закарстованной зоны; при этом скважины должны вскрывать всю закарстованную зону с заглублением в монолитные, неизменённые породы не менее 5 м.

В районах с активной хозяйственной деятельностью человека (эксплуатация карстовых вод, разработка месторождений и т.д.) глубинность исследований (скважинами и геофизическими методами) определяется глубиной техногенного влияния на геолого – гидрогеологические условия.

3.31. Проходка скважин осуществляется укороченными до 0,5 – 1,0 м рейсами с конечным диаметром не менее 91 мм и должна обеспечивать не менее 80% выхода керна.

3.32. После проходки скважин вплоть до окончания каротажных работ должна обеспечиваться устойчивость их стенок. После окончания работ все скважины ликвидируются путём тампонажа глинистых интервалов глиной, а интервалов скальных и полускальных пород песчано – цементным раствором; вокруг скважин необходимо восстановить естественные условия.

3.33. Горные выработки (расчистки, канавы, шурфы и дудки) проходятся с целью выяснения условий залегания карстующихся пород, перекрывающих отложений и состояния в массиве (выветрелость, кавернозность), а также для определения состава и мощности отложений, отбора проб пород на лабораторные исследования со дна карстовых воронок или пещер.

3.34. Опытно – фильтрационные (гидрогеологические) работы выполняются с целью:

получения исходных данных для расчёта коэффициента фильтрации, уровнепроводности, пьезопроводности, водоотдачи закарстованных пород и покрывающих их отложений (дебита, понижения, скорости восстановления уровня после возмущения);

оценки взаимосвязи между водоносными горизонтами и гидравлической связи с ближайшими поверхностными водотоками и водоёмами;

определения направления и скорости движения карстовых вод;

определения химического состава и агрессивности подземных вод.

Основными видами опытно-фильтрационных работ являются кустовая откачка и откачка из одиночной скважины, а для оценки удельного поглощения - поинтервальные наливы.

Допускается проведение экспресс-откачек и экспресс-наливов для предварительной оценки фильтрационных свойств покрывающих и карстующихся пород.

3.35. Наблюдения за режимом уровней, температуры и химического состава карстовых и подземных вод в покрывающих отложениях проводятся на сравнительно больших по размеру площадках (с количеством наблюдательных скважин не менее 3). Наблюдательные скважины должны располагаться на участках с различной интенсивностью карстово-суффозионных процессов (древние погребённые и современные речные долины, коренной склон, террасы и т.д.). Результаты наблюдений за колебаниями уровней и изменением химического состава подземных вод используются для построения комплекса различных карт (гидроизогипс, пьезоизогипс, гидрохимической и др.).

3.36. Для прогноза карстового процесса определяются направление и скорость движения карстовых вод геофизическими методами (метод заряда и резистивиметрия, которые позволяют проводить опыт в одной скважине). Методика и технология работ изложены в РСН 64-85.

3.37. Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов в карстовых районах включают более широкий комплекс работ, чем в обычных условиях. Исследованию подвергаются как карстующиеся, так и перекрывающие их отложения.

3.38. В ряде случаев проводятся минералого-петрографические исследования и изучение химического состава горных пород с целью оценки способности горных пород к карстованию , а также уточнения литолого-петрографического состава пород для инженерно-геологического расчленения разреза.

Для изучения химического состава отбираются пробы пород на сокращённый химический анализ и водно-солевые вытяжки. Кроме того, могут использоваться термографический, рентгенофазовый, рентгеноструктурный, электронно-микроскопический и другие виды минералогического и химического анализов пород.

3.39. Химический анализ подземных и поверхностных вод проводится в основном для оценки степени их минерализации и агрессивности к карстующимся породам.

3.40. Для глинистых, песчаных и крупнообломочных пород выполняются общепринятые лабораторные исследования физико-механических свойств, результаты которых используются при оценке гидрогеологических условий развития карста (пористости, коэффициента фильтрации), роли суффозии и размыва в образовании провалов. Для оценки способности к карстованию скальных и полускальных пород определяется их плотность, объёмный коэффициент закарстованности.

3.41. Для определения возраста карстовых воронок и полостей применяются спорово-пыльцевой анализ, археологический и радийуглеродный методы определения возраста заполняющих их отложений.

3.42. В случае необходимости выполняются инженерно-геодезические работы для установления скорости развития карстовых форм и для наблюдения за деформациями естественного основания.

3.43. Объёмы по видам работ устанавливаются в соответствии с требованиями приложения 3.1.

3.44. По результатам изысканий выполняется районирование территории по классам карста и категориям устойчивости относительно карстовых провалов.

3.45. При районировании территории по классам карста выделяются классы согласно п.2.1.

3.46. Районирование площадки по категориям устойчивости выполняется на основе выявленных признаков и критериев закарстованности (п.2.2 и приложение 3.2).

3.47. В случае наличия сведений о диаметрах карстовых провалов проводится районирование также по средним диаметрам карстовых провалов в соответствии со СНиП 1.02.07-87.

Среднеарифметические значения диаметров карстовых провалов для сульфатного карста центральной части республики приведены в табл. 3.1.

3.48. Для прогноза изменения карстовой обстановки определяются величина расхода потока карстовых вод через элементарный участок, величина дефицита насыщения и рассчитывается скорость карстовой денудации по методике, изложенной в п.20 приложения 3.3.

3.49. По результатам изысканий оформляется технический отчет в составе, предусмотренном СНиП 1.02.07-87, с учетом требований, изложенных в п.3.14 настоящих Норм, и в соответствии с пп.3.17, 3.47. Кроме

Таблица 3.1. Средние значения диаметров карстовых провалов для сульфатного карста в различных гидродинамических условиях центральной части РБ

Гидродинамические условия развития карста	Среднеарифметические значения диаметров карстовых провалов и среднеквадратические отклонения, м
Присклоновые	6,1 ± 0,9
Склоновые	2,8 ± 0,4
Долинные	6,0 ± 0,5
Тылового шва	14,0 ± 1,0
Водораздельные	5,3 ± 0,6

того, отчет об изысканиях должен содержать сведения:

о подземных проявлениях карста;

об условиях залегания и составе карстующихся пород;

о режиме подземных вод и основных гидрогеологических параметрах водоносного горизонта;

о возможности обрушения или суффозионного выноса перекрывающих пород в закарстованную зону;

о средних и максимальных значениях диаметров карстовых провалов и оседаний;

об опыте эксплуатации существующих зданий и сооружений, характере и причинах их деформаций;

прогноз изменения карстовой обстановки с учётом воздействия техногенных факторов.

3.50. К отчёту следует прилагать:

карту фактического материала;

каталог поверхностных карстопроявлений с расчётом коэффициента закарстованности;

инженерно-геологические и геолого-геофизические разрезы;

карту районирования по категориям устойчивости;

вспомогательные карты (геофизические, структурно-тектонические и др.);

таблицы и графики геофизических гидрогеологических и лабораторных данных;

колонки скважин с результатами каротажа, гидрогеологическими расчётами.

ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

3.51. Задачами инженерно-геологических изысканий на участках и площадках размещения проектируемых зданий и сооружений являются: уточнение и детализация карстообразующих факторов, выявление и определение основных параметров полостей, разведка ослабленных или целиковых зон и прогноз развития карстовых полостей с целью зонирования (микрорайонирования) участка по степени карстовой опасности для разработки проекта инженерной подготовки территории и противокарстовых мероприятий. Под зонированием понимается дифференциация массива горных пород по степени закарстованности под конкретными сооружениями с учётом признаков, влияющих на условия развития карста.

3.52. Зонирование участка (площадки) рекомендуется проводить с выделением согласно приложению 3.2 трёх основных зон: А, В и С.

3.53. Изыскания выполняются на территории, отнесённой ко II и III категориям устойчивости.

В пределах распространения IV категории изыскания назначаются при следующих условиях:

неполном объёме изысканий на предыдущей стадии;

очень сложных инженерно-геологических условиях;

проектировании особо ответственных сооружений и зданий 1 класса;

решении специальных задач.

3.54. При изысканиях согласно СНиП 1.02.07-87 выполняется инженерно-геологическая разведка в состав которой в карстовых районах включаются специальные работы для изучения карста, в частности бурение скважин глубиной до 100 м, опытно-фильтрационные работы, наземные и скважинные геофизические исследования лабораторные работы, физическое моделирование по определению критических размеров карстовых полостей, гидрохимические расчёты для прогнозирования карстового процесса. Масштаб изысканий 1:1000 – 1:500.

3.55. Особенностью производства работ на данном этапе изысканий являются последовательность их выполнения и более широкое применение скважинных геофизических исследований. В первую очередь проводятся наземные работы методом ВЭЗ в комплексе с гравиразведкой, биолокационной и эманационной съёмками, по которым корректируются места заложения буровых скважин. Во всех скважинах выполняются геофизические исследования методом заряда, ВСП, сейсмотомографии, электрической корреляции и каротажа (КС, РК, ГГК-II, резистивиметрия, расходо-

метрия, кавернометрия), а также статическое или динамическое зондирование, опытно-фильтрационные работы, наблюдения за режимом подземных вод, лабораторные работы и гидрохимические расчёты.

3.56. В скважинах проводится полный комплекс каротажных работ, а также метод заряда, ВСП и сейсмотомография. Методика их проведения регламентируется требованиями РСН 75-90 и РСН 64-85. Метод электрической корреляции (МЭК) выполняется в необсаженных скважинах.

3.57. Бурение скважин производится в контуре проектируемых зданий и сооружений по их длинной оси через 20-40 м друг от друга в зависимости от геолого-гидрогеологического строения и степени закарстованности площадок, а также результатов геофизических работ. При этом предусматривается 20% резерва для проверки геофизических аномалий и уточнения размеров выявленных полостей.

Для лабораторного физического моделирования из всех литологических разностей производится отбор проб пород для определения физико-механических свойств, необходимых при создании эквивалентного разреза на стенде (модели).

3.58. Цели проведения опытно-фильтрационных работ те же, что и для этапа изысканий на стадии проекта (п.3.34).

3.59. Метод заряда выполняется во всех скважинах для выявления новых и оконтуривания вскрытых скважинами карстовых полостей, а также для определения глубины залегания и пространственного положения изучаемых полостей.

3.60. Метод ВСП применяется в тех же скважинах, что и МЗ с целью детализации и диагностики карстовых полостей и оценки зон разуплотнения.

3.61. Каротажные работы выполняются комплексно в соответствии с п. 3.25.

3.62. Для выявления и оконтуривания в толще перекрывающих пород ослабленных разуплотнённых зон и полостей, поверхностных и погребённых карстовых форм рельефа используются статическое зондирование и пенетрационно-каротажные исследования.

3.63. Лабораторные работы включают:

химический анализ проб пород и воды для последующего расчёта скорости выноса растворённого материала (химическая денудация);

исследования физико-механических свойств глинистых песчаных и крупнообломочных пород, используемых при моделировании карстовых провалов методом эквивалентных материалов и определении расчётных размеров провалов;

определение плотности скальных и полускальных пород, предела их прочности на одноосное сжатие, размокания с целью использования этих данных при моделировании карстовых провалов.

3.64. При определении растворимости и скорости растворения горных пород применяются гидрохимические расчёты для контроля теоретических расчётов по данным гидрохимических исследований; используется в отдельных случаях и лабораторное моделирование скорости растворения горных пород (Рекомендации по лабораторному физическому моделированию карстовых процессов. - М.: Стройиздат, 1987).

3.65. Для определения опасности конкретных карстовых полостей рекомендуется моделирование устойчивости их кровли методом эквивалентных материалов (возможно применение и других методов физического, математического и аналогового моделирования). Определённая на модели величина критической ширины полости через масштаб моделирования преобразуется в натуральную. Эта величина в совокупности с коэффициентом устойчивости свода используется для оценки критического объёма полости и далее для ориентировочного расчёта времени начала обвальных процессов через скорость подземной карстовой денудации.

3.66. Объёмы всех видов работ приведены в приложении 3.1.

3.67. Зонирование площадки по степени карстовой опасности выполняется по комплексу выявленных признаков и критериев (приложение 3.2). Ведущими при этом являются признаки наличия или отсутствия подземных карстопроявлений, степень активности карстового процесса в гипсах возможность активизации суффозионных процессов в карбонатных толщах и другие перечисленные в приложении 3.2.

3.68. На стадии эксплуатации зданий и сооружений в случаях возникновения аварийных ситуаций из-за образования карстовых провалов и проседаний проводятся инженерные изыскания согласно пп.3.53 - 3.66 с целью получения необходимых данных для разработки мер противокарстовой защиты и предотвращения аварийной ситуации. Объёмы работ назначаются в зависимости от конкретных инженерно-геологических условий и размеров аварийных зданий и сооружений.

3.69. Отчёт об изысканиях на площадках отдельных зданий и сооружений должен содержать:

характеристику состояния и развития карстовых процессов;

сведения о средних и максимальных размерах диаметров карстовых провалов и оседаний;

оценку критических размеров карстовых полостей;

сведения об опыте эксплуатации существующих зданий и сооружений, характере и причинах имеющихся деформаций;

прогноз изменения карстовой обстановки и карстовой опасности в пределах конкретных зданий и сооружений;

рекомендации по инженерной подготовке территории и противокарстовым мероприятиям.

К отчёту прилагаются карта фактического материала, карты и планы с результатами геофизических работ, геолого-литологические карты-срезы на разных уровнях, геолого-геофизические разрезы, карта районирования по степени устойчивости (составленная на стадии проекта), карта зонирования по карстовой опасности, таблицы и графики геофизических, гидрогеологических и лабораторных исследований, таблицы гидрохимических расчётов, колонки скважин с результатами каротажа и гидрогеологическими расчётами.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

4.1. Типовые и индивидуальные проекты зданий и сооружений, предусмотренные для применения в обычных условиях строительства, подлежат оценке на предмет пригодности их для реализации на закарстованных территориях. При этом выявляются особенности конструктивной схемы, при необходимости вводятся противокарстовые мероприятия согласно требованиям российских и настоящих Норм.

4.2. Проекты зданий и сооружений должны содержать информацию о карстовой обстановке в пятне застройки и на прилегающей территории, о предусмотренных проектом противокарстовых мероприятиях и о необходимости осуществления в процессе эксплуатации карстомониторинга.

4.3. Противокарстовая защита зданий и сооружений должна исключать опасность для здоровья и жизни людей и не исключать внезапного появления локального отказа основания и повреждений (деформаций и трещин) в несущих и ограждающих конструкциях, устранимых при проведении соответствующих работ по восстановлению несущей способности оснований и фундаментов.

4.4. По усмотрению проектной организации и по заданию заказчика к проекту здания или сооружения прилагается специальный паспорт, в котором приводятся следующие сведения:

– краткое описание инженерно-геологических условий, особенностей карста и сущности противокарстовой защиты, осуществляемой в период строительства и эксплуатации;

– указания о визуальных и инструментальных наблюдениях за деформациями здания или сооружения и окружающей земной поверхности, о действиях при появлении признаков отказа оснований и фундаментов, повреждений на наземных несущих конструкциях и карстопроявлений на земной поверхности;

– рекомендации по устранению отказа оснований, фундаментов и наземных конструкций;

– план коммуникаций и план размещения реперов, стенных и грунтовых марок, а также режимных скважин.

Паспорт подлежит постоянному хранению в эксплуатирующей и проектной организациях, а также в городской службе карстомониторинга.

4.5. В качестве исходных данных при проектировании зданий и сооружений на закарстованных территориях должны использоваться следующие сведения, материалы и параметры:

карта-схема степени закарстованности территории, в основу которой положена установленная в республике закономерность уменьшения среднегодового числа карстовых провалов и коэффициента закарстованности по мере удаления от карстовых воронок, а также тесная связь между среднегодовым числом провалов на 1 км^2 и коэффициентом закарстованности;

– результаты маршрутного наблюдения и карстологического обследования местности (при необходимости);

– карта районирования площадки по категориям устойчивости;

– зонирование участка застройки, средние диаметры карстовых провалов и оседаний, оценка критических размеров карстовых полостей, прогноз развития карста, рекомендации по инженерной подготовке территории и противокарстовым мероприятиям

4.6. Площадка может рассматриваться как карстово-неопасная, если она не имеет карстопроявлений на поверхности и в толще

грунтов, отделенных от зоны карста слоем прочных горных пород и надежным водоупором, препятствующими влиянию возможных обрушений пород в подземных полостях на покровную толщу и выносу из нее грунтов, т. е. если площадка отвечает требованию п.5.2 СНиП 2.01.15-90.

ПЛАНИРОВКА ТЕРРИТОРИЙ

4.7. Градостроительное проектирование должно быть направлено на интенсивное использование карстово-неопасных площадок, где плотность жилого фонда может быть повышена на 10...15%. Планировка застройки карстоопасных жилых районов должна выполняться с учетом категорий карстовой устойчивости территории. Плотность застройки и этажность зданий принимаются в соответствии с требованиями, изложенными в табл. 4.1.

4.8. Все планировочные решения застройки должны выполняться с учетом целенаправленного использования разных по категории устойчивости территорий в соответствии с классом ответственности зданий и сооружений. На площадках, имеющих III категорию карстовой устойчивости, не рекомендуется размещать объекты I класса ответственности (СНиП 2.01.07-85, с. 34).

Здания и сооружения, связанные с токсическим или взрывоопасным производством, а также атомные электростанции повреждения которых особо опасны для окружающей среды, должны быть размещены на территории V категории.

4.9. При разработке проектов планировки необходимо соблюдать следующие требования:

- учитывать и сохранять естественный рельеф местности, принимая меры для минимального нарушения путей естественного стока поверхностных и талых вод;
- отдавать предпочтение протяженным в плане зданиям, конструкции которых обеспечивают большую пространственную жесткость,
- не допускать расположения зданий над карстовыми полостями;
- предусматривать комплекс мероприятий, не допускающих активизации карстово-суффозионных процессов;
- предусматривать создание элементов карстомониторинга в соответствии с заданием городской службы.

Таблица 4.1. Плотность застройки и этажность зданий

Категории карстовой устойчивости территории (I...V)	Рекомендуемые значения		Рекомендуемый характер застройки
	Плотность населения	Этажность зданий	
Карстово-неопасная площадка (без категории)	Повышенная на 10...15% против СНиП	Не ограничивается	Любые строения без каких-либо ограничений
Относительно устойчивая - V	По СНиП, санитарным и противопожарным нормам	Не ограничивается	Все типы зданий с противокарстовыми мероприятиями профилактического характера
Несколько пониженная устойчивость - IV	Пониженная на 5...7% против СНиП	Не ограничивается	Все типы зданий с противокарстовыми конструктивными и профилактическими мероприятиями
Недостаточно устойчивая - III	Пониженная на 10...15% против СНиП	Не более 9 этажей*	То же, с выбором устойчивых массивов грунта более детальными изысканиями
Неустойчивая - II	Пониженная существенно против СНиП	1-2-этажные	Капитальные сооружения при наличии экспертного заключения о надежности противокарстовой защиты
Очень неустойчивая - I	Нет	Нет	Газоны, скверы

* При необходимости строительства зданий большей этажности следует выбирать наиболее устойчивые массивы грунта и предусматривать карстомониторинг

ПРОТИВОКАРСТОВАЯ ЗАЩИТА БЕСКАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

4.10. Для строительства в карстоопасных районах типовые и индивидуальные проекты бескаркасных жилых, общественных и промышленных зданий рекомендуется выполнять на основе жестких конструктивных схем, т. е. с продольными и поперечными несущими стенами, с поперечными диафрагмами жесткости (при необходимости) и сборными крупноразмерными плитами (панелями) перекрытий, опертыми по двум, трем и четырем сторонам и жестко состыкованными и заанкеренными в стенах.

Единый жесткий пространственный остов здания должен обладать способностью воспринимать деформационные воздействия карстового происхождения и допускать возможные последствия только экономического характера.

4.11. Требования по выбору конструктивных схем и расчету фундаментов распространяются на проектирование зданий, сооружений в грунтовых условиях II–IV категорий устойчивости, а также особо ответственных зданий и сооружений в условиях V категории устойчивости (при необходимости).

4.12. Несущие элементы зданий, стыки и сопряжения сборных конструкций должны быть рассчитаны на особые нагрузки, вызываемые локальными осадками при поверхностных карстопроявлениях, т. е. при отказах основания.

4.13. Для протяженных или сложных в плане зданий длина секции здания назначается по расчету с учетом инженерно-геологического строения, конструктивно-планировочных решений, этажности и конструкции фундаментно-подвальной части. Смежные секции здания стыкуются через деформационный шов.

4.14. Деформационный шов смежных секций зданий выполняется в виде удвоенных торцевых стен на раздельных независимо работающих фундаментах.

4.15. Фундаментно-подвальная часть должна быть запроектирована с учетом возможности восприятия усилий при особых нагрузках, вызываемых карстовым провалом прогнозируемого диаметра в соответствии с материалами инженерно-геологических изысканий.

За расчетное значение диаметра карстового провала для фундаментов мелкого заложения следует принимать среднеарифметическое значение, увеличенное с учетом заданной доверительной вероятности. Доверительная вероятность α при расчетах зданий I, II классов ответственности (СНиП 2.01.07–85) назначается $\alpha = 0{,}95$ (среднеарифметическое значение следует увеличивать на два среднеквадратических отклонения); при расчетах зданий III, IV классов – $\alpha = 0{,}85$ (среднеарифметическое значение увеличивается на одно среднеквадратическое отклонение). Статистические параметры диаметров карстовых провалов следует принимать по разделу 3 (п. 3.47). Расчетные параметры карстового провала для свайных фундаментов следует назначать по указаниям приложения 4.2.

4.16. Противокарстовая защита сборного ленточного фундамента обеспечивается применением противокарстовых монолитных железобетонных неразрезных поясов в виде горизонтальной рамы в одном или в двух уровнях согласно расчету, в т. ч. нижний в уровне подошвы, либо по сборным фундаментным плитам.

Монолитные фундаменты в виде лент и плит, а также свайные с ростверком, лентой или плитой проектируются также в противокарстовом исполнении, т. е. с достаточной пространственной жесткостью и способностью воспринять усилия, возникающие при карстовом провале.

4.17. Противокарстовые основания и фундаменты при необходимости должны обладать ремонтопригодностью при отказах, т. е. фундамент, стены подвала, фундаментная плита и другие конструкции, составляющие фундаментно-подвальную часть, должны иметь соответствующие элементы для фиксации оборудования и производства работ по восстановлению несущей способности основания и фундамента. В необходимых случаях, исходя из технической возможности, должны предусматриваться соответствующие индикаторы (датчики, марки, маяки, прогибомеры, тензометры и др. приборы) для обеспечения карстомониторинга в процессе эксплуатации.

4.18. Ремонтопригодность основания обеспечивается путем устройства технологических каналов в фундаментной плите для диагностики состояния основания и отбора проб грунта и подземной воды. Технологические каналы должны допускать бурение и монтаж инъекторов для нагнетания растворов либо смесей. Ленточные монолитные фундаменты должны иметь специальные вырезы или сквозные окна для фиксации соответствующего оборудования при инъекционных и тампонажных работах.

4.19. Ремонтопригодность фундамента обеспечивается путем выполнения расчетных упорных устройств, гнезд и ниш для фиксации оборудования при восстановлении несущей способности по грунту.

ПРОТИВОКАРСТОВАЯ ЗАЩИТА КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

4.20. Для строительства в карстоопасных районах типовые и индивидуальные проекты каркасных зданий жилого, культурно-бытового и промышленного назначения должны обладать пространственной неизменяемостью каркаса, что достигается введением дополнительных связей и железобетонных поясов для получения плоских вертикальных и горизонтальных неизменяемых рам.

Каркасное здание или сооружение в виде статически неизменяемой пространственной рамы должно исключать возможность прогрессирующего разрушения здания или его фрагмента при образовании карстового провала даже под несущей колонной.

4.21. В условиях III-IV категорий устойчивости каркасное здание или сооружение приспосабливают к минимальным экономическим последствиям при карстовом провале. Помимо мероприятий, указанных в п. 4.20, применяются облегченные несущие и ограждающие конструкции, в т. ч. щитовые. Предпочтение отдается стальному каркасу, мостовые краны заменяются козловыми и т. п.

4.22. Протяженные или сложные в плане здания, в т. ч. разноэтажные, смежные здания разделяются деформационными швами для обеспечения независимой работы секций здания.

4.23. Устойчивость наземной части здания обеспечивается повышенной прочностью стыков и связей между отдельными конструкциями с учетом возможности возникновения усилий при особых нагрузках карстового происхождения. Особое внимание уделяется надежности соединений элементов каркаса (колонн, ригелей, балок, ферм связей и т. п.).

4.24. Фундаментно-подвальная часть должна быть запроектирована с учетом требования п. 4.15 настоящих Норм.

4.25. Противокарстовая защита фундамента обеспечивается использованием фундаментных связей-распорок, диафрагм жесткости и балок-стенок между отдельными столбчатыми фундаментами преимущественно одноэтажных малонагруженных каркасных зданий.

Для тяжелых одноэтажных и многоэтажных зданий фундаменты устраиваются в виде монолитных и сборно-монолитных лент, плит, перекрестных систем, в т. ч. на сваях при необходимости.

4.26. Ремонтопригодность оснований и фундаментов каркасных зданий обеспечивается в соответствии с требованиями пп. 4.17...4.19.

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ. РАСЧЕТНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.27. Основания зданий и сооружений должны проектироваться с учетом возможности возникновения деформаций карстового происхождения в соответствии с исходными данными по п. 4.5 и материалами инженерно-геологических изысканий.

4.28. Техническое решение и глубина заложения фундамента проектируемого здания или сооружения должны отвечать требованиям СНиП 2.02.01-83 и настоящих Норм. Противокарстовые элементы фундамента (пояса, ростверки, связи) либо весь фундамент (ленточный, плитный, рамный, пространственный и т. д.) должны быть рассчитаны по СНиП 2.03.01-84 на особые нагрузки карстового происхождения по первой группе предельных состояний.

4.29. Основное назначение конструктивной противокарстовой защиты бескаркасных зданий массовой застройки, сосредотачиваемой, как правило, в фундаментной части, заключается в обеспечении сохранности здания от прогрессирующего обрушения при его поражении карстовым провалом.

В приложении 4.1 приведен рекомендуемый алгоритм расчета фундаментов с противокарстовым поясом или ростверком, реализующий указанное требование.

4.30. При выборе расчетных параметров основания свайных фундаментов, ослабленного карстовым провалом, рекомендуется применять общепринятую расчетную схему основания, т. е. полное исключение основания из работы в пределах расчетного диаметра провала и восстановление жесткости основания до первоначальной в пределах "ослабленной зоны" вокруг провала (по линейной зависимости).

В приложении 4.2 дана методика расчета ширины "ослабленной зоны" вокруг провала основания свайных фундаментов.

4.31. Жесткость и прочность фундамента в угловых и краевых участках зданий и сооружений может быть увеличена путем консольного удлинения лент и консольного увеличения размеров плит за пределы плана сооружения.

4.32. Консоли рекомендуется принимать следующих размеров:

- балочные не менее 0,7 прогнозируемого расчетного диаметра карстового провала;
- плитные не менее 0,4 прогнозируемого расчетного диаметра карстового

провала при условии, что ширина плиты больше вышеназванного диаметра в 1,5 раза.

4.33. Консоли рекомендуются в следующих случаях:

— для бескаркасных жилых и гражданских зданий при возможности образования карстового провала диаметром от 6 до 9 м;

— для каркасных гражданских и промышленных зданий при возможности образования карстового провала диаметром от 3 до 9 м.

4.34. Консоли допускается не предусматривать при условии обеспечения надежности фундамента конструктивными и другими инженерными мероприятиями.

4.35. При проектировании фундаментов каркасных и бескаркасных зданий высотой до 5 этажей допускается не учитывать жесткость наземных частей. Во всех других случаях расчет фундаментов рекомендуется производить с учетом жесткости наземных частей здания.

4.36. Проектирование фундаментов для условий II—IV категорий карстоопасности выполняется в следующей последовательности:

— анализ исходных данных и выбор типов фундаментов (не менее двух) для вариантного проектирования;

— расчет фундаментов (на ЭВМ) при разных вариантах возможного расположения карстового провала;

— расчет фундамента (на ЭВМ) с учетом жесткости наземных частей здания для наихудших вариантов возможного расположения карстового провала;

— разработка технических решений фундаментов;

— технико-экономическое сравнение вариантов фундаментов.

4.37. Расчет фундаментов следует выполнять с использованием имеющегося программного обеспечения, в т. ч. с учетом рекомендаций табл. 4.2.

4.38. Фактическую нагрузку на фундамент следует определять любым методом позволяющим получать перераспределение нагрузок на фундаменты вокруг карстового провала (п. 4.30). В случаях, когда основанием фундаментов являются глинистые грунты от тугопластичной до полутвердой консистенции, при диаметре карстового провала до 6 м допускается пользоваться табл. 4.3, в которой приведены значения коэффициента k, учитывающего увеличение нагрузки на сваю или среднего давления под подошвой фундамента в связи с карстовым провалом. В дальнейших расчетах фактическая нагрузка на сваю $N_ф$ или среднее давление под подошвой фундамента $P_ф$ должно быть принято равным:

$$N_ф = K \cdot N; \qquad (4.1)$$

$$P_ф = K \cdot P, \qquad (4.2)$$

где N и P — нагрузки, передаваемые на фундамент без учета карста.

Значения $N_ф$ и $P_ф$ для любых грунтовых условий и диаметров карстового провала допускается определять прямым расчетом, используя соответствующие программы, рекомендованные в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Программное обеспечение для расчета фундаментов (рекомендуемое)

Тип фундамента	Название программы, разработчик, город
Любой, в т.ч. свайный	"Лира" — НИИАСС, Киев "Карст", "Грунт" — БашНИИстрой, Уфа
Столбчатые, отдельно стоящие, соединенные монолитными лентами, в т.ч. со сваями	"Проект", "Карст" — БашНИИстрой, Уфа
Кустовые свайные, соединенные монолитными лентами на сваях	—"—
Столбчатые, отдельно стоящие с консольными выпусками, в т.ч. на сваях	—"—
Плитные из монолитного бетона, в т.ч. на сваях	"Лира" — НИИАСС, Киев "Портик" — Челябинск

Таблица 4.3. Коэффициент увеличения нагрузки на фундамент k

Тип здания	Этажность	Коэффициент k
Бескаркасные кирпичные с продольными несущими стенами	5–9	1,3
Бескаркасные кирпичные с продольными несущими стенами	> 9	1,2
Бескаркасные кирпичные с продольными и поперечными несущими стенами	5–9	1,15
–"–	> 9	1,1
Бескаркасные панельные с продольными несущими стенами	5–9	1. 5
Бескаркасные панельные с продольными и поперечными несущими стенами	9	1,О

4.39. Для жилых бескаркасных зданий высотой менее 5 этажей и для каркасных промышленных и гражданских зданий коэффициент k может быть определен из теории работы балок и плит на линейно–деформируемом (или упругом) основании. Методика расчета фундаментов таких зданий, включающая определение коэффициента k для широкого диапазона грунтовых условий и конструктивных решений фундаментов, заложена в программах расчета (см. табл. 4.2).

4.40. Расчет противокарстовых ленточных фундаментов следует выполнять как для балки на упругом основании, расчет плитных фундаментов – как для плиты на упругом основании с использованием имеющегося программного обеспечения (см. табл. 4.2). По результатам расчета выполняется армирование монолитных лент или плиты в соответствии с требованиями нормативных документов (см. приложение 1.2).

5. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОММУНИКАЦИЙ И БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИЙ

5.1. Проектирование всех водонесущих и других коммуникаций в условиях закарстованных площадок, в т. ч. внешних и внутренних сетей водопровода, отопления и канализации, а также ливнестоков, следует выполнять по требованиям соответствующих глав СНиП. Кроме того, следует учитывать особенности накладываемые на работу этих сетей в условиях возможных действий карстовых деформаций. В частности, предъявляются повышенные требования к общей устойчивости, прочности и надежности напорных сетей водопровода (выбор труб с повышенными прочностными характеристиками). Напорные сети (из раструбных труб) следует выполнять с устройством глиняного замка в местах стыка. При необходимости предусматриваются дренажная система, контрольно–измерительная и запорная арматура, а также резервные элементы коммуникаций. В целом должно быть обеспечено минимальное попадание утечек под здание с целью недопущения активизации локального карстово–суффозионного процесса.

5.2. Транзитные водонесущие коммуникации в условиях III и IV категорий устойчивости территории не должны располагаться в подвалах и техподпольях зданий, а сети отопления и горячего водоснабжения должны прокладываться в лотках, обладающих достаточной герметичностью и обеспечивающих организованный отвод возможных утечек и аварийных сбросов в систему канализации либо в ливнестоки.

5.3. Все водонесущие и другие коммуникации должны быть запроектированы с повышенными требованиями по сохранению герметичности, пространственной неизменяемости и эксплуатационной пригодности при возможном образовании карстового провала соответствующего диаметра путем устройства более надежных стыков, увеличения числа опор и др.

5.4. Сети электроснабжения, слаботочные и кабельные коммуникации в местах

ввода в здания и сооружения, а также в местах подключения к подстанциям и распределительным устройствам должны быть приспособлены к необходимости компенсации удлинения сетей при карстопроявлениях, а также иметь соответствующие системы отключения при недопустимых деформациях сетей и технологического оборудования подстанций.

5.5. Наземные трубопроводы в условиях II и III категорий устойчивости территории должны быть запроектированы с учетом возможности возникновения оседания одной опоры или ее обрушения в карстовую воронку. Технико-экономическим сравнением должен быть принят вариант либо противокарстового исполнения собственно опоры, либо допущения временного отсутствия опоры без больших экономических последствий.

Жесткость стыков пролетных строений должна быть повышена с целью сохранения геометрического положения смежных балок (ферм) при отказе опоры. Сама опора должна иметь одну степень свободы при карстопроявлениях т. е. возможность смещения вертикально вниз независимо от пролетного строения либо трубопровода.

5.6. В проектной документации на наземные и подземные водонесущие и кабельные коммуникации должно быть акцентировано внимание на необходимость выполнения требований по монтажу и эксплуатации коммуникаций в условиях возможной потери геостойкости территории, по которой они проходят и где размещаются соответствующие сооружения (колодцы, узлы управления, распределительные устройства, подстанции и т. п.). При эксплуатации и проведении плановых ремонтных и профилактических работ необходимо освидетельствовать техническое состояние строительных конструкций и элементов зданий и сооружений. При обнаружении признаков отказа названных конструкций и элементов возбуждают вопрос о необходимости обследования.

5.7. Противокарстовые мероприятия на газопроводах и газовых станциях должны предусматриваться в проектной документации после согласования с соответствующими службами (горгаз, гортехнадзор) с учетом возможности карстопроявлений вдоль трассы.

5.8. Основным исходным принципом проектирования благоустройства является обеспечение быстрого и полного сбора атмосферных вод с целью недопущения их накопления в покрывающей толще и попадания в карстующиеся породы. При этом лотки, кюветы, отмостки, тротуары и дороги должны иметь повышенную надежность.

В документации на благоустройство должно быть указано на необходимость соблюдения нормального режима эксплуатации территории, прилегающей к зданию или сооружению, и своевременного устранения повреждений отмостки и других водоотводных элементов территории.

5.9. Закладка водозаборных скважин и промышленная откачка воды на застроенных территориях I...V категорий устойчивости для питьевых и технических нужд категорически запрещается. При необходимости такие скважины после технико-экономического обоснования с учетом конкретных инженерно-геологических условий могут быть заложены на расстоянии не менее 500 м от границы застраиваемой зоны города или иного населенного пункта.

6. ТРЕБОВАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ОСНОВАНИЙ, ФУНДАМЕНТОВ И НАЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

6.1. Все общестроительные работы выполняются в соответствии с требованиями СНиП по производству и приемке работ, с учетом требований настоящих Норм и рекомендаций заложенных в проектной документации.

6.2. Земляные работы на площадке при устройстве оснований и фундаментов должны исключать активизацию карстовых и карстово-суффозионных процессов. Для этого рекомендуются следующие мероприятия:

— производство работ на локальных участках, т. е. в "пятне" строящегося объекта;

— сохранение вокруг строящегося объекта естественного водостока;

— выполнение земляных работ, устройство фундаментов и обратной засыпки в кратчайшие сроки без длительных перерывов;

— исключение затопления и промораживания котлованов и траншей, пазух фундаментов в процессе производства работ нулевого цикла, а также при простоях и технологических перерывах;

— устройство водосточных (дренажных) канав, лотков, кюветов на стройплощадке для быстрого сброса поверхностных вод в соответствии с технической документацией;

— другие мероприятия, реализация которых исключает отрицательное влияние производства земляных работ на инже-

нерно–геологическую обстановку застраиваемой территории.

6.3. Застройка площадок со сложным рельефом не должна предусматривать устройства единых террас на группу объектов, возводимых в разное время. Устройство террасы и (или) искусственного основания рекомендуется выполнять индивидуально под объект либо его секцию, обеспечивая водоотвод и исключая оползневые процессы.

6.4. Элементы системы карстомониторинга закладываются в соответствии с проектом по мере готовности территории и строений. Контрольные замеры положения геодезических знаков, датчиков деформаций и состояния режимных скважин выполняются в соответствии с инструкцией на эксплуатацию системы карстомониторинга.

6.5. Отрывка котлованов и траншей, планировочные работы на площадке (срезка грунта) должны сопровождаться составлением исполнительной документации, отражающей состояние грунтов основания и соответствие их свойств принятым в проекте. При этом отмечаются возможные признаки либо предпосылки активизации карстово-суффозионного процесса, а также описываются карстопроявления (погребенные воронки, понижения, поноры и т. п.) обнаруженные при производстве земляных работ. В необходимых случаях представители заказчика, проектной организации и изыскателей принимают соответствующее решение.

6.6. Наземные строительно-монтажные работы должны проводиться в режиме повышенного внимания к качеству строительных материалов и сборных конструкций. Все сопряжения и стыки подлежат выполнению строго по проекту для обеспечения пространственной жесткости здания или сооружения.

7. ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ЗАКАРСТОВАННЫХ ОСНОВАНИЙ (предпостроечная)

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

7.1. Предпостроечная техническая мелиорация закарстованных оснований (далее – тампонажные работы) предусматривает целенаправленное изменение фильтрационных свойств карстующихся пород для исключения активизации развития карстово-суффозионных процессов в пятне здания или сооружения путем нагнетания растворов различного состава на основе цементного вяжущего под давлением от 3 до 70 атм.

7.2. Тампонажные работы рекомендуются в следующих инженерно-геологических условиях карстующихся пород:

– достаточная скважность пород, обеспечивающая движение растворов в порах и трещинах по турбулентному закону при соответствующем давлении, что достигается при ширине трещин не менее 0,1 мм;

– удельное водопоглощение пород характеризуется величиной 10...100 л/мин;

– скорость движения подземных вод составляет не более 200 л/сут;

– подземная вода не вызывает деструкции (коррозии) цементного камня: выщелачивающую, углекислую, общекислотную, сульфатную и магнезиальную.

7.3. Материалы инженерно-геологических изысканий площадки, подлежащей технической мелиорации карстующихся горизонтов, должны содержать помимо общепринятых следующие дополнительные сведения:

– размеры и формы трещиноватости пустот, их сообщаемость;

– характеристику материала, заполняющего пустоту;

– коэффициент фильтрации и водопоглощение пород;

– скорость движения и напор подземных вод, их направление;

– химический анализ воды и оценку ее агрессивности;

– состояние покровной толщи, ее фильтрационную способность, физико-механические свойства и химико-минералогический состав.

7.4. Техническая мелиорация закарстованных территорий может осуществляться путем превращения покровной толщи в надежный (искусственный) водоупор химическим способом, если над зоной карста имеется слой прочных горных пород, исключающих их обрушение в возможные подземные полости, а закрепление вышележащих грунтов достигается соответствующими реагентами.

7.5. Проектная документация на тампонажные работы должна разрабатываться специализированной организацией на основе материалов инженерно-геологических изысканий с учетом положительного опыта тампонажных работ в аналогичных грунтовых условиях, накопленного специализированной подрядной организацией, имеющей необходимое технологическое оборудование и способной обеспечить эффективность и качество работ.

7.6. Эффективность и качество тампонажных работ должны быть оценены в производственных условиях в зависимости от

конкретных условий путем выполнения предпроектных пробных работ либо в порядке уточнения проектных параметров. В процессе тампонажа контроль качества обязателен на всех стадиях.

7.7. Проектная документация на тампонажные работы должна иметь экспертное заключение компетентных специалистов и рассмотрена в установленном порядке.

7.8. Тампонажные работы используются в тех случаях, когда нецелесообразен перенос объекта на новую более благоприятную площадку, а конструктивные противокарстовые мероприятия оказываются по технико-экономическим показателям неэффективными и (или) недостаточными.

7.9. Тампонажные предпостроечные работы должны применяться при строительстве ответственных зданий и сооружений (I и II групп капитальности), а также уникальных с учетом п. 7.8.

7.10. Гарантированная надежность тампонированных массивов, подтвержденная производственными испытаниями и исполнительными документами, и отсутствие карстовых проявлений на поверхности и в покровной толще позволяют рассматривать такую территорию как карстово-неопасную для зданий и сооружений и строительное освоение их следует выполнять как для некарстовых районов.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И СОСТАВ ПРОЕКТА

7.11. Проектная документация на тампонажные работы разрабатывается проектной и (или) научно-исследовательской организациями на базе следующих основных исходных материалов:

- отчетов по инженерно-геологическим изысканиям, включающих информацию, указанную в п. 7.3, помимо общепринятой;
- результатов предпроектных пробных полевых работ по п. 7.6;
- технической характеристики проектируемого здания (назначение, конструктивные особенности, подземная часть, чувствительность к деформациям и др.);
- особенностей технологического процесса для промышленных зданий и сооружений (водопотребление, водооборот, характеристика флюидов и возможные утечки, смывы и аварийные сбросы и т. п.);
- исторической справки о прошлом опыте тампонажных работ (отчеты, заключения специалистов устные и письменные, публикации и т. п.).

7.12. Отчеты по инженерно-геологическим изысканиям согласно разделу 3 должны содержать информацию прогнозного характера об антропогенной активизации карстово-суффозионного процесса, в т. ч. при возникновении барражных эффектов закрепленных массивов.

7.13. Проект на тампонажные работы должен содержать характеристику исходных данных, необходимые расчеты и обоснования в виде пояснительной записки, принятые технические решения и конструкции, регламенты и требования для обеспечения эффективности работ, принципы организации и материально-техническое обеспечение. Ниже приводится рекомендуемый перечень элементов проекта на тампонажные работы:

- краткая инженерно-геологическая и гидрогеологическая характеристика площадки, освещающая необходимость и возможность выполнения тампонажных работ;
- обоснование необходимости принятия технического решения по устройству тампонажа карстующегося массива определенных размеров;
- расположение инъекционных скважин: планы, разрезы, шаг, глубина, диаметры, конструкция;
- составы тампонажных растворов, их характеристика технология приготовления, контроль качества; потребность в материалах; режимы нагнетания;
- описание технологии тампонажных работ, в т. ч. буровых и сопутствующих работ, собственно тампонажных работ, объемов работ;
- расчет параметров укрепительной цементации (радиус распространения цементного раствора, расход материалов, давление нагнетания, порядок нагнетания);
- расчет параметров укрепительной цементации (радиус распространения цементного раствора, расход материалов, давление нагнетания, порядок нагнетания);
- обоснование параметров заполнительной цементации (тип раствора или бетона, вязкость или подвижность, порядок подачи);
- объем геофизических и гидродинамических исследований в скважинах для литологического расчленения радиуса, измерения угла и азимута искривления скважины, установления диаметра скважины для определения погрешности расходомера, оценки качества цементации обсадных колонн;
- снабжение ресурсами (вода, компоненты раствора, оборудование, запчасти и т. п.);
- электроснабжение участка (источник электроснабжения, расчет электрических нагрузок и сети), заземление;

— контроль качества тампонирования (качество и расход растворов, режим нагнетания, журналы инъекционных работ, оценка эффективности, исполнительная документация);

— организация работ (стройгенплан, подготовительные работы, собственно тампонажные работы, приемо-сдаточные работы, состав исполнителей, социально-бытовые условия, техника безопасности, охрана окружающей среды);

— технико-экономические показатели.

7.14. Проект на тампонажные работы должен учитывать технические возможности специализированного подрядчика, соответствовать передовому отечественному и зарубежному опыту, а также по возможности предусматривать прогрессивные предложения и рекомендации.

7.15. Характеристика тампонажных растворов, в т ч. поризованных, методика приготовления растворов, режим инъекции, номенклатура технологического оборудования и другие сведения представлены в рекомендациях НИИОСП им. Н. М. Герсеванова.

7.16. Химическое закрепление дисперсных грунтов покровной толщи выполняется инъекцией жидкого стекла или карбамидной смолы по соответствующим пособиям, справочникам и инструкциям с учетом местного опыта.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ КАРСТОМОНИТОРИНГА И ПРОТИВОКАРСТОВОЙ СЛУЖБЫ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

8.1. Карстомониторинг и организация противокарстовой службы являются обязательными в пределах населенных пунктов и особо ответственных объектов, построенных преимущественно на территориях с пониженными категориями устойчивости (II, III, IV), а также на территориях с высокой вероятностью активизации карстово-суффозионного процесса под влиянием техногенных факторов для своевременного принятия мер противокарстовой защиты.

8.2. Карстомониторинг включает комплексную сеть слежения за геолого-гидрогеологической обстановкой территории (изменение физико-механических свойств грунтов, режим подземных вод как в толще карстующихся пород, так и в покровных некарстующихся породах), а также за осадками и деформациями оснований и фундаментов зданий, сооружений и технологического оборудования (в соответствии с ГОСТ 24846-86).

8.3. Противокарстовая служба создается для определенного района либо города и для промышленного комплекса (завода) с целью осуществления наблюдений за состоянием закарстованной территории, оснований фундаментов различного назначения, своевременной регистрации и локализации обнаруженных очагов активизации карстовых процессов и выдачи указаний по предотвращению аварийных деформаций.

8.4. Противокарстовая служба создается при мэрии района (города) и при дирекции промышленного комплекса (завода).

8.5. Противокарстовая служба должна быть укомплектована персоналом соответствующей квалификации, оснащена необходимым оборудованием, приборами и осуществляет свою деятельность в рамках положения о службе и специальных инструкций.

НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ НА МЕСТНОСТИ

8.6. Мониторинг на местности должен предусматривать устройство скважин (одиночных, кустовых, ярусных на разные водоносные горизонты) для наблюдений за изменением уровней, температуры и химсостава подземных вод, характеристик физико-механических свойств грунтов разреза во времени; установку водомерных постов для наблюдений за поверхностным стоком (родники, ручьи); глубинных и грунтовых деформационных марок, герконовых и телеметрических датчиков для измерения деформаций грунтовых толщ.

8.7. Схема размещения наблюдательной сети за режимом подземных вод должна обеспечивать возможность получения данных для построения карт: изогипс поверхности уровня подземных вод, изменения химсостава и температуры их по площади, то есть, как минимум, 3 скважины, расположенные в плане как равносторонний треугольник.

8.8. Размещение сети грунтовых и глубинных деформационных марок должно обеспечивать получение информации по осадкам грунтового основания для построения карт изолиний осадок (то есть, как минимум, по схеме равностороннего треугольника или по двум взаимно перпендикулярным профилям)

НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ НА ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

8.9. Здания и сооружения на закарстованных территориях выступают как объекты карстомониторинга согласно п. 1.2 и должны быть оснащены необходимыми устройствами (стенными марками, маяками,

датчиками, приборами), что должно найти отражение в проектной документации в объеме, зависящем от карстоопасности территории.

8.10. Устройства для наблюдения за поведением зданий и сооружений должны быть описаны в паспорте здания и подлежат регистрации в службе наблюдения района (города).

8.11. Наблюдательная сеть на зданиях и сооружениях должна учитывать прогнозируемый характер и особенности деформаций основания, фундаментов и наземных конструкций карстового происхождения, т. е. внезапность, вероятностное проявление в пространстве и времени.

8.12. Наблюдательная сеть на зданиях и сооружениях закладывается в процессе строительства (по проекту) на территориях I–III категорий карстоопасности. В остальных случаях (IV–V категории) – при появлении признаков деформаций по специально разработанной программе.

8.13. Режим наблюдения за осадками и кренами зданий и сооружений отражается в программе и осуществляется специализированной организацией.

8.14. Обнаружение сверхнормативных деформаций должно стать поводом для оценки состояния строения комиссией, в состав которой должны входить представители заказчика, проектировщика, изыскателя и при необходимости авторы настоящей инструкции.

НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ НА ФУНДАМЕНТАХ ОБОРУДОВАНИЯ

8.15. Наблюдательная сеть на отдельно стоящих фундаментах громоздкого оборудования закладывается в необходимых случаях, когда устройства для контроля рихтовки и выверки пространственного положения оборудования, входящие в него как штатные составные элементы, не обеспечивают возможность компенсации деформаций и не гарантируют безотказную эксплуатацию оборудования при поверхностных карстопроявлениях (оседаниях, провалах).

8.16. Места расположения дополнительных марок, датчиков, приборов, уровнемеров выбираются с учетом взаимного расположения фундаментов здания и оборудования, особенностей инженерно-геологического строения, режима эксплуатации оборудования и чувствительности его к деформациям.

8.17. Инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования должны иметь дополнительный раздел о требованиях по наблюдению за положением фундамента оборудования и действиях персонала при отказе фундамента.

9. ПРОТИВОКАРСТОВАЯ ЗАЩИТА СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

9.1. Необходимость выполнения работ по противокарстовому усилению зданий (сооружений), возведенных без учета карстоопасности, обусловливается рядом причин и подразделяется на экстренную и плановую.

Под экстренной понимается необходимость максимально быстрой реализации комплекса мероприятий по усилению основания, фундаментов и (или) надземной части здания (сооружения). При этом состояние объекта диагностируется как опасное (аварийное) со всеми последствиями по пребыванию на нем людей.

Под плановой понимается необходимость реализации аналогичных мероприятий в сроки, определяемые экономической целесообразностью. Состояние объектов диагностируется как потенциально опасное (предаварийное).

9.2. Экстренная необходимость реализации противокарстовых мероприятий вызывается перечисленными ниже основными ситуациями *:

– возникновение внезапных локальных деформаций и повреждений несущих конструкций, вызванных образованием провалов или проседаний карстового происхождения (уточняется экстренным обследованием) в "пятне" здания или в непосредственной близости от него;

– регистрация "нештатной" ситуации в основании службой карстомониторинга;

– обнаружение инженерно-геологических факторов понижающих категорию устойчивости территории под зданием до II (см. табл. 4.1) при специальных исследованиях для объектов, проектируемых вблизи рассматриваемого.

9.3. Плановая необходимость усилительных противокарстовых мероприятий реализуется в следующих случаях:

– регистрация активизации карстово-суффозионных процессов в основании здания (сооружения) службой карстомониторинга, не сопровождающейся появлением

* Состав и рабочая документация на усиление основания и (или) несущих конструкций разрабатываются заранее согласно рекомендациям специальной службы.

деформаций основания и несущих конструкций;

– повышение класса ответственности здания или его исторической значимости;

– реконструкция здания (сооружения) или его капитальный ремонт;

– обнаружение инженерно–геологических факторов, понижающих категорию устойчивости территории в "пятне" здания (сооружения) до III (см. табл. 4.1).

9.4. Фактическая поражаемость объекта карстопроявлениями определяется ориентировочными расчетами реальных несущих конструкций – фундаментов и стен (элементов каркаса) – на воздействия от локальной потери геостойкости.

МЕТОДЫ КАРСТОЗАЩИТНОГО УСИЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

9.5. Карстозащитные усилительные мероприятия предназначены для предотвращения катастрофических последствий для здания (сооружения) при образовании под ним (вблизи него) поверхностных карстопроявлений. Под катастрофическими последствиями понимается локальное или общее разрушение (обрушение) здания, потеря им устойчивости с опрокидыванием, недопустимые деформации конструкций и технологического оборудования с эколого–гическим поражением окружающей среды (на химических и радиоактивных объектах) и др.

9.6. В соответствии с п. 9.2 принимаются экстренные и плановые методы карстозащитного усиления зданий (сооружений).

Экстренные методы должны обеспечить в минимальные сроки необходимую общую или локальную устойчивость здания (сооружения) или свести к минимуму область его поражения на ближайшее время.

Плановые методы предназначены для повышения устойчивости здания (сооружения) или его основания на длительный промежуток времени, т. е. последующей эксплуатации объекта.

9.7. Экстренные методы усиления включают:

– локальное или общее временное усиление фундаментной части посредством подведения конструкций, увеличивающих ее изгибную и сдвиговую жесткости;

– подведение временных усилительных конструкций в надземной части, обеспечивающих повышение пространственной жесткости последней, а также исключающих локальные обрушения пораженных несущих элементов;

– устранение зоны отсутствия контакта фундамента с основанием путем заполнения карстовых образований сыпучими материалами с последующей обработкой твердеющими компонентами;

– "отсечение" участка здания (сооружения), пораженного карстовым провалом, от основной части здания с целью его сохранения;

– повышение несущей способности фундаментов как на пораженных, так и на соседних участках, например, путем подведения многосекционных свай.

9.8. На последующем этапе конструктивные экстренные усилительные мероприятия, выполненные по временной схеме, перерабатывают в постоянный вариант согласно разрабатываемому проекту и фактическому состоянию здания (сооружения).

9.9. Плановые методы усиления карстозащищенности зданий (сооружений) в общем случае включают:

– тампонаж полостей карстового происхождения в "пятне" здания или вблизи него твердеющими растворами;

– создание "усиленной" покрывающей толщи над полостями из грунта, закрепленного инъекцией химических реагентов;

– повышение изгибной и сдвиговой жесткости фундаментной части как на отдельных участках, так и по всему зданию подведением усиливающих конструкций по постоянной схеме;

– повышение общей устойчивости и пространственной жесткости надземной части здания (сооружения) путем подведения усиливающих конструкций по постоянной схеме;

– реконструкция инженерных коммуникаций на прилежащей к зданию территории в карстозащитном исполнении;

– реконструкция благоустройства прилежащей территории согласно требованиям по обустройству закарстованных территорий;

– создание на объекте службы карстомониторинга (при ее отсутствии).

9.10. Плановые методы карстозащитного усиления должны обеспечить требуемую защищенность здания (сооружения) на последующий длительный период эксплуатации и должны быть экономически целесообразными, т. е. состав мероприятий определяется исходя из фактического состояния здания, потенциальной опасности карстопроявлений и минимизации стоимости работ при обеспечении требуемой эксплуатационной надежности.

9.11. Расчет усилительных карстозащитных элементов, вводимых в фун–

даментной и надземной частях здания (сооружения) при плановых мероприятиях, следует осуществлять так же, как и при новом проектировании, рассматривая несущие конструкции здания совместно работающими с вводимыми элементами усиления, на дополнительные усилия, возникающие в здании при поражении его карстопроявлениями (см. раздел 4 настоящих Норм).

9.12. Усиление фундаментов, требуемое в результате исключения из работы части основания, рекомендуется осуществлять согласно специальным указаниям методом подведения многосекционных свай или другими методами.

9.13. Экстренные усилительные мероприятия назначаются по результатам обследования специальной комиссией, состоящей из специалистов проектных, научных и подрядных организаций, опираясь на аналогичный опыт по другим объектам и, как правило, по временной схеме с последующим проектированием и переработкой в постоянную схему.

9.14. Плановые мероприятия разрабатываются проектными организациями с привлечением научных специализированных подразделений на уровне рабочей проектно–сметной документации (стадии проекта).

9.15. Приемка выполненного комплекса карстозащитных экстренных и плановых мероприятий осуществляется комиссией с составлением соответствующего исполнительного документа.

Приложение 1.1
(справочное)

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

БАРРАЖ — подземный экран, устраиваемый на пути движения подземных (карстовых) вод

БЕЗОТКАЗНОСТЬ — свойство объекта или конструкции непрерывно сохранять прочность, жесткость, устойчивость и др. строительные параметры в процессе эксплуатации

ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ ПОРОДЫ — способность породы, вскрытой скважиной или горной выработкой, поглощать воду

ВЯЗКОСТЬ РАСТВОРА ТАМПОНАЖНОГО (ИЛИ ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ) — свойство раствора оказывать сопротивление при перемещении одной части жидкости относительно другой

ГЕОСТОЙКОСТЬ — способность здания, сооружения воспринимать деформационные воздействия карстового происхождения, сохраняя при этом эксплуатационные качества

ДЕСТРУКЦИЯ — нарушение или разрушение нормальной структуры чего-либо

ДЕФОРМАЦИИ КАРСТОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ — деформации толщи горных пород, образующиеся в результате действия гравитационных, гидростатических и гидродинамических сил, возникающих вследствие наличия и развития карстовых форм (полостей, трещиноватых и ослабленных зон и т.п.)

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ — свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов, т. е. с возможными перерывами в работе

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ — искусственное преобразование строительных свойств грунтов физико-химическими методами в условиях их естественного залегания для повышения прочности или связности и придания водонепроницаемости

КАРСТ — совокупность явлений, связанных с деятельностью воды (поверхностной и подземной) и выражающихся в растворении горных пород и образовании в них пустот разного размера и формы. К растворимым породам относятся сульфатные и карбонатные отложения, не считая галиты (поваренная соль)

КАРСТОМОНИТОРИНГ — система слежения за состоянием закарстованных территорий с целью своевременного обнаружения активизации карстово-суффозионных процессов и принятия упреждающих мер, исключающих потерю геостойкости. Включает датчики, приборы и горные выработки (скважины), устанавливаемые на строительных объектах и на местности

КАРСТОПРОЯВЛЕНИЯ — аномальные изменения в толще горных пород или на поверхности земли, образовавшиеся под воздействием карстовых процессов

ЛАМИНАРНОСТЬ — упорядоченное течение жидкости или газа, при котором жидкость (газ) перемещается как бы слоями параллельными направлению течения

МЕЛИОРАЦИЯ ГРУНТОВ ТЕХНИЧЕСКАЯ — улучшение, регулирование и преобразование состояния и свойств пород в заданном направлении

НАДЕЖНОСТЬ — свойство объекта сохранять в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Является сложным свойством, включающим безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость. Для строительных объектов определяющим (основным) свойством является безотказность

ОТКАЗ — событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта либо его несущих конструкций

ПОДВИЖНОСТЬ РАСТВОРА ТАМПОНАЖНОГО — способность раствора при определенном водоцементном отношении прокачиваться насосом по каналам поглощающего пласта

РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ — свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов

СКВАЖНОСТЬ — общий объем всех пустот в горных породах, обусловленный пористостью, трещиноватостью, кавернозностью, наличием карстовых полостей и другими пустотами

СОХРАНЯЕМОСТЬ — свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтопригодности в течение нормативного срока эксплуатации

СУФФОЗИЯ — выщелачивание растворимых (хлоридных, хлоридно-сульфатных карбонатных) солей почвы, нарушение микроагрегатной структуры грунтов и вмывание в глубину с нисходящими токами воды тончайших частиц горных пород, в дальнейшем также выносимых подземными водами

ТУРБУЛЕНТНОСТЬ — неупорядоченное движение жидкости, в котором скорости и давления претерпевают хаотические изменения, но так, что при этом могут быть определены их статистически точные средние значения

УСТОЙЧИВОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ — способность сооружений противодействовать усилиям, стремящимся вывести их из исходного состояния статического или динамического равновесия

Приложение 1.2
(справочное)

ПЕРЕЧЕНЬ
ОСНОВНЫХ РОССИЙСКИХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ БАШКОРТОСТАНА
(по состоянию на 01.01.1995 г.)

1. ГОСТ 24846 – 86. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. – М.: Госстрой СССР, 1981. – 26 с.

2. Основания, фундаменты и подземные сооружения /Справочник проектировщика. – Под общ. ред. Е. А. Сорочана и Ю. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985 – 480 с.

3. Пособие по проектированию железобетонных ростверков свайных фундаментов под колонны зданий и сооружений (к СНиП 2.03.01 – 84) /ЦНИИпромзданий Госстроя СССР и НИИЖБ Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 52 с.

4. Пособие по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений (к СНиП 2.03.01 – 84 и СНиП 2.02.01 – 83) /Ленпромстройпроект Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 112 с.

5. Рекомендации по закреплению растворами закарстованных грунтов в основании гражданских и промышленных объектов /НИИОСП. – М.: 1985. – 28 с.

6. Рекомендации по лабораторному физическому моделированию карстовых процессов. М.: Стройиздат, 1984. – 48 с.

7. РСН 64 – 85. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка. – М.: Госстрой РСФСР, 1985. – 65 с.

8. РСН 66 – 87. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Сейсморазведка. – М.: Госстрой РСФСР, 1987. – 56 с.

9. РСН 75 – 90 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Каротажные методы. – М.: Госстрой РСФСР, 1990. – 75 с.

10. Руководство по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа. / НИИОСП им. Н. М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1984. – 263 с.

11. СНиП 1.02.07 – 87. Инженерные изыскания для строительства /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 106 с.

12. СНиП 2.01.02 – 85*. Противопожарные нормы /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР 1985. – 14 с.

13. СНиП 2.01.07 – 85. Нагрузки и воздействия /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР 1987. – 36 с.

14. СНиП 2.01.15 – 90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1991. – 32 с.

15. СНиП 2.02.01 – 83. Основания зданий и сооружений /Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985. – 40 с.

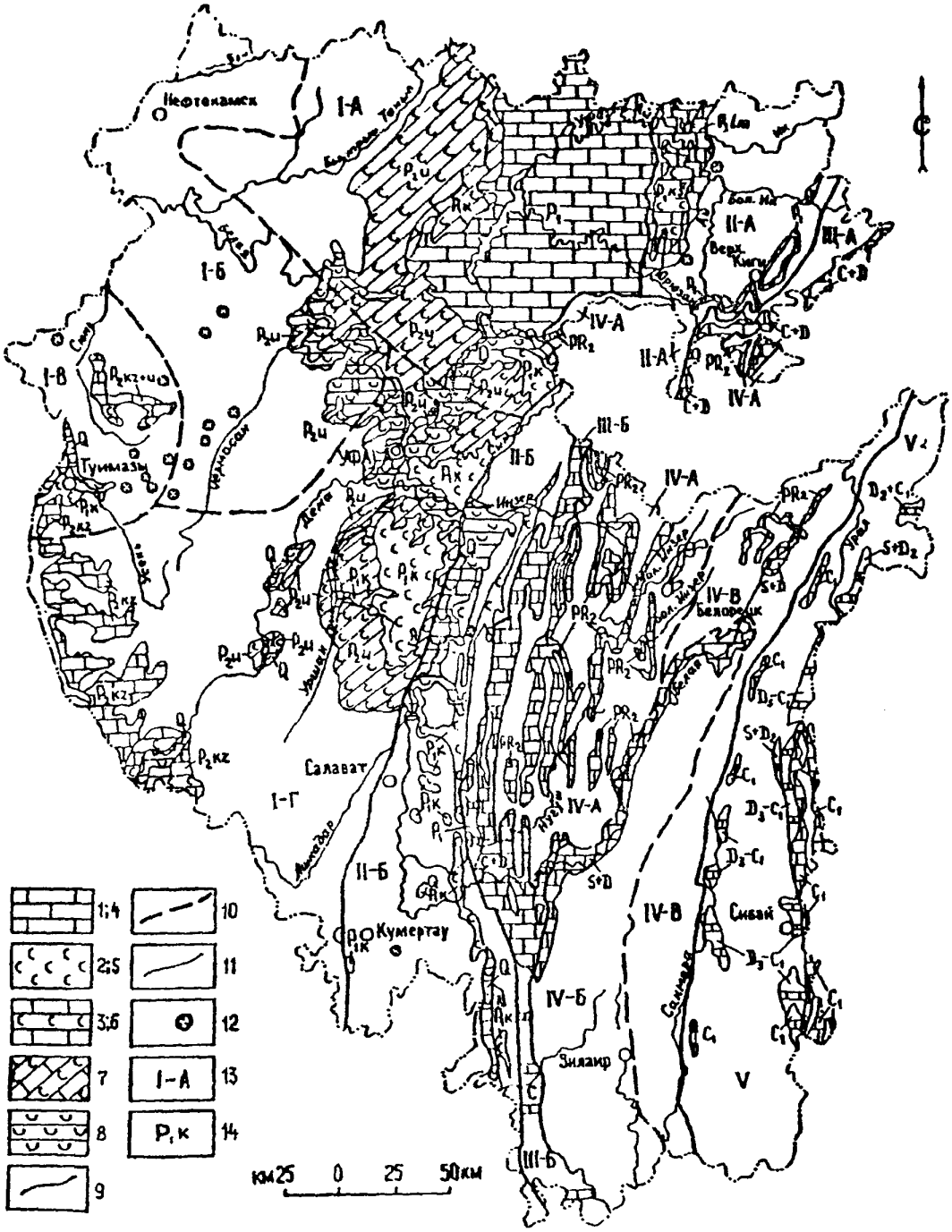
16. СНиП 2.02.03 – 85. Свайные фундаменты /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.

17. СНиП 2.03.01 – 84. Бетонные и железобетонные конструкции /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 89 с.

18. СНиП 2.07.01 – 89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений /Госстрой России. – М.: ГПЦПП, 1994. – 64 с.

Приложение 2.1
(рекомендуемое)

КАРТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ КЛАССОВ КАРСТА И КАРСТОВО-СПЕЛЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ БАШКОРТОСТАНА



Классы карста: А. По составу карстующихся пород: 1 – карбонатный (разряженная штриховка – развитие карста в карбонатных пластах и прослоях среди некарстующихся толщ); 2 – преимущественно сульфатный; 3 – сульфатнокарбонатный; Б. По степени обнажённости карстующихся пород: 4,5,6 – преимущественно покрытый и 7 – закрытый с участками голого, вдоль склонов речных долин; 8 – преимущественно перекрытый (в основном сульфатный) с участками закрытого. Границы: карстово-спелеологических: 9 – провинций; 10 – областей; 11 – распространения поверхностных карстопроявлений; 12 – площади без поверхностных карстопроявлений с участками локального их развития. Индексы: 13 – карстово-спелеологических провинций и областей (см. таблицу); 14 – геологического возраста горных пород, в которых развиты карстопроявления.

Таблица к приложению 2.1. Карстово-спелеологическое районирование Башкортостана

Страна (подтип карста)	Провинция	Область	Подобласть (класс карста)
Восточно-Европейской равнины (равнинный карст на преимущественно горизонтальной основе залегания карстующихся пород)	Восточно-Русской платформы - I	Башкирского свода - I-А	Сульфатный Карбонатный Сульфатно-карбонатный
		Татарского свода - I-В	Сульфатный Карбонатный Сульфатно-карбонатный Кластокарст
		Бирской седловины - I-Б	Сульфатный Кластокарст
		Восточной окраины Русской платформы - I-Г	Сульфатный
	Предуральского прогиба - II	Уфимско-Соликамской мегавпадины - II-А	Карбонатный Кластокарст
		Бельской мегавпадины - II-Б	Сульфатный
Таймыро-Уральской геосинклинали (горный и равнинный карст на сильно дислоцированном субстрате)	Западно-Уральской внешней зоны складчатости - III	Кизеловско-Дружинской структуры - III-А	Карбонатный
		Ашинско-Алимбетовской структуры - III-Б	Карбонатный
	Центрально-Уральского поднятия - IV	Башкирского мегантиклинория - IV-А	Карбонатный
		Уфалейско-Уралтауского мегантиклинория - IV-Б	Карбонатный Кластокарст
		Зилаирско-Эмбенского мегантиклинория - IV-В	Карбонатный
	Тагильско-Магнитогорского прогиба - V	Магнитогорского мегасинклинория - V	Карбонатный Кластокарст

Приложение 2.2
(Рекомендуемое)

КЛАССИФИКАЦИЯ КАРСТА БАШКОРТОСТАНА

Тип по условиям питания	Подтип по характеру рельефа	Класс по составу карстующихся пород	Подкласс по степени обнаженности карстующихся пород	Характерные гидродинамические профили		
Карст в условиях умеренного питания	Карст равнинный на горизонтальной основе залегания карстующихся пород (Предуралье) I	Карбонатный	Карбонатный, преимущественно покрытый, с участками голого	Имеется: а) полный гидродинамический профиль со всеми зонами циркуляции (по Г.А. Максимовичу); б) только зона горизонтальной циркуляции	а	б
		Сульфатный	Сульфатный, преимущественно закрытый, с участками голого	Имеется полный гидродинамический профиль со всеми зонами циркуляции, за исключением глубинной		
			Сульфатный, преимущественно закрытый, с участками голого вдоль склонов речных долин	Развиты зоны горизонтальной и сифонной циркуляции, участками вертикальной и переходной		
			Сульфатный, преимущественно перекрытый, с участками закрытого вблизи бортов речных долин	Развиты зоны горизонтальной и сифонной циркуляции		
	Равнинный на складчато-глыбовой основе (Зауралье) III	Карбонатный	Карбонатный, преимущественно покрытый, с участками голого	Развиты все зоны циркуляции за исключением крупных долин, где имеются зоны горизонтальной, сифонной и глубинной циркуляции		
	Горный складчатый (Урал) II		Карбонатный, преимущественно покрытый, с участками голого	Имеются: а) все зоны циркуляции; б) только зоны горизонтальной, сифонной и глубинной циркуляции	а	б

Приложение 3.1

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ВИДЫ И ОБЪЕМЫ РАБОТ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ В КАРСТОВЫХ РАЙОНАХ

№ пп	Виды работ	Объемы на 1 кв.км	Примечание
1	2	3	4
	I. Изыскания для разработки предпроектной документации		
1	Маршрутные наблюдения с карстологическим обследованием, т.н.	8 . . . 24 *	Здесь и далее для масштабов 1:10000; 1:5000/1:2000
2	Горные выработки, в т.ч. скважины, не менее 1 на каждый геоморфологический элемент, выработка	4 . . . 16	
3	Опытно-фильтрационные работы		
	3.1. Экспресс-налив, опыт	1	В зоне аэрации
	3.2. Кратковременная откачка, опыт	Из каждого водоносного горизонта	
4	Наземные геофизические исследования		
	4.1. Вертикальное электрозондирование (ВЭЗ), ф.н.	20 . . . 40	Профильный шаг 200-100 м
	4.2. Сейсморазведка (МПВ), ф.н.	20 . . . 40	Профильные, длина годографа до 300 м, шаг 200 м
	4.3. Гравиразведка, ф.н.	40 . . . 100	Сеть 500x50, 200x50
	4.4. Магниторазведка, ф.н.	40 . . . 100	Только для карбонатного карста
5	Биолокационные маршруты, ф.н.	100 . . . 250	Сеть 200x50, 200x25 (только в комплексе с другими методами)
6	Сбор информации для районирования по интегральному показателю	–	Данные о показателях: а) закарстованности (расположение, плотность и размеры карстовых провалов и воронок); б) инженерно-геологических условий и факторов, влияющих на развитие карста (расположение по разрезу и состояние карстующихся пород, наличие движущихся подземных вод и способность их растворять породы и т.д.)
7	Лабораторные работы	В объеме проб	

Продолжение приложения 3.1

II. Изыскания для разработки проектов			
1	2	3	4
1	Маршрутные наблюдения с карстологическим обследованием, т.н.	50 . . . 250	Здесь и далее для масштабов 1:5000/1:2000
2	Наземные геофизические исследования		
	2.1.Вертикальное электрозондирование (ВЭЗ), ф.н.	100 . . . 200 400 . . . 800	Сеть 100 х 100...50, при глубоком (> 30 м залегании карстующихся пород) Сеть 50 х 50...25, при неглубоком (< 30 м залегании карстующихся пород)
	2.2. Круговое ВЭЗ, ф.н.	15 . . . 30	
	2.3. Электропрофилирование (СЭП, КЭП, ДЭП), ф.н.	400 . . . 800 1600 . . . 4000	50 х 50...25м при глубоком (> 30 м залегании карстующихся пород) 25 х 25...10 м при неглубоком (< 30 м залегании карстующихся пород)
	2.4. Метод естественного поля, ф.н.	2000	50 х 10 м, определяются восходящие и нисходящие потоки карстовых вод
	2.5. Сейсморазведка (МПВ), ф.н.	100 . . . 150	Отдельные профили. Длина годографа 100...300 м, шаг 50...100 м
	2.6. Гравиразведка, ф.н.	200 . . . 800	Сеть 100 х 50, 50 х 25. Выполняется в условиях сильных помех
	2.7. Эманационная съёмка	–	Сеть 50 х 10. Выполняется для детализации геофизических аномалий
	2.8. Магниторазведка, ф.н.	200 . . . 800	Сеть 100 х 50, 50 х 25. Только для карбонатного карста
	2.9. Метод заряда	–	Выполняется в скважинах, вскрывших полости на 2–х или 3–х уровнях
3	Биолокационная съёмка, ф.н.	200 . . . 800	Сеть 100 х 50, 50 х 25. Применяется несколько резонаторов
4	Бурение скважин, скв.	10 . . . 15	Объем урения указан в п. 3.29
5	Комплексный каротаж, в % от объёма бурения	80	
6	Опытно–фильтрационные работы:		
	6.1. Откачка из одиночной скважины, опыт	5 . . . 7	

1	2	3	4
	6.2. Кустовая откачка, опыт	2 . . . 4	
	6.3. Экспресс откачка, опыт	10 . . . 15	
	6.4. Поинтервальный налив, опыт	10 . . . 15	
7	Опробование		
	7.1. Подземные воды; проба	10 . . . 15	
	7.2. Грунты, скв.	3 . . . 16	Послойно для определения физико – механических свойств
8	Лабораторные исследования	В объеме проб	
9	Наблюдения за режимом в скважинах; частота наблюдений; день	3 . . . 6	В течение года

III. Изыскания для разработки рабочей документации		
1	Площадные геофизические наблюдения	
	1.1. Вертикальное электрозондирование, возможно в модификации двух составляющих	2 – 3 профиля с шагом 25, 10 м параллельно оси здания
	1.2. Круговые ВЭЗ	15% от объема ВЭЗ
	1.3. Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП)	В каждой скважине
	1.4. Сейсмотомография	Между двумя скважинами. В случае, если необходимо изучить пространство под сооружением
	1.5. Метод заряда	2 – 3 опыта в каждой скважине
	1.6. Микрогравиразведка, масштаб 1:200, 1:100	В районе выявленных геоэлектрических зон и карстовых полостей по сети 20x10, 10x5 м
	1.7. Эманационная съёмка, масштаб 1:200, 1:100	То же
	1.8. Биолокационная разведка	То же
2	Бурение скважин	На каждом здании (сооружении) через 20 – 40 м плюс 20 % резерва для проверки аномалий и уточнения размеров полости
3	Опытно – Фильтрационные работы	
	3.1. Откачка из одиночной скважины	1 откачка из карстового водоносного горизонта
	3.2. Кустовая откачка	1 откачка на каждые 3 – 4 откачки из одиночных скважин
	3.3. Поинтервальный налив	1 – 2 налива

Окончание приложения 3.1

1	2	3
4	Комплексный каротаж	В каждой скважине
5	Статическое зондирование	2 крестовых профиля (шаг зондирования 1–2 м)
6	Пенетрационно–каротажные исследования	2 профиля через 2–5 м. Методы ГГК, ННК
7	Опробование	
	7.1. Карстовые и надкарстовые воды; проба	Не менее 3 проб из каждого водоносного горизонта
	7.2. Грунты	В среднем 1 монолит через 5 м проходки
8	Лабораторные исследования	
	8.1. Стандартный химанализ воды	В объеме проб с определением гипсовой и карбонатной емкости
	8.2. Определение физико–механических свойств грунтов	В объеме проб
9	Опытные работы по физическому моделированию с целью оценки крити–ческих размеров полости	1–2 опыта
10	Гидрохимические расчёты для прогнозирования скорости карстовых полостей	1–2 расчета
11	Стационарные режимные наблюдения	По 1–2 скважинам (при необходимости)
12	Карстомониторинг (на одну секцию здания)	
	12.1. Наблюдения за осадками естественного основания:	
	по глубинным грунтовым маркам	Не менее 3 деформационных марок
	по грунтовым маркам мелкого заложения	Не менее 5 деформационных марок
	12.2. Наблюдения за осадками и деформациями фундаментов и самого сооружения:	
	по стенным маркам	Не менее 6 деформационных марок
	12.3. Комплексные наблюдения за режимом подземных вод (грунтовых и карстовых):	
	за уровнем	6 точек
	за температурой	3 точки
	за химсоставом	3 точки
	12.4. Накопление информации в банке данных, обработка и выдача заключений	Ежеквартально

Примечание. * Для всех видов работ нижний предел объёмов следует принимать при исследованиях территорий I категории, верхний для – V категории, пропорционально взятые объёмы между нижним и верхним пределами – для II, III, IV категорий (приложение 3.2).

Приложение 3.2
(Обязательное)

ПРИЗНАКИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПО КАТЕГОРИЯМ УСТОЙЧИВОСТИ

№ пп	Признаки	Категории устойчивости				
		I	II	III	IV	V
	I. На стадии предпроектной документации					
1	Среднегодовое количество карстовых провалов на 1 км2	> 1,0	1,0 – 0,1	0,1 – 0,05	0,05 – 0,01	< 0,01
*2	Коэффициент закарстованности, ед.	> 1,0	1,0 – 0,1	0,1 – 0,05	0,05 – 0,01	< 0,01
*3	Плотность карстовых воронок, шт/км2	> 100	100 – 10	10 – 1	1,0 – 0,1	0,1 – 0,01
*4	Удалённость от ближайшего поверхностного карстопроявления, м	Сам провал	Древние воронки, один диаметр от провала	< 100	100 – 250	> 250
5	Глубина залегания карстующихся пород по данным бурения и геофизики:					
	5.1. трещиноватых и кавернозных, м	< 35	< 35	35 – 50	45 – 65	> 60
	5.2. монолитных, м	До 100	До 100	50 – 70	55 – 75	> 60
6	Наличие коррелируемых зон высоких градиентов Δ g	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет
7	Наличие коррелируемых зон по биолокации	Есть	Есть	Есть	Есть	Нет
	II. На стадии проекта (районирование закарстованных территорий по категориям устойчивости)					
1-7	Все признаки соответствующих категорий устойчивости на стадии предпроектной документации					
*8	Наличие карстовых полостей в карстующейся толще и их характер по:					
	8.1. бурению	Открытые и заполненные		Заполненные, реже открытые	Заполненные, каверны	Трещины, каверны
	8.2. геофизическим данным, в т.ч.:			Реже открытые	Каверны	Каверны
	по параметру Rt	< 0	< 0	< 0	> 0	> 0
	по параметру n, %	> 50	> 50	30 – 50	20 – 30	< 20
	по аномалиям потенциала МЗ	Интенсивные локальные от глубинных проводников			Заметные	Нет
	по аномалиям Δ g	Интенсивные		Есть	Слабо интенсивные	Нет

Продолжение приложения 3.2

№ пп	Признаки	Категории устойчивости				
		I	II	III	IV	V
	по аномалиям эманации радона	Интенсивные локальные		Локальные	Слабо интенсивные	Нет
	по локальным аномалиям биолокации	Интенсивные локальные		Слабо локальные	Расплывчатые	Нет
*9	Наличие водоупоров в перекрывающей толще					
	9.1. мощность водоупора, м	Отсутствует или не более 1–2		Маломощные 5–20	Выдержанные 15–30	Преимущественно водоупорные
	9.2. качество водоупора, характеризуемое УЭС, омм (в скобках мощность водоупора для данного УЭС, м)	10–15(1–2), 70–80(5–10)		10–15(5–20), 70–80(15–30)	10–15(15–30), 70–80(30–50)	10–15(30–50) 70–80(60–70)
*10	Содержание пород, подверженных суффозии, %	> 30		20–35	10–25	10
11	Наличие и мощность известково-доломитовой муки, м	> 0.5		0.5–0.2	0,2	Нет
12	Загипсованность (содержание сульфатов) в породах перекрывающей толщи, %	> 20		20–10	10–5	< 5
*13	Наличие тектонических деформаций в разрезе, характеризующихся признаками:					
	13.1. искажённость кривых ВЭЗ	Сильные		Заметные	Слабые	Нет
	13.2. зоны высоких градиентов g	Интенсивные		Заметные	Слабые	Нет
	13.3. протяжённые аномалии биолокации	Есть	Есть	Есть	Нет (есть)	Нет
	13.4, узколокальные аномалии эманаций радона	Есть	Есть	Есть	Нет (есть)	Нет
*14	Степень нарушенности карстующихся пород, характеризующаяся признаками:	Интенсивная		Значительная	Заметная	Слабая
	14.1. удельный коэффициент трещиноватости, шт/м	> 10		10–5	5–1	< 1
	14.2. зоны аномалий по Rt<0 (в % к площади изысканий)	100	70–100	50–70	30–50	< 30
	14.3. аномальные зоны по S (продольная проводимость по отношению к средней)	Уменьшение в 2–3 раза		Уменьшение в 1,5–2 раза		Нет
	14.4. аномальные зоны по η_k (ворота), в %	50–70		30–50	20–30	< 20
	14.5. локальные аномалии Δg	Интенсивные		Заметные	Слабые	Нет
	14.6. наличие сейсморазведочных аномалий по МПВ. Искажение волновой картины (ИВК)	Явные		Заметные	Слабые	Нет

№ пп	Признаки	Категории устойчивости				
		I	II	III	IV	V
	14.7 уменьшение Vp, %	30 – 40		20 – 30	10 – 20	< 10
	14.8 наличие зон разуплотнения (по ГГК – П)	Четко выраженные		Заметные	Слабые	Нет
	14.9 размеры каверн по стволу скважин, см	> 10		5 – 10	2 – 5	< 2
	14.10 коэффициент анизотропии (λ k), ед.	> 1,7		1,7 – 1,5	1,5 – 1,2	1,2
*15	Степень расчленённости кровли карстующихся пород (n, ед. и $\sum_{n} \Delta$ H, м на 100 м)	> 3 и > 20 – 30		2 и 10 – 20	1 и 5 – 15	0 и 5 – 10
*16	Вертикальный градиент фильтрации, наличие восходящих (нисходящих) потоков карстовых вод:					
	16.1 по бурению (ед.)	> 6		6 – 2	2 – 1	< 1
	16.2 по методу естественного поля (интенсивность аномалий U)	Интенсивные		Заметные	Слабые	Нет
*17	Гидравлический градиент, ед.	> 0,01		0,01 – 0,005	0,005 – 0,001	< 0,001
*18	Коэффициент фильтрации, м /сут	> 50		50 – 25	25 – 5	< 5
*19	Агрессивность карстовых вод (гипсовая ёмкость, г/л)	> 1,5		1,5 – 1,0	1,0 – 0,3	< 0,3
*20	Скорость подземной карстовой денудации, $м^3/км^2$ год	> 150		150 – 100	100 – 50	< 50
21	Количество аномальных точек по основному методу, %	100 – 70		60 – 35	35 – 10	25 – 5

III. На стадии рабочей документации (зонирование по степени карстовой опасности)

	Основные признаки, определяющие степень карстовой опасности	ЗОНА А	ЗОНА В	ЗОНА С
1-21	Все признаки соответствующих категорий устойчивости на предыдущих стадиях			
8	Характер вскрытых буровой скважиной карстовых полостей	Открытые	Заполненные	Зоны трещиноватости
22	Удалённость от карстовых полостей	Сама полость	До одного диаметра	Более одного диаметра
23	Линейный коэффициент внутренней закарстованности	> 25	25 – 5	< 5
24	Время достижения критических размеров полостями (по сравнению с амортизационным сроком службы сооружений)	Меньше	Соизмеримо	Многократно превышает
25	Ширина полости, м	> 20	20 – 5	< 5
26	Коэффициент устойчивости сводов, 2в / h	> 6	6 – 1	< 1

Окончание приложения 3.2

№ пп	Основные признаки, определяющие степень карстовой опасности	ЗОНА А	ЗОНА В	ЗОНА С
*27	Наличие аномалий по методу заряда и МЗК	Локальные интенсивные	Заметные	Слабые, отсутствуют
28	Наличие сейсморазведочных аномалий по методу ВСП (уменьшение Vp в %, ИВК)	40 – 50, интенсивные	40 – 20, заметные	< 20, слабые
29	Наличие локальных аномалий Δ g по микрогравике	Интенсивные локальные	Заметные локальные	Слабые, отсутствуют
30	Наличие эманационных аномалий	Интенсивные локальные	Заметные локальные	Слабые, отсутствуют
31	Наличие биолокационных аномалий	Интенсивные локальные	Заметные локальные	Слабые, отсутствуют
32	Активность карстового процесса в гипсах;%	> 10	10 – 3	< 3

Примечания: 1. Значения данного признака при наличии достаточной информации определяются через эффициент закарстованности путём подбора соответствующего критериям устойчивости расстояния до края воронки.
2. Знаком * отмечены ведущие признаки, без использования которых оценка категорий устойчивости некондиционна.
3. Расшифровку терминов и понятий признаков см. в приложении 3.3.

Приложение 3.3
(справочное)

Р А С Ш И Ф Р О В К А
ПРИЗНАКОВ, ТЕРМИНОВ, ОПРЕДЕЛЕНИЙ И ФОРМУЛ, ПРИВЕДЁННЫХ В ПРИЛОЖЕНИИ 3.2
(номера пунктов соответствуют номерам пунктов приложения)

I. НА СТАДИИ ПРЕДПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

1. Среднегодовое количество карстовых провалов на 1 км^2 определяется по формуле:

$$P = n / S \cdot t \quad \text{провалов / км}^2 \cdot \text{г}$$

где n – число провалов, зарегистрированное на площади S (км^2) за промежуток времени t (годы).

2. Коэффициент закарстованности (КЗ) – отношение суммы площадей воронок ($S_в$) к площади карстового поля ($S_{к.п.}$). Определяется по дешифрированию аэрофотоснимков или по рекогносцировочному обследованию

$$КЗ = S_в / S_{к.п.}, \text{ дол. ед.}$$

Примечание. Карстовое поле – это сосредоточение поверхностных карстопроявлений в пределах однотипных инженерно-геологических условий с расстоянием между ними, как правило, не более двух их средних диаметров. Объединение карстовых полей единым контуром на расстоянии 250 м от края карстовых воронок образует скопление карстовых полей.

3. Плотность карстовых воронок определяется по формуле

$$f = N / S, \text{ шт / км}^2,$$

где N – количество карстовых воронок, шт.,

S – закарстованная площадь, км^2.

4. Удалённость от ближайшего поверхностного карстопроявления – расстояние от объекта (точки наблюдения и др.) до кромки наиболее близко расположенной поверхностной карстовой формы (провал, воронка), м.

II. НА СТАДИИ ПРОЕКТА

8. Наличие карстовых полостей в карстующейся толще и их характер определяются по данным бурения, геофизических исследований и рекогносцировочного обследования. Выделяются полости открытые (заполненные воздухом или водой) и заполненные или частично заполненные (глинистым, песчаным или другим заполнителем). Карстовая полость выделяется при высоте 0,5 м и более, каверна – до 0,5 м .

8.2. Параметр *Rt* определяется по данным измерений $\rho_к$ методом ВЭЗ. Это дифференциальное сопротивление пород (вторая производная от изменения $\rho_к$ по глубине). Вычисляется по формуле

$$\frac{\frac{AB}{2} - \frac{AB}{2(n-1)}}{\frac{AB/2}{\rho_к \cdot n} - \frac{AB/2}{\rho_к \cdot (n-1)}} .$$

Характеризует (значениями меньше нуля) наличие зон закарстованности и высокой степени трещиноватости пород, возможно карстовых полостей.

Параметр η . Расхождение в измерениях $\rho_к$ при переходе их с одной приёмной линии на другую. Большие расхождения (более 15 –20%), как правило, связаны с наличием резких изменений в геолого-литологическом разрезе. Вычисляется по формуле

$$\eta = (\rho_к - \overline{\rho}_к) / \overline{\rho}_к, \ \%,$$

где $\rho_к$ — значение на определённом разносе АВ в одной точке;

$\overline{\rho_к}$ — среднее значение $\rho_к$ по объекту на том же разносе.

Аномалия Δg — аномалия гравитационного поля в редукции Буге при промежуточной плотности 2,3 г/см ^{3}. Принимается за аномалию, если величина её превышает три погрешности измерений, т.е. 0,1 — 0,12 мгл . Высокий градиент Δg характеризует резкое увеличение (уменьшение) силы тяжести на определённом расстоянии.

Аномалия эманаций радона. Возникает в коллекторах, в подпочвенной среде при наличии тектонических карстовых и других нарушений.

Аномальные зоны по биолокации — интенсивное вращение рамки в руках оператора в зависимости от применяемого резонатора. Резонатор — это образец породы, которой сложен разрез (глина, известняк).

10. Содержание пород, подверженных суффозии, в перекрывающей толще — это отношение мощности суффозионно-неустойчивых (песчано-алевритовых, известково-доломитовых, глинисто-карбонатных и других) слабосцементированных отложений ко всей мощности перекрывающей толщи, %.

12. Загипсованность (содержание сульфатов) в породах перекрывающей толщи определяется визуально или по водной вытяжке в лаборатории а также в шлифе или по аналогии, %.

13. Тектонические деформации в разрезе — изменение формы и объёма горных пород под воздействием тектонических сил. Пластические деформации — без разрыва сплошности пород, разрывные — с нарушением сплошности пород. Определяются как визуально, так и геолого геофизическими методами.

13.1. Искажённость кривых ВЭЗ. В зонах разломов, интенсивной трещиноватости, карстовых провалов кривые ВЭЗ принимают форму, не подлежащую интерпретации.

13.2 , 13.3 , 13.4 — соответствуют пункту 8.2.

14. Степень нарушенности карстующихся пород, характеризующаяся признаками:

14.1. Удельный коэффициент трещиноватости карстующихся пород, шт/м — количество трещин на метр длины керна или обнажения.

14.2. — см. п. 8.2.

14.3. Аномальные зоны по S. S — средняя продольная проводимость пород разреза. Понятие аномалии по S — относительное. Это резкое изменение S в отдельных точках по сравнению со средним по участку.

14.4 , 14.5 — соответствуют пункту 8.2.

14.6. Наличие сейсморазведочных аномалий по МПВ характеризуется: а) искажениями волновой картины (искажение формы годографа, изменение частоты, амплитуды) и оценивается по сейсмограммам и годографам; б) уменьшением скорости продольных волн в % к Vp в неизменённых породах (п.14.7).

14.10. Коэффициент анизотропии λ_k . Определяется по данным КВЭЗ по формуле

$$\lambda_k = УЭС_{макс} / УЭС_{мин}, \text{ ед.},$$

где $УЭС_{макс}$, $УЭС_{мин}$ — значения удельного электрического сопротивления на соответствующих разносах.

15. Степень расчленённости кровли карстующихся пород определяется количеством перепадов высот (n, ед.) и суммой относительных высот или перепадов ($\sum_n \Delta$ H, м), отнесённых к 100 м по горизонтали. Определяется по геологическим или геолого-геофизическим разрезам.

16. Вертикальный градиент фильтрации, или величина гидродинамического давления на разделяющую напорный горизонт карстовых вод слабопроницаемую толщу, в случае однородности фильтрационных её свойств пропорционален величине и интенсивности перетока ($J_в$=E), т.е.

$$J_в = (H_г - H_к) / M_о,$$

где $H_г$ и $H_к$ — пьезометрические уровни грунтовых и карстовых вод, м;

$M_о$ — мощность слабопроницаемой толщи, м.

Величина и интенсивность нисходящей (или восходящей) фильтрации ε при неоднородном $K_о$ определяется по формуле

$$\varepsilon = K_o (H_г - H_к) / M_o,$$

где K_o — коэффициент фильтрации слабопроницаемой толщи, м /сут.

17. Гидравлический градиент J — перепад уровня подземных вод на 1000 м. Определяется по картам гидроизогипс или по разности отметок уровня воды в 2 скважинах, ед.

18. Коэффициент фильтрации карстующихся пород — величина, характеризующая водопропускную способность горных пород (скорость фильтрации при напорном градиенте, равном 1), м/сут. Определяется по результатам опытных откачек и наливов, графо-аналитическим методом или расчётами преимущественно по формулам неустановившейся фильтрации.

20. Скорость подземной карстовой денудации или интенсивность карстового процесса — это вынос растворимой породы; определяется методами, предложенными Ж.Корбелем (1959), М.Пулиной (1968), А.Чикишевым (1973) и П.Уильямсом (1963).

По А. Чикишеву

$$И = 0{,}0126 \cdot Q \cdot T / P, \ м^3/км^2 \cdot год \ или \ мм/1000 \ лет,$$

где $И$ — интенсивность карстового процесса, % тысячелетия;

Q — сток, $м^3/с$;

T — содержание в воде растворимой карстующейся породы, мг/л;

P — площадь карстующихся пород, $км^2$;

0,0126 — коэффициент для карбонатных пород (для сульфатных — 0,0117).

По Ж. Корбелю

$$X = 4 \cdot E \cdot T \cdot n / 100, \ м^3/км^2 \cdot год,$$

где X — величина поверхностной карстовой денудации, $м^3/км^2 \cdot год$ или мм /1000 лет;

E — величина слоя стекающей воды, дм;

T — содержание в воде карбоната кальция, мг/л;

4 /100 — коэффициент перевода весовых единиц в объёмные через величину удельного веса $CaCo_3$ (2,5 $г/см^3$);

n — коэффициент, показывающий, какая часть территории сложена карбонатными породами.

Величина подземной карстовой денудации X_1 вычисляется по формуле

$$X_1 = 4 \cdot E_1 \cdot T_1 / 100, \ м^3/км^2 \cdot год \ или \ мм /1000 \ лет,$$

где E_1 — высота слоя воды, стекающей под землёй, м;

T_1 — содержание в подземных водах $CaCo_3$, г/л.

21. Количество аномальных точек по основному (площадному) методу, как правило, по методу ВЭЗ или в отдельных случаях, когда ВЭЗ выполняется по отдельным профилям, по методу электропрофилирования , в % от общего числа точек наблюдения.

III. НА СТАДИИ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

23. Линейный коэффициент внутренней закарстованности (K_l) — отношение сумм диаметров или поперечников ($\sum$d, м) карстовых каверн и полостей, измеренных по образующим керна, к длине линии замера (l, м). Определяется по керну буровых скважин по формуле

$$K_l = \sum d / n \cdot l \cdot 100, \ \%,$$

где n — число замеров.

24. Время достижения критических размеров полостями определяется по формуле

$$T = (V_{кр} - V_o) / W_{об},$$

где $V_{кр}$ — критический объём полости, при котором начинается обрушение свода:

$$V_{кр} = 1/2 \cdot h \cdot b^2_{кр} \cdot h_{кр} \ м^3,$$

V_o – объём встреченной бурением карстовой полости

$$V_o = 1/2 \cdot h \cdot r^2 \cdot h \text{ , м}^3 \text{ ,}$$

$W_{об}$ – объем выносимой растворимой породы из массива

$$W_{об} = W_т / \rho, \text{ м}^3 \text{ ,}$$

ρ – плотность гипса, равная 2,4 т/м^3 (известняка 2,5 т/м^3);
b – полупролёт свода (радиус основания) полости

$$b = 2 \cdot h \cdot f, \text{ м,}$$

h – высота полости, м;
f – коэффициент крепости (для гипсов равен 2);
r – радиус полости (по геофизическим данным), м;
$W_т$ – скорость химической денудации сульфатных пород

$$W_т = Q \cdot a \cdot n,$$

где Q – дебит, м^3/сек;
n – количество дней в году;
a – дефицит насыщения $CaSO_4$ определяемый химическим анализом воды (Зверев В.П.,, или же гипсовая ёмкость, определяемая лабораторными анализами.

25. Ширина полости , м – определяется геофизическими методами; критическая ширина полости определяется моделированием на эквивалентных материалах на плоском стенде по методике Дзержинской карстовой лаборатории ПНИИИС (1978).

26. Коэффициент устойчивости сводов Ку = $2b$ /h. Для гипсовых пещер Башкортостана при Ку равном 3,0 наблюдается устойчивый свод равновесия. В процессе развития пещер и полостей Ку увеличивается, свод становится неустойчивым, начинается его обрушение и проявление полости на поверхности. Критический средневероятный Ку = 2 $b_{кр}$ / $h_{кр}$ эмпирически принимается равным 3,5 м.

27. Наличие электроразведочных аномалий по методу заряда – наличие искривления изолиний потенциала (Δ U), разряжения или сгущения их (или соответственно на графиках градиента потенциала участки слабого или резкого изменения ΔU), смещение максимума потенциала (или точки перехода графика ΔU через ноль) или появление второго максимума потенциала; при этом разрежение изолиний потенциала наблюдается над проводниками (типа заполненных карстовых полостей и т.п.), а сгущение – над диэлектриками (типа открытых карстовых полостей, высокоомных пород и т.п.).

Приложение 4.1
(рекомендуемое)

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПРОТИВОКАРСТОВОГО ФУНДАМЕНТНОГО Ж/Б ПОЯСА (РОСТВЕРКА) БЕСКАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ КАРСТОВОГО ПРОВАЛА

В основе метода расчета параметров монолитного железобетонного фундаментного пояса (ростверка), обеспечивающего сохранность здания от обрушения при его поражении карстовым провалом, лежит последовательное выполнение "необходимого" и "достаточного" условий.

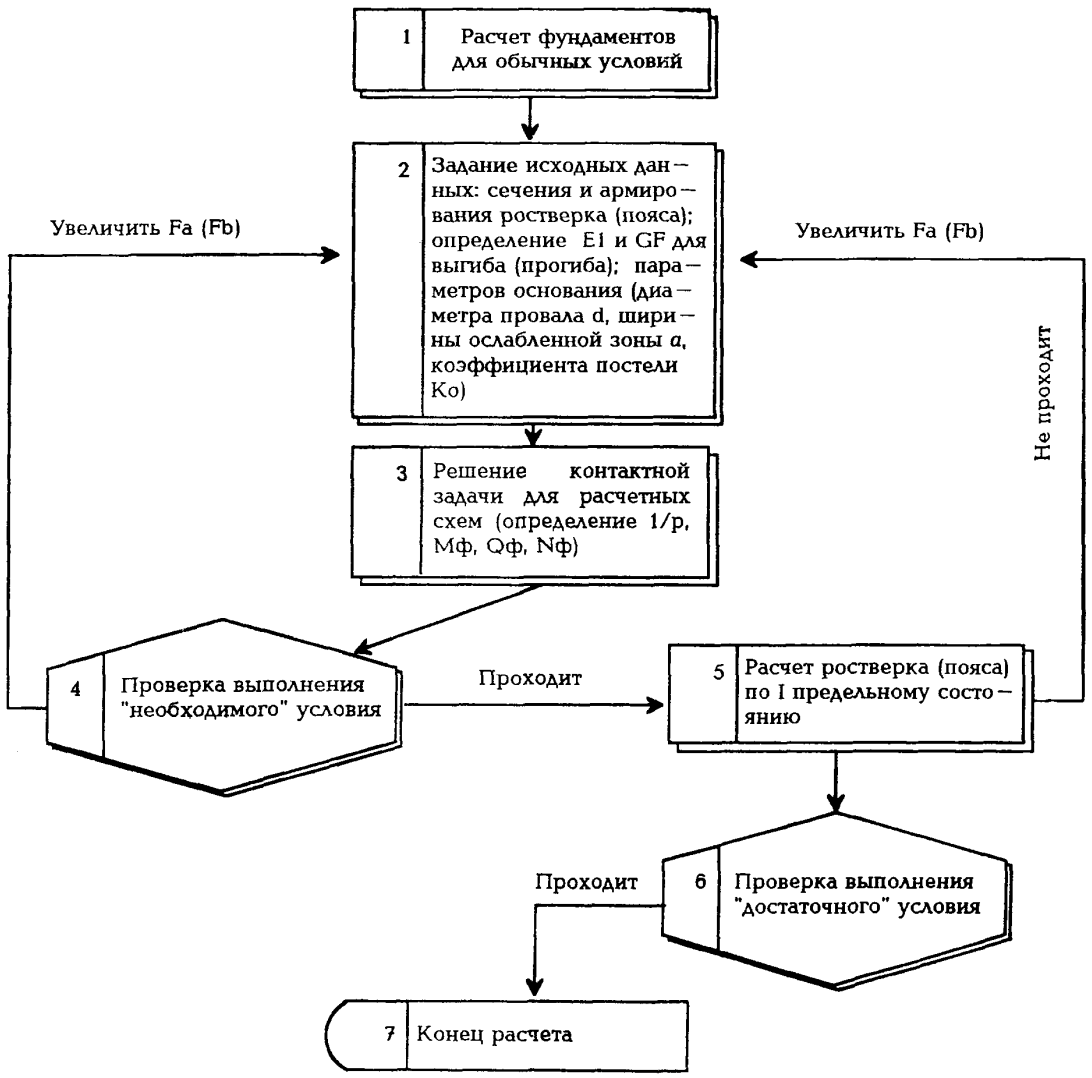
"Необходимое" условие предполагает обеспечение необходимой общей жесткости расчетной системы "фундамент–надземная часть" и регламентируется ее наибольшим прогибом (выгибом):

$$\theta \le \theta_{пр}$$

где θ – расчетное значение относительного прогиба системы или ее элементов (отдельных стен); $\theta_{пр}$ – предельно допускаемое значение прогиба системы, принимаемое равным 1,2...1,4 $[\Delta S/L]$ (значение принимать в соответствии с приложением 4 СНиП 2.02.01–83, в т. ч. с учетом примечаний к таблице).

"Достаточное" условие предусматривает обеспечение прочности самого противокарстового пояса (ростверка) по 1–му предельному состоянию при соблюдении "необходимого" условия.

На рисунке представлена блок–схема такого расчета.



Алгоритм расчета противокарстового железобетонного пояса (ростверка) бескаркасных зданий на воздействие карстового провала

Отметим, что в качестве расчетного аппарата при решении контактной задачи рекомендуются действующие пакеты прикладных программ для ЭВМ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.2
(рекомендуемое)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ "ОСЛАБЛЕННОЙ ЗОНЫ" ВОКРУГ ПРОВАЛА
(для свайных фундаментов)

Образование карстового провала сопровождается изменением напряженно–деформированного состояния вмещающего массива, которое обусловливает изменение несущей способности и податливости свай.

В практических расчетах рекомендуется принимать упрощенную схему разножесткого основания (см.рисунок).

Величину диаметра участка основания d, в пределах которого сваи исключаются из работы (несущая способность свай равна нулю), рекомендуется принимать равной 1,25...1,3 (значение принимается по рекомендациям изыскателей).

Ширину "ослабленной зоны" a, в пределах которой податливость свай восстанавливается до первоначальной (см. рис.) по линейной зависимости, рекомендуется определять по формуле

$$a = k_1 \cdot k_2 \cdot (0{,}065\, H - 0{,}85)\, R_p$$

где H – глубина залегания кровли карстующихся пород от поверхности, м (H>13 м);

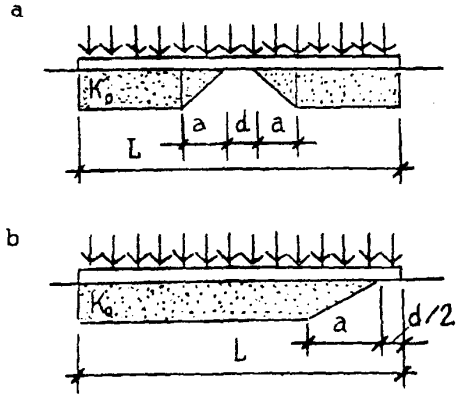
R_p – расчетный радиус провала;

k_1 – коэффициент, учитывающий влияние глубины погружения свай h_c относительно глубины залегания кровли карстующихся пород H

$$k_1 = 1{,}05 - 0{,}40\, h_c / H,$$

k_2 – коэффициент, учитывающий механические свойства грунтов покрывающей толщи через средневзвешенные по глубине значения коэффициента пористости $\bar{e}$ и показателя текучести $\bar{I}_e$, и равный:

$$k_2 = 0{,}27\, \bar{e} + 0{,}30\, \bar{I}_e + 0{,}5.$$



Расчетная схема для решения контактной задачи при возможных положениях провала под серединой здания (a) и с краю (b): a – ширина ослабленной зоны основания вблизи провала; k_0 – коэффициент постели ненарушенного основания; L – длина расчетного участка

Примечание. Настоящее Приложение распространяется на свайные фундаменты из "висячих" свай в связных грунтах.

gost.e-ecolog.ru