

Система нормативных документов в строительстве
Территориальные строительные нормы Пермского края

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ
ПЕРМСКОГО КРАЯ**

ТСН 22-304 -06

Издание официальное

Комитет строительства, архитектуры и градостроительства
Пермского края

Пермь, 2006

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Дата введения 01-02-2006

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 Разработаны: Пермским государственным техническим университетом – головная организация (Руководитель работы - доктор техн. наук Пономарев А.Б.; доктор техн. наук Бартоломей Л.А., кандидат техн. наук Маковецкий О.А., кандидат техн. наук Клевеко В.И., инженеры Захаров А.В., Золотозубов Д.Г., Селтков С.Ф., Сорокина К.А.).

В подготовке принимали участие: доктор техн. наук Готман А.Л. (БашНИИстрой, Уфа), инженер Мещангина Г.Н. (ЗАО «Институт Пермский Промстройпроект»), к.г.-м. н. Костарев В.П. (ОАО «ВерхнекамТИСИЗ, Пермь).

2 Утверждены приказом №3-од от 19.01.2006 Комитета строительства, архитектуры и градостроительства Пермского края.

3 Введены в действие с 01.02.2006.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Область применения.....	5
2 Нормативные ссылки.....	5
3 Основные термины и определения.....	6
4 Общие положения.....	9
5 Основные сведения о карсте, его проявления, условиях и особенностях развития на территории Пермского края.....	10
6 Основные задачи и состав инженерных изысканий на закарстованных территориях.....	13
7 Проектирование зданий и сооружений.....	17
7.1 Общие положения и исходные данные.....	17
7.2 Система «основание-фундамент-здание». Расчетные положения при проектировании зданий и сооружений I и II уровней ответственности.....	19
7.3 Основания и фундаменты.....	19
7.4 Планировка территорий.....	22
7.5 Противокарстовая конструктивная защита зданий и сооружений.....	24
7.6 Геотехнические противокарстовые мероприятия.....	28
8 Принципы проектирования коммуникаций и благоустройства территорий.....	31
9 Вопросы карстомониторинга (карстомониторинг).....	32
10 Требования по устройству оснований, фундаментов и наземных конструкций.....	34
11 Особенности эксплуатации ответственных сооружений, расположенных на карстоопасных территориях.....	34
Приложение А (обязательное) Определение ширины «ослабленной зоны» вокруг провала.....	36
Приложение Б (справочное) Схема распространения карстующих пород и карста Пермского края.....	37
Приложение В (справочное) Распространение карста и его проявлений по административным и карстовым районам Пермского края.....	38
Приложение Г (рекомендуемое) Варианты противокарстовых мероприятий.....	43
Приложение Д (рекомендуемое) Типы тампонажных растворов.....	46

Приложение Е (рекомендуемое) Программное обеспечение для расчета фундаментов 47

Приложение Ж (рекомендуемое) Плотность застройки и этажность зданий 48

Приложение З (справочное) Особенности карстовых деформаций и их взаимодействия с сооружениями 49

БИБЛИОГРАФИЯ 51

ВВЕДЕНИЕ

Градостроительным кодексом РФ предоставлено право субъектам Федерации разрабатывать и утверждать территориальные нормативные документы в области строительства. Федеральный закон «О техническом регулировании» не препятствует этому, а его основные цели (обеспечение безопасности населения, охрана окружающей среды, качество и надёжность продукции) определяют целесообразность территориальных строительных норм.

Территориальные строительные нормы Пермского края разработаны в соответствии с основными принципами и общей структурой системы нормативных документов в строительстве, с учётом основных положений ФЗ «О техническом регулировании», действующих законодательных и нормативных актов РФ и Пермского края.

Настоящие территориальные строительные нормы (ТСН) содержат основные положения проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Пермского края.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящие Нормы распространяются на проектирование, строительство и эксплуатацию зданий и сооружений на закарстованных территориях Пермского края.

1.2 Положения настоящего документа обязательны для органов власти местного самоуправления, органов контроля и надзора, предприятий, организаций и объединений, независимо от их форм собственности и принадлежности, а также иных юридических и физических лиц (включая зарубежные), осуществляющих свою деятельность на территории Пермского края.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ВСН 53-86 (р). Правила оценки износа жилых зданий.

ГОСТ 12.1.007-76 (2002). ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ГОСТ 22.1.06-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования.

ГОСТ 24846-81. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений.

ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.

РСН 64-87. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка.

РСН 66-87. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Сейсморазведка.

РСН 75-90. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Каротажные методы.

СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

СНиП 12-01-2004. Организация строительства. (проект).

СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы.

СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия.

СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.

СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений.

- СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты.
- СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции.
- СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
- СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы.
- СНиП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий.
- СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. (проект).
- СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
- СНиП 3.02.01-87* Земляные сооружения, основания и фундаменты.
- СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.
- СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства.
- СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
- СП 11-105-97 Часть 1. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правил производства работ.
- СП 11-105-97 Часть 2. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 2. Правил производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов.
- СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.
- СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов.
- ТСН 11-301-2004. Инженерно – геологические изыскания для строительства на закарстованны территориях Пермской области (проект).
- ТСН 22-308-98 Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области.
- ТСН республики Башкортостан 302-50-95.РБ. Инструкция по изысканиям, проектированию, строительств и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях.

3 ОСНОВНЫЕ 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.
- ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ** – выражение опасности воздействия карст через вероятность образования карстовых деформаций за заданный срок (например, за срок служб сооружений) на данной территории (участке расположения сооружения), которые могут вызвать недопустимые деформации сооружений.
- 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.).

ДИАМЕТР КАРСТОВОГО ПРОВАЛА – диаметр провальной формы на земной поверхности с предельно устойчивыми склонами.

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

ЗАКАРСТОВАННЫЕ ПОРОДЫ – растворимые породы, в которых имеются расширенные растворением трещины, полости, каверны, разрушенные зоны и т.п.

ЗАКАРСТОВАННЫЕ ТЕРРИТОРИИ - территории развития карста, отрицательно влияющего на несущую способность оснований зданий и сооружений.

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

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ПРОВАЛОВ – математическое ожидание (среднее значение) частоты образования провалов на рассматриваемой территории, отнесенное на единицу площади этой территории (квадратный километр) и единицу времени (год).

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).

КАРСТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОГЕННЫЙ – карст, развивающийся под воздействием как естественных, так и техногенных факторов.

КАРСТ ЕСТЕСТВЕННЫЙ – карст, развивающийся при преобладающем воздействии естественных факторов.

КАРСТ КАРБОНАТНЫЙ (в известняках, доломитах, мелу, кластических породах с карбонатным цементом).

КАРСТ ОТКРЫТЫЙ (растворимые породы выходят на поверхность или задернованы).

КАРСТ ПОКРЫТЫЙ (над карстующимися породами залегают нерастворимые породы).

КАРСТ СУЛЬФАТНЫЙ (в гипсах, ангидритах).

КАРСТ ТЕХНОГЕННЫЙ – карст, развивающийся при преобладающем воздействии техногенных факторов.

КАРСТ ХЛОРИДНЫЙ (в каменной, калийной солях).

КАРСТОВАНИЕ – элемент карстового процесса, приуроченный непосредственно к толще растворимых пород и обозначающий собственно процесс растворения.

КАРСТОВАЯ ВОРОНКА – локальная карстовая форма на земной поверхности, приближающаяся в вертикальном сечении к усеченному конусу.

КАРСТОВАЯ ПОЛОСТЬ – свободное от горных пород пространство в карстующейся или вышележащей толще, образовавшееся вследствие растворения горных пород или сопутствующих ему процессов эрозии, обрушения, суффозии.

КАРСТОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ – карстопроявления, связанные со сдвижением толщи горных пород под действием гравитационных и (или) гидродинамических сил.

КАРСТОВЫЕ ЛОКАЛЬНЫЕ ОСЕДАНИЯ – деформации земной поверхности (основания сооружения) без разрыва сплошности с образованием мульды, имеющей радиус кривизны поверхности менее 1 км и связанные

с плавным движением толщи грунтов над полостями или разуплотненными зонами, расположенными в карстующихся породах или перекрывающих их грунтах.

КАРСТОВЫЕ ПРОВАЛЫ – деформации земной поверхности (основания сооружения) с нарушением сплошности грунта, образующиеся вследствие обрушения толщи грунтов над полостями, находящимися в карстующихся породах или перекрывающих их грунтах.

КАРСТОВЫЕ ОСЕДАНИЯ – деформации земной поверхности (основания сооружения) без разрыва сплошности в виде мульды больших размеров с радиусом кривизны поверхности более 1 км и связанные, в частности, с интенсивным растворением поверхности карстующихся пород, суффозионным выносом частиц грунта в нижерасположенные полости и трещиноватые зоны, плавным сдвижением толщи грунтов в системе карстовых полостей.

КАРСТОВЫЕ ФОРМЫ – карстопроявления, выраженные в пространстве в виде геометрических тел.

КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫЙ ПРОЦЕСС - карстовый процесс, осложненный процессами деформации водонасыщенных песчаных грунтов, залегающих над карстующимися породами.

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.

КАРСТООПАСНОСТЬ (КАРСТОВАЯ ОПАСНОСТЬ) – характер и степень воздействия карстопроявлений на грунтовую толщу, которые могут привести к разрушению сооружений, нарушению или затруднению нормальной эксплуатации.

КАРСТОПРОЯВЛЕНИЯ – аномалии в толще горных пород или деформации на поверхности земной коры, образовавшиеся под действием карстовых или карстово-суффозионных процессов.

КАТЕГОРИЯ КАРСТОВОЙ ОПАСНОСТИ (УСТОЙЧИВОСТИ) ТЕРРИТОРИИ – характеристика карстоопасности, определяющая условия проведения изысканий, проектирования и эксплуатации сооружений на закарстованной территории и выражаемая определенными интервалами значений параметров карстопроявлений или качественными инженерно-геологическими характеристиками.

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

МАКСИМАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ПРОВАЛА – диаметр провалов с заданной степенью обеспеченности, обычно равной 0,998.

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

МЕХАНИЗМ КАРСТОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ – совокупность процессов сдвижения горных пород и деформации подземными карстовыми формами, рассматриваемых последовательно во времени и пространстве.

МИКРОРАЙОНИРОВАНИЕ (ЗОНИРОВАНИЕ) ЗАКАРСТОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ – дифференцирование выделенных при районировании участков на зоны по ряду признаков, характеризующих степень и характер опасности карста для зданий и сооружений различных типов за расчетный срок эксплуатации и непосредственно определяющих инженерные и планировочные решения в проектах организационно-технические мероприятия при эксплуатации зданий и сооружений.

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, ремонтпригодность и сохраняемость. Для строительных объектов определяющим (основным) свойством является безотказность.

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

ПАРАМЕТРЫ КАРСТОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ – прогнозируемые характеристики карстовых деформаций.

используемые при оценке карстоопасности и проектировании противокарстовой защиты.

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР КАРСТОВОГО ПРОВАЛА – диаметр провальной формы в момент образования провала на земной поверхности.

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

ПРОТИВОКАРСТОВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ (ПРОТИВОКАРСТОВАЯ ЗАЩИТА) – специальные инженерные мероприятия планировочного, конструктивного, строительного-технологического, эксплуатационного, геотехнического, гидрогеологического характера, направленные на предотвращение повреждений сооружений вследствие образования карстовых деформаций или уменьшение вероятности таких повреждений.

РАЙОНИРОВАНИЕ ЗАКАРСТОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ – разделение территории застройки по инженерно-геологическим условиям развития карста и категориям карстоопасности.

РАСЧЕТНЫЙ ПРОЛЕТ КАРСТОВОГО ПРОВАЛА – параметр проектирования конструктивной противокарстовой защиты, характеризующий вероятное воздействие карстовых провалов на проектируемое сооружение и представляющий длину полной потери несущей способности основания сооружений под подошвой фундамента.

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 ремонтпригодности в течение нормативного срока эксплуатации.

СРЕДНИЙ ДИАМЕТР ПРОВАЛА – математическое ожидание диаметров карстовых провалов для рассматриваемой территории.

СУФФОЗИЯ – выщелачивание растворимых (хлоридных, хлоридно-сульфатных, карбонатных) солей почвы, нарушение микроагрегатной структуры грунтов и вымывание 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.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ К ТЕХНОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ – потенциальная возможность изменения скорости растворения карстующихся пород, подземной эрозии и суффозии, механизма карстовых деформаций или (и) их параметров при различных техногенных воздействиях.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Настоящие ТСН разработаны в соответствии с техническим заданием комитета по строительству, архитектуре и градостроительству Администрации Пермского края, отвечают основным требованиям действующих (в соответствии с ФЗ «О техническом регулировании») нормативных документов в области проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях.

4.2 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.

4.3 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.

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

4.5 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.

4.6 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.

4.7 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.

4.8 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 ремонтпригодностью в случае необходимости усиления и восстановления требуемой несущей способности.

4.9 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.

4.10 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.

4.11 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 ремонтпригодностью. Все водонесущие коммуникации, а также газо- и пароматериалопроводы должны быть уложены в противокарстовом исполнении.

4.12 Все строительные объекты на территории Пермского края должны проектироваться в соответствии с требованиями настоящих Норм и российских нормативных документов, перечень которых приведен в п. 2.

5 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О КАРСТЕ, ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ, УСЛОВИЯХ И ОСОБЕННОСТЯХ РАЗВИТИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

5.1 К закарстованным территориям, или районам развития карста, следует относить не только площади с проявлением карста на земной поверхности, но и содержащие в геологическом разрезе стометровой глубины водорастворимые (по ГОСТ 25100) горные породы существенной мощности при наличии (или его прогнозе) других обязательных условий карстообразования.

Карст, как правило, сопровождается суффозией, эрозией, гравитационными и другими процессами, деформациями земной поверхности, ее своеобразным рельефом, подземными и приповерхностными (гротами, пещерами) полостями, особым режимом и характером циркуляции подземных и поверхностных вод.

Среди основных карстовых деформаций – провалы, просадки, локальные и общие оседания. Наиболее опасны провалы различных генетических типов (ТСН 11-301-2004 Пермской области), возникающие порой за

очень короткое время (минуты, десятки минут) и достигающие в размерах 50-100 м.

5.2 Для территории Пермского края характерны благоприятные условия развития карста: физико-географические (влагообеспечивающие), геоморфологические, геотектонические и гидрогеологические. Распространены все основные литологические типы карста: карбонатный, сульфатный, хлоридный; привносят осложнения явления кластокарста (выщелачивание растворимого цемента терригенных пород) и современные карстопроявления в карстогенных (карстово-обвальных) образованиях (прил. Б). Заметную роль в активизации карста играют техногенные факторы промышленно развитых территорий.

Поверхностные карстопроявления (преимущественно воронки различных типов, форм и размеров – до огромных и очень глубоких) наблюдаются в большинстве административных районов края (прил. В).

5.3 Механизм формирования карстовых деформаций поверхности отличается разнообразием и сложностью – от обвалов над карстовой полостью и оседанием над растворяющейся и снижающейся поверхностью сульфатных и хлоридных солей до сложного (позтапного) образования карстовой полости на значительных (св. 100м) глубинах с последующим формированием (в том числе сопутствующими карсту процессами) в меняющихся гидродинамических условиях промежуточных сводов обрушения и выхода их на поверхность в виде провала, проседания или общего оседания. Широко известны провалы кишертские, верхнепеньковские, прибрежной зоны Камского водохранилища, на автомобильных и железных дорогах края, в полосах магистральных нефте- и газопроводов, Большой Березниковский провал (1986г.) и Соликамское оседание (1995г.). Только на территории г.Кунгура и его окрестностей за последние 55 лет зафиксировано св. 400 карстовых деформаций, многие из которых принесли значительный экономический и социальный ущерб.

Многочисленны негативные последствия (безводность закарстованных территорий и катастрофические притоки карстовых вод, повышенные утечки из водохранилищ и загрязненность гидросферы, разубоженность карстующихся пород как полезных ископаемых и неудобства в использовании сельскохозяйственных земель) в других проявлениях карста.

5.4 Среди основных особенностей карста Пермского края, имеющих весомое значение для его инженерно-геологической оценки, наиболее приоритетны:

- литологические и геоморфологические типы карста с различной активностью современного выщелачивания,
- типы карста по характеру и мощности покровных отложений,
- разнообразие гидродинамических зон карста и их профилей (рис. 1),
- приуроченность активного карста к речным долинам, тектоническим нарушениям и трещинным зонам, литологическим контактам,
- наличие поддолинных потоков карстовых вод,
- широкое распространение древнего карста и унаследованный характер карстообразования,
- присутствие в покровных и карстогенных отложениях (включая заполнители карстовых полостей) суффозионно-неустойчивых грунтов,
- значительное распространение карстово-обвальных отложений,
- техногенная активизация карста.

5.5 В основных группах факторов техногенеза, влияющих на активность карста и формирование карстовых деформаций, на территории Пермского края выделяются:

- изменение гидрогеологических условий при создании водохранилищ, шахтном и карьерном водоотливе, систематическом длительном дренаже,
- сокращение мощности и изменение свойств и состава покровных отложений,
- увеличение агрессивности природных вод и обводненности закарстованных территорий,
- трансформация рельефа земной поверхности,
- изменение геотермического режима приповерхностной зоны,
- разработка полезных ископаемых на закарстованных территориях.

5.6 Более детально данные о карсте, его проявлениях, условиях и особенностях развития на территории Пермского края рассмотрены в ТСН 11-301-2004 Пермской области, фондовых (архивных) материалах и многочисленных научных публикациях.

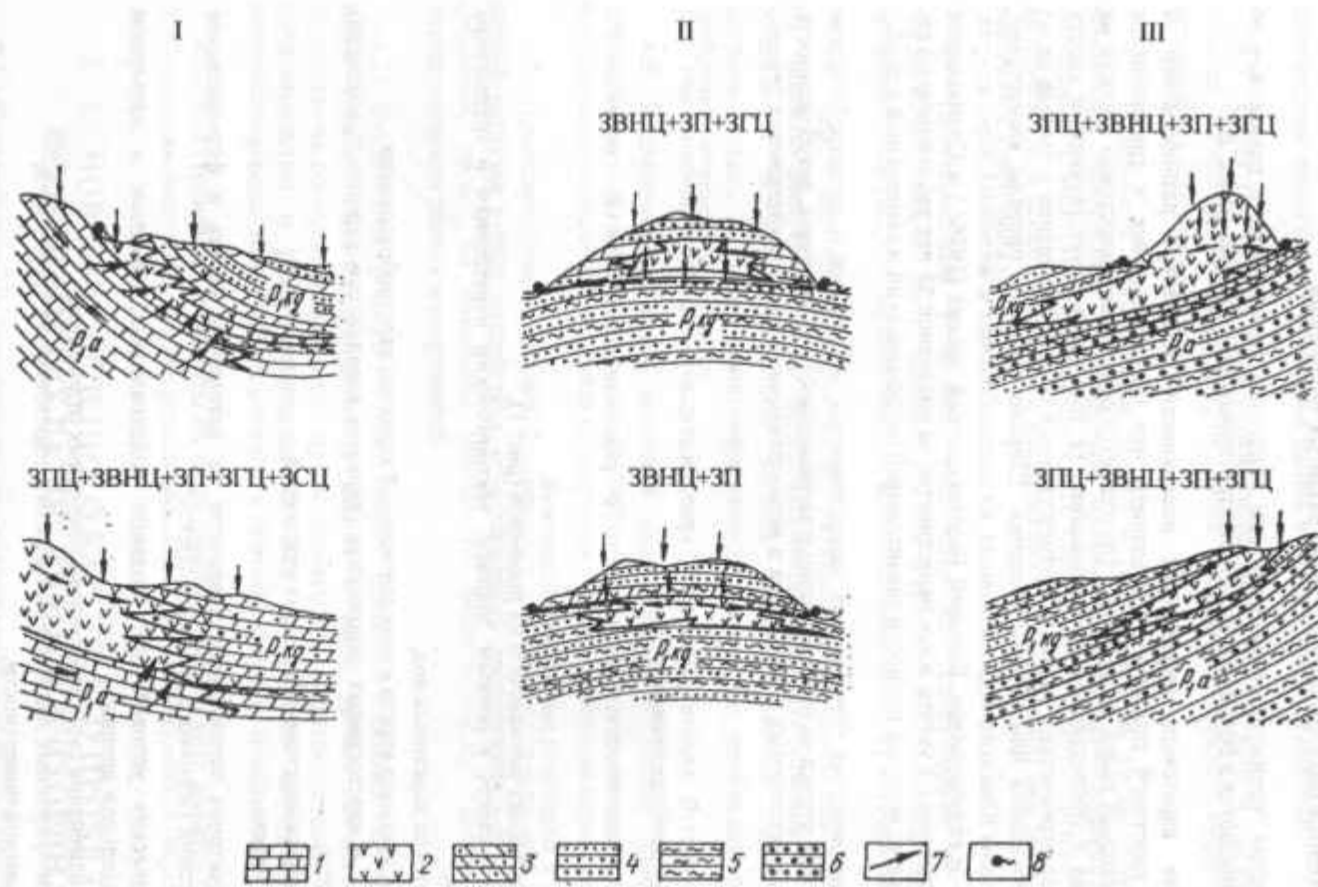


Рис. 1. Развитие карста в северной части Юрюзано-Сылвинской депрессии: на западном крыле (I), в центральной части (II) и на крыле (III) (по Е.А. Иконникову, В.П. Костареву)

1 — известняк; 2 — гипс; ангидрит; 3 — мергель; 4 — песчаник, алевролит; 5 — аргиллит; 6 — конгломерат; 7 — направление движения атмосферных осадков и подземных вод; 8 — родник.
 Зоны циркуляции (ЗЦ) карстовых вод: ЗПЦ — поверхностной; ЗВНЦ — вертикальной нисходящей; ЗП — переходной; ЗГЦ — горизонтальной; ЗСЦ — сифонной.

6 ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И СОСТАВ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

6.1 Закарстованные территории Пермского края характеризуются специфическими природными и техноприродными условиями инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений. При изысканиях на этих территориях следует руководствоваться действующими нормативными документами (включая ТСН 11-301-2004 Пермской области), соответствующими рекомендациями (руководством) и научно-технической литературой, содержащей важные сведения о карсте исследуемой площади и методические разработки по его изучению и оценке.

6.2 При оценке устойчивости закарстованных территорий в первую очередь (помимо литологического типа карста) изучаются основные условия карстообразования и определяющие его факторы:

- гипсометрическое положение и геоморфологическая обстановка,
- тектоническое и геолого-литологическое строение,
- тип гидродинамического профиля, наличие и мощность зон циркуляции карстовых вод, их связь с водами других водоносных горизонтов и поверхностными, химический состав вод,
- гидрогеологические параметры водоносных горизонтов и грунтов зоны аэрации,
- встречаемость полостей, разрушенных и ослабленных (карстом и сопутствующими ему процессами) зон, их положение в разрезе и устойчивость,
- наличие поверхностных карстопоявлений, пещер и гротов, их особенности и закономерности распространения,
- тип, частота и размеры современных карстовых деформаций земной поверхности (Таблица 6.1 и Таблица 6.2) и другие количественные показатели карста и закарстованности (прил. Е ТСН 11-301-2004 Пермской области),
- физико-механические свойства грунтов.

Особое внимание обращается на возможность (наличие) техногенной активизации карста.

В соответствии с этим (а также техническим заданием заказчика) в программе работ определяются основные цели и задачи изысканий с учётом этапов освоения и использования территории. Предпочтение (в зависимости от степени изученности и сложности природных условий территории) должно отдаваться инженерно-геологическим изысканиям в две-три стадии или технико-экономическому обоснованию, переходящему в стадию рабочего проекта для отдельных объектов.

6.3 Программой инженерно-геологических изысканий определяется оптимальное сочетание видов и методов исследований и последовательность их выполнения. Как правило, в состав изысканий входят:

- участие в разработке технического задания на производство изысканий,
- сбор, систематизация, анализ и обобщение материалов исследований прошлых лет (включая научно-технические публикации),
- изучение аэрокосмофотоматериалов, обычно при их наличии (ТСН 11-301-2004 Пермской области),
- инженерно-геологическое (карстологическое) обследование (рекогносцировка),
- наземные геофизические работы,
- бурение карстологических скважин с геофизическими исследованиями их,
- гидрогеологические исследования,
- полевые испытания грунтов (при необходимости и эффективности),
- лабораторные и экспериментальные (в этом числе моделирование) исследования,
- стационарные наблюдения (как элемент карстомониторинга),
- обследование существующих зданий и сооружений, включая грунты их оснований,
- камеральная обработка материалов и составление технического отчёта.

Инженерно-геологические изыскания должны выполняться на добротном (кондиционном) инженерно-топографическом плане и сопровождаться инженерно-геодезическими, а при необходимости инженерно-гидрометеорологическими (СП 11-103-97) и инженерно-экологическими (СП 11-102-97) изысканиями.

6.4 Как правило, на закарстованных территориях Пермского края инженерно-геологические изыскания для строительства должны проводиться специализированными организациями, имеющими лицензию (опыт) на выполнение комплексных (инженерно-геологических, геодезических, гидрометеорологических и инженерно-экологических) изысканий.

6.5 Особое внимание при изысканиях следует уделить сбору информации (ТСН 11-301-2004 Пермской

области), оценке кондиционности топогеодезических материалов, инженерно-карстологическому обследованию (в том числе с использованием заранее разработанной анкеты опроса местного населения) видам, способным существенно оптимизировать методы и объемы инженерно-геологических изысканий.

6.6 Геофизические исследования карста являются одним из наиболее экономичных и экологичных видов инженерно-строительных изысканий. Эффективность их на территории Пермского края доказана. Обычно используются методы электро- и сейсморазведки. Отказ от выполнения геофизических работ должен быть обоснован в программе изысканий.

6.7 Проходка горных выработок (преимущественно скважин) – основной и определяющий прямой способ оценки закарстованности карстовых массивов и оценки карстоопасности строительных площадок. Количество карстологических (опорных, контрольных, специальных) скважин определяется стадией проектирования в соответствии с техническим заданием, сложностью природных и геотехнических условий, масштабом картирования и уровнем ответственности зданий и сооружений и обосновывается, как и другие виды и объем работ, программой изысканий. Ориентировочное число их рекомендуется ТСН 11-301-2004 Пермской области. Размещение скважины устанавливается обычно по результатам карстологической рекогносцировки и наземных геофизических работ.

6.8 Гидрогеологическими исследованиями выявляют: распространение и условия залегания водоносных горизонтов и пластов в покровных, карстующихся и подстилающих их отложениях с оценкой обстановки питания, транзита и разгрузки; наличие гидродинамических зон циркуляции карстовых вод и тип гидродинамического профиля; взаимосвязь между водоносными горизонтами и поверхностными водами, уровневый и температурный режим вод, их химический состав и агрессивность к карстующимся породам, влияние (в том числе возможное) техногенных факторов на изменение гидрогеологических условий; гидрогеологические параметры водовмещающих пород (водоносных горизонтов) и грунтов зоны аэрации (включая зону вертикальной нисходящей циркуляции).

Для решения задач применяются опытно-фильтрационные работы (откачки, наливов и нагнетания воды воздуха, в том числе поинтервальные), индикаторные способы, лабораторные методы, гидрогеологические расчеты по эмпирическим и теоретическим уравнениям, стационарные наблюдения, геофизические исследования.

Оценку интенсивности выщелачивания (карстовой денудации) и агрессивности вод к карстующимся породам рекомендуется проводить по положениям «Руководства по инженерно-геологическим изысканиям» (1995), экспериментальными лабораторными исследованиями растворимости пород, изучением систем равновесия подземные воды-карстующиеся породы с использованием (для сульфатных пород) методики В.П.Зверева, трансформированной ВерхнекамГИСИЗОм (ТСН 11-301-2004 Пермской области) для условий пресных и солоноватых вод, обычно встречаемых на закарстованных территориях Пермского края.

6.9 Стационарные наблюдения (по существу главный элемент карстомониторинга) за основными условиями карстообразования, формирующими их факторами (включая техногенные), динамикой карстопроявлений следует проводить не только на территориях сильно закарстованных (более 100 карстовых воронок на 1 км²) неустойчивых и объектах повышенного уровня ответственности, но и в случаях двух-трехстадийного проектирования на участках репрезентативных и ключевых для карстовых районов края.

Комплекс стационарного слежения обычно включает гидрогеологические и гидрологические (обеспеченные основными метеоданными) наблюдения за режимом подземных и (при необходимости) поверхностных вод, геодезический контроль за осадками земной поверхности и грунтов покровной толщи, изменениями параметров поверхностных карстопроявлений и за деформациями зданий и сооружений.

Продолжительность наблюдений не менее гидрологического года, по итогам которого (как и по промежуточным данным) принимается решение (совместно с Заказчиком) об их эффективности, продолжении, оптимизации и возможном расширении объектов изучения, включая техногенные составляющие формирования техноприродных условий развития карста и его активизации.

Геодезические наблюдения проводятся в соответствии с положениями СП 11-104-97 и ГОСТ 24846-81.

Может быть эффективно использование геофизических методов, в частности для оценки состояния устойчивости грунтов покровной толщи, по отслеживанию мест разгрузки и утечек вод, их перетоков, изменений минерализации.

Обязательно периодическое (особенно в весенне-летний период) обследование территории с опросом местных жителей по специально разрабатываемым анкетам.

Вопрос о целесообразности стационарных наблюдений обыкновенно ставится в начальном этапе изысканий и обосновывается в специальной программе работ, корректируется по существенным результатам. Специфика и разнообразие наблюдений достаточно отражены в «Руководстве по инженерно-геологическим изысканиям ...» (1995).

6.10 Камеральная обработка получаемых материалов проводится постоянно, начиная с их сбора, составления программы изысканий и выполнения (при необходимости) предварительной рекогносцировки. При завершающей обработке производится уточнение и доработка предварительных (в том числе полевых и лабораторных, полученных от Заказчика и Проектировщика) материалов, выполнение расчетов, составление текстовых, табличных и графических приложений, написание текста технического отчета с оценкой карстоопасности исследуемой территории и прогнозом возможных изменений инженерно-геологических (геотехнических) условий (с учетом техногенных воздействий на карстообразование) и рекомендациями по выполнению противокарстовых мероприятий в соответствии со стадией разработки предпроектной и проектной документации, требованиями СНиП 11-02-96 и ТСН 11-301-2004 Пермской области.

Аттестация устойчивости территории (при отсутствии прямых показателей интенсивности карстовых деформаций и их параметров – Таблица 6.1 и Таблица 6.2) может быть выполнена по косвенным данным, в частности по основным количественным характеристикам карста и закарстованности: плотности карстовых воронок, площадному и объемному коэффициентам поверхностной закарстованности, показателям плотности карстовых полостей, геофизическим параметрам и др. (прил. Е ТСН 11-301-2004 Пермской области).

6.11 Оценка устойчивости территории строительства без достаточного изучения условий (включая техногенные), закономерностей развития и проявлений карста не допускается. Методы оценки (раздел 11 ТСН 11-301-2004 Пермской области) зависят от задач и стадии проектирования, устанавливаемых техническим заданием, природных и техноприродных условий, а также степени их изученности. При этом используются как качественные, так и количественные характеристики условий и факторов карстообразования, карста и закарстованности. Определяющими среди последних являются тип и среднегодовое количество карстовой деформаций (провалов) на единицу площади, площадная интенсивность и периодичность их образования, их средний и максимальный (двух- и трехсигмовый в зависимости от уровня ответственности зданий и сооружений) диаметр, средняя глубина и максимальный показатель глубинности, радиус кривизны и углы наклона поверхности в карстовых оседаниях, площадные и объемные показатели поверхностной закарстованности, плотности карстовых полостей, их заполненность и устойчивость и другие (в том числе геофизические) характеристики подземной закарстованности и интенсивности карста, включая агрессивность подземных вод к карстующимся породам.

6.12 Виды и объемы инженерных изысканий на закарстованных территориях Пермского края определяются не только стадией проектирования, сложностью природных и геотехнических (в зависимости от уровня ответственности зданий и сооружений) условий, их изученностью и площадью исследуемой территории, но и необходимостью (целесообразностью) строительства на отдельных участках (вариантностью освоения) и обоснованностью сроков проектно-изыскательских работ (особенно на стадии разработки предпроектной документации).

Таблица 6.1 Категории устойчивости территорий по интенсивности образования карстовых деформаций и рекомендуемый характер застройки и противокарстовых мероприятий

Категория и условная характеристика устойчивости территории	Интенсивность образования карстовых деформаций, случай/км ² год	Рекомендуемый характер застройки и противокарстовых мероприятий (ПКМ) для категорий Б и В по среднему диаметру провалов (СНиП 22-02-2003)
I – очень неустойчивая территория	свыше 1.0	Строительство зданий и сооружений не рекомендуется
II - неустойчивая	св 0.1 до 1.0	Строительство зданий I и II уровней ответственности не рекомендуется, III уровня ответственности – с применением ПКМ при наличии обоснования целесообразности строительства
III – недостаточно устойчивая	св.0.05 до 0.1	Строительство зданий и сооружений III уровня ответственности с применением ПКМ, II уровня ответственности – при обосновании с применением ПКМ (в том числе геотехнических и конструктивных), I уровня ответственности обычно не рекомендуется.
IV – несколько пониженной устойчивости	св.0.01 до 0.05	Строительство зданий и сооружений III уровня ответственности с применением профилактических (в основном водорегулирующих) ПКМ, II уровня – с применением ПКМ (в том числе геотехнических и конструктивных), I уровня ответственности – то же, при наличии обоснования целесообразности строительства).
V – относительно устойчивая	до 0.01	Строительство зданий и сооружений III уровня ответственности с применением профилактических ПКМ, II уровня – то же и минимально необходимых конструктивных и геотехнических в зависимости от результатов инженерно-геологических изысканий, I уровня ответственности – с применением ПКМ (в том числе геотехнических и конструктивных).
VI – устойчивая территория	Образование практически исключается	Строительство зданий и сооружений без применения ПКМ.

Таблица 6.2 Категории закарстованных территорий по средним диаметрам провалов

Категории территорий по средним диаметрам карстовых провалов	Средний диаметр карстовых провалов, м	Степень сложности конструктивной защиты зданий (Рекомендации по использованию..., 1987)
А	свыше 20	крайне затруднена или невозможна
Б	св. 10 + 20	затруднена
В	св. 3 + 10	достаточно сложна
Г	до 3	не применяется или применяется в ограниченном объеме

От сбора информации и карстологического обследования до детального изучения (с оконтуриванием горными выработками и геофизическими методами) карстовых полостей, моделирования карстово-суффозионных процессов и стационарных наблюдений (карстомониторинга) – столь значительна амплитуда комплексных инженерно-геологических изысканий и исследований. Оптимизация и эффективность их во многом определяются действенностью общей работы по «принципу тетраэдра», в вершинах которого находятся Заказчик, Изыскатель, Проектировщик и Строитель.

Особенности изысканий на разных этапах отражены в ТСН 11-301-2004 Пермской области (разделы 7-10) и других нормативных документах. Как правило, инженерно-геологические изыскания для разработки проекта наиболее ёмки по объёму, видам и содержанию. Особого внимания требуют изыскания на застроенных территориях (СП 11-105-97 Часть I; раздел 10 ТСН 11-301-2004 Пермской области), где нередко эксплуатируются здания и сооружения без использования противокарстовых мероприятий (Рекомендации по защите ..., 1989 [11]).

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

7.1 Общие положения и исходные данные

7.1.1 Противокарстовые мероприятия следует предусматривать при проектировании зданий и сооружений на территориях, в геологическом строении которых присутствуют растворимые горные породы (известняки, доломиты, мел, обломочные грунты с карбонатным цементом, гипсы, ангидриты, каменная соль) и имеются карстовые проявления на поверхности (карры, поноры, воронки, котловины, карстово-эрозионные овраги, поля) и (или) вглубине грунтового массива (разуплотнения грунтов, полости, каналы, галереи, пещеры, вклюдзы).

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

- карта-схема степени закарстованности территории,
- 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.

7.1.3 При проектировании зданий и сооружений на закарстованных территориях следует учитывать выявленные на основе данных инженерных изысканий:

- тип карста,
- формы и механизм формирования подземных и поверхностных проявлений карста,
- категории устойчивости территорий относительно интенсивности образования карстовых провалов и их средних диаметров,
- особенности гидрологических и гидрогеологических условий,
- неравномерно-пониженную прочность и несущую способность закарстованных пород, покрывающих грунтов и отложений, заполняющих поверхностные и погребенные карстовые

формы (воронки и т.п.),

- опасность возникновения и развития карстовых деформаций в толще грунтов и на земной поверхности (провалов, локальных и общих оседаний),
- возможность значительной активизации карстовых процессов и явлений.

7.1.4 Для инженерной защиты зданий и сооружений от карста применяют следующие противокарстовые мероприятия или их сочетания:

- панировочные,
- водозащитные и противofiltrационные,
- геотехнические (укрепление оснований),
- конструктивные,
- технологические,
- эксплуатационные.

7.1.5 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.

7.1.6 Следует выделять следующие направления противокарстовой защиты:

- 1) Изменение в нужном направлении естественного хода карстовых процессов,
 - 2) Защита сооружений без воздействия на карстовый процесс, в том числе специальный контроль за развитием карстово-суффозионных процессов (карстологический мониторинг),
 - 3) Уменьшение негативного влияния хозяйственной деятельности на карстовый процесс,
 - 4) Уменьшение последствий от аварий сооружений вследствие карстовых деформаций.
- Направление противокарстовой защиты или их комплекс следует выбирать по результатам инженерных изысканий в соответствии с п.6 данных норм.

7.1.7 В зависимости от технических способов реализации того или иного направления противокарстовой защиты назначаются варианты противокарстовых мероприятий на основе рассмотрения конкретных видов мероприятий, наиболее приемлемых с точки зрения их инженерно-геологической эффективности (приложение Г).

7.1.8 Как правило, вид противокарстовой защиты определяется в результате инженерно-геологической съемки и разведки.

Условием выбора видов противокарстовой защиты является проведение тщательного анализа: основных особенностей защищаемых объектов (класс ответственности, расчетный срок службы, конструктивные решения, размеры активной зоны основания, нагрузки, технологический режим, условия строительства и эксплуатации и т.д.); инженерно-геологической обстановки, выявленной в результате инженерных изысканий (наличие или отсутствие подземных карстовых форм и ослаблений грунта в активной зоне основания или за ее пределами, тип и размеры возможных карстовых деформаций в основании сооружений, механизм карстовых деформаций с учетом влияния на него возможных техногенных воздействий и т.д.).

7.1.9 Вид противокарстовой защиты следует выбирать путем сравнения различных вариантов и исходя из целесообразности применения в конкретных природных и строительно-эксплуатационных условиях. При этом должны учитываться инженерно-геологическая эффективность того или иного вида противокарстовой защиты и степень влияния ее на геологическую среду. При оценке технико-экономической эффективности противокарстовой защиты должны учитываться стоимость необходимых дополнительных изысканий, стоимость противокарстовой защиты, эксплуатационные затраты по функционированию противокарстовых мероприятий, вероятные народнохозяйственные потери, связанные с постоянным или временным прекращением или затруднением эксплуатации объекта вследствие карстовых деформаций за расчетное время эксплуатации.

7.1.10 При проектировании сооружений на закарстованных территориях следует предусматривать мероприятия, исключающие возможность образования карстовых деформаций или снижающие их неблагоприятное воздействие на сооружения, к которым относятся:

- заполнение карстовых полостей,
- прорезка закарстованных пород глубокими фундаментами,
- закрепление закарстованных пород и (или) вышележащих грунтов,
- водозащитные мероприятия,

– исключение или ограничение неблагоприятных техногенных воздействий.

7.1.11 Если применением мероприятий, указанных в предыдущем абзаце, возможность образования карстовых деформаций полностью не исключена, а также в случае технической невозможности или нецелесообразности их применения, должны предусматриваться конструктивные мероприятия, назначаемые исходя из расчета фундаментов и конструкций сооружения с учетом образования карстовых деформаций.

7.1.12 Составным элементом противокарстовых мероприятий эксплуатационного характера является карстологический мониторинг объектов (см. п. 9). Для особо ответственных экологически опасных объектов, расположенных на территориях I-IV категорий устойчивости его проведение обязательно.

7.1.13 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.

7.1.14 Устройство полигонов складирования отходов не рекомендуется устраивать на карстоопасных территориях без соответствующего технико-экономического обоснования.

7.2 Система «основание-фундамент-здание». Расчетные положения при проектировании зданий и сооружений I и II уровней ответственности

7.2.1 При проектировании зданий и сооружений I и II уровней ответственности на закарстованных территориях необходимо рассчитывать систему «основание-фундамент-здание» предполагая совместную работу основания, фундамента и надземных конструкций с учетом наращивания жесткости здания в процессе его возведения.

7.2.2 При расчетах зданий и сооружений на закарстованных территориях необходимо пользоваться программными продуктами, реализующие численные методы и позволяющие моделировать трехмерное пространство.

7.2.3 В расчетной схеме должно учитываться напластование грунтов, возможные зоны ослабления карстоопасных участков, изменения свойств грунтовой среды, в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

7.2.4 При опирании фундаментов на четвертичные грунты необходимо использовать упругопластические или вязко-упругопластические модели грунта. При опирании фундаментов на полускальные грунты и скальные породы возможно использование упругой модели грунта. Для определения параметров упругопластической или вязко-упругопластической модели грунта необходимо проведение соответствующих исследований при проведении инженерно-геологических изысканий.

7.2.5 Расчеты зданий и сооружений на закарстованных территориях необходимо выполнять как минимум в двух различных программах. В расчете должно моделироваться начальное напряженное состояние основания до начала строительства и учитываться технология возведения сооружения. Помимо этого должно быть учтено возможное образование карстовых полостей или ослабленных зон и их возможное влияние на строящееся здание или сооружение, а также существующие рядом здания и сооружения.

7.3 Основания и фундаменты

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

7.3.2 Основанием сооружений, возводимых на закарстованных территориях, принимают толщу грунтов, глубина которой не менее глубины сжимаемой толщи, и глубины расположения форм подземного карста, которые могут проявиться на земной поверхности.

7.3.3 Расчет оснований сооружений, возводимых на закарстованных территориях, должен производиться в соответствии с требованиями СП 50-101-2004 (раздела 5).

7.3.4 При карстовых деформациях в виде оседания поверхности рекомендуется применять методику расчета сооружений на подрабатываемых территориях (СП 50-101-2004 подраздел 6.10) с учетом специфики карстовых деформаций, связанной с механизмом их проявления и продолжительностью.

7.3.5 Конструктивные мероприятия могут осуществляться по жесткой и податливой схемам в зависимости от вида сооружения и степени карстовой опасности.

Увеличение жесткости и прочности надфундаментной части сооружений осуществляется за счет применения железобетонных и армированных поясов, тяжей и горизонтальных монолитных диафрагм, усилением несущих элементов конструкций армированными обоймами и рубашками, введением дополнительных связей в каркасных конструкциях.

Увеличение податливости сооружений достигается устройством в подземной части швов скольжения, введением шарнирных и податливых связей между элементами конструкций, снижением жесткости несущих конструкций и др.

7.3.6 Основные конструктивные элементы противокарстовой защиты сооружений следует предусматривать в подземной части путем применения коробчатых фундаментов, плоских или ребристых плит, перекрестных ленточных фундаментов. Применение отдельно стоящих фундаментов не допускается.

Фундаменты должны выполняться из монолитного железобетона. При соответствующем обосновании допускается применение сборных ленточных фундаментов с монолитными железобетонными поясами.

7.3.7 При расчете фундаментов положение возможных карстовых провалов под сооружением принимают исходя из наиболее неблагоприятного их влияния на работу сооружения. При этом обязательным является расчетное положение провала под колоннами, пересечениями стен, углами сооружений, в середине большей и меньшей сторон.

7.3.8 Техническое решение и глубина заложения фундамента проектируемого здания или сооружения должны отвечать требованиям СП 50-101-2004 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.

7.3.9 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).

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

7.3.11 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. Длину консоли определяют в зависимости от конструктивных решений фундаментов сооружения, а также параметров расчетного карстового провала.

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.

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.

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

7.3.12 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.

7.3.13 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.

7.3.14 Расчет фундаментов следует выполнять с использованием имеющегося программного обеспечения, в т. ч. с учетом рекомендаций приложения Е.

7.3.15 Фактическую нагрузку на фундамент следует определять любым методом, позволяющим получать перераспределение нагрузок на фундаменты вокруг карстового провала. В случаях, когда основанием фундаментов являются глинистые грунты от тугопластичной до полутвердой консистенции, при диаметре карстового провала до 6 м допускается пользоваться таблицей 7.1, 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_{ϕ} или среднее давление под подошвой фундамента P_{ϕ} должно быть принято равным:

$$N_{\phi} = K \cdot N; \quad (7.1)$$

$$P_{\phi} = K \cdot P \quad (7.2)$$

где N_{ϕ} и P_{ϕ} – нагрузки, передаваемые на фундамент без учета карста.

Значения N_{ϕ} и P_{ϕ} для любых грунтовых условий и диаметров карстового провала допускается определять прямым расчетом, используя соответствующие программы, рекомендованные в приложении Е.

Таблица 7.1 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	1,0

7.3.16 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. приложение 3).

7.3.17 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. приложение Е). По результатам расчета выполняется армирование монолитных лент или плиты в соответствии с требованиями нормативных документов (см. п. 2).

7.3.18 Применение висячих свай в качестве противокарстового мероприятия не допускается. Такие сваи могут применяться при наличии в верхних слоях основания насыпных, органоминеральных или органических грунтов. При этом следует принимать плитный или ленточный ростверк, объединяющий сваи. Узел сопряжения свай с ростверком должен предусматривать возможность их выскальзывания, чтобы исключить дополнительное нагружение основания зависающими сваями, находящимися на участке образовавшегося провала под фундаментом.

7.3.19 При неглубоком залегании карстующихся грунтов допускается возводить сооружения на сваях, прорезающих эти грунты и заглубленных в ненарушенные грунты на глубину не менее 2 м.

При расчете свай необходимо учитывать дополнительные усилия, возникающие при перемещении обрушающихся грунтов надкарстовой толщи.

7.4 Планировка территорий

7.4.1 Планировочные противокарстовые мероприятия должны обеспечивать рациональное использование закарстованных территорий и оптимизацию затрат на противокарстовую защиту. Они должны учитывать перспективу развития данного района и влияние противокарстовой защиты на условия развития карста.

В состав планировочных противокарстовых мероприятий входят:

- специальная компоновка функциональных зон, трассировка магистральных улиц и сетей при разработке планировочной структуры с максимально возможным обходом карстоопасных участков и размещением на них зеленых насаждений,
- разработка инженерной защиты территорий от техногенного влияния строительства на развитие карста,
- расположение зданий и сооружений на менее опасных участках, как правило, за пределами участков I-II категорий устойчивости относительно интенсивности карстовых провалов, а также за пределами участков с меньшей интенсивностью (частотой) образования провалов, но со средними их диаметрами больше 20 м (категория устойчивости А),
- архитектурно-планировочные приемы застройки (выбор этажности и плотности застройки).

7.4.2 Архитектурно-планировочные противокарстовые мероприятия на всех проектных стадиях являются обязательными и первоочередными, поскольку по сравнению с другими противокарстовыми мероприятиями сокращают возможный ущерб от карстовых деформаций при сравнительно небольших затратах.

7.4.3 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 приложении Ж.

7.4.4 В состав графических материалов градостроительной документации следует включить карты районирования территории по степени карстоопасности, составленные по результатам специальных инженерных изысканий, достаточных для принятия градостроительных решений.

7.4.5 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 IV, V категории.

7.4.6 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. При проектировании застройки любого типа закарстованной территории не рекомендуется размещать здания непосредственно на месте старых карстовых форм (воронок, впадин и т.п.) и вблизи от их скоплений,
- предусматривать комплекс мероприятий, не допускающих активизации карстово-суффозионных процессов. На всех застраиваемых карстоопасных территориях в целях предотвращения процесса активизации и стимулирования затухания карста рекомендуется предусматривать организованный отвод ливневых и сточных вод при производстве инженерной подготовки территории,
- предусматривать создание элементов карстомониторинга в соответствии с заданием городской службы.

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

7.4.8 Размещение функциональных зон застройки необходимо строго подчинять районированно территории по степени карстоопасности.

Зоны общественно-торговых центров жилых районов, групп 16-25-этажных домов, школ, детских дошкольных учреждений, экологически опасные объекты следует располагать на максимально карстобезопасной территории, но не опаснее категорий IV-B, V-B. При отсутствии такой возможности жилые и гражданские здания, этажностью 2-15 этажей, как правило, должны располагаться на территориях, не опаснее категорий IV-B, V-A. Если это не представляется возможным, указанные объекты следует проектировать лишь при проведении специальных изысканий и осуществлении противокарстовой защиты.

7.4.9 На территориях с I и II категориями устойчивости следует располагать зеленые насаждения общего пользования или сельхозугодья. Территории III категории устойчивости в населенных пунктах допускается использовать под застройку лишь при соответствующем технико-экономическом обосновании с применением комплекса защитных противокарстовых мероприятий. При этом преимущественно следует размещать здесь автостоянки, гаражи и другие объекты коммунально-складских зон, временные здания и сооружения и т.п.

7.4.10 Общественно-торгово-бытовые комплексы должны размещаться по возможности на наиболее устойчивых участках с благоприятными условиями для осуществления противокарстовой защиты при максимальном сокращении площади их застройки путем комбинирования.

7.4.11 Выбор планировочных приемов организации жилой застройки определяется в зависимости от степени карстоопасности территории. Предпочтение следует отдавать тем методам и видам застройки, которые позволяют эффективно вписать застройку в криволинейные очертания зон разной степени карстоопасности, создавая при этом относительную деформационную автономность зданий или их частей (блок-секционные методы, "ковровая" застройка) при минимальном использовании жилой территории.

7.4.12 Выбор систем секционной застройки должен производиться исходя из максимального использования пригодных закарстованных территорий с учетом экономичности систем по прокладке инженерных сетей.

7.4.13 При блок-секционной застройке закарстованных территорий типы блок-секций, композиционные приемы их блокировки и процентное соотношение числа блок-секций должны выбираться из условия минимума требуемой площади жилой территории группы. Экономленную

жилую территорию следует использовать под менее ответственную коммунальную зону и зеленые насаждения общего пользования. Исходя из этого, рекомендуются к применению блокировки с наименьшими плотностными показателями:

1) для застройки повышенной этажности - использующие поворотную блок-секцию (крест) с рациональным процентным соотношением блокировок: рядовые и торцевые – 10-40%, поворотные – 60-90%,

2) для пятиэтажной застройки – угловая (под прямым углом) блокировка с соотношением секций: рядовые и торцевые – 0-30%, угловые – 70-100%. Предпочтительна блокировка из двух угловых (прямой угол) секций. Целесообразно создание групп из точечных зданий, позволяющих при условии проведения детальных изысканий в целом увеличить надежность застройки.

7.4.14 При выборе композиционных приемов блок-секционной застройки на закарстованных участках при идентичности площадей застройки и размеров провалов предпочтение следует отдавать тем типам блокировки, которые обеспечивают минимум площади поражения зданий.

7.4.15 При выборе типов застройки предпочтение необходимо отдавать простым в плане, желательно прямоугольным зданиям.

7.5 Противокарстовая конструктивная защита зданий и сооружений

7.5.1 При проектировании конструктивной противокарстовой защиты следует учитывать особенности различных карстовых деформаций и их взаимодействия с сооружениями, представленные в приложении 3.

7.5.2 Основным параметром проектирования конструктивной противокарстовой защиты зданий и сооружений от воздействия карстовых деформаций является расчетный пролет карстового провала под фундаментом.

Под расчетным пролетом понимается прогнозируемое ослабление по подошве фундамента, возникшее в результате карстового провала в течение срока эксплуатации сооружения с заданной степенью обеспеченности.

Расчетный пролет карстового провала является параметром, который учитывает как необходимые характеристики здания или сооружения, так и характеристики карстоопасности застраиваемой территории. Исходными данными для его определения являются:

- показатель интенсивности провалообразования или вероятность поражения сооружения карстовым провалом,
- среднее или прогнозируемое значение диаметра карстового провала,
- максимальное значение диаметра провала для данной территории,
- размеры и очертания фундамента здания или сооружения в плане,
- расчетный срок службы сооружения,
- уровень ответственности зданий и сооружений согласно СНиП 2.01.07-85.

Следует иметь в виду, что проведение инженерных изысканий в достаточном объеме непосредственно на площадке приводит к тому, что уменьшается степень неопределенности местонахождения зон, где возможны провалы. Это ведет или к существенному уменьшению значений расчетных пролетов, или дифференциации их по площади сооружения. В обоих случаях, как правило, существенно снижается объем конструктивной противокарстовой защиты.

7.5.3 Для зданий и сооружений башенного типа кроме расчета противокарстовых конструкций на прочность необходимо выполнение расчета на устойчивость положения. Это вызвано тем, что образование под фундаментом высотного здания карстовой деформации может привести к крену сооружения.

Расчетный пролет карстового провала является основным параметром конструктивной противокарстовой защиты от наиболее опасных видов поверхностных карстовых деформаций: провалы, карстовые просадки, локальные оседания. При этом определение расчетных пролетов для расчетов на прочность и устойчивость должны определяться отдельно.

7.5.4 Основными параметрами для проектирования конструктивной противокарстовой защиты от оседаний являются:

- условный радиус кривизны мульды оседания,
- ширина мульды оседания,

– наклон бортов мульды оседания.

Противокарстовая защита бескаркасных зданий

7.5.5 Панельные жилые дома, предназначенные для строительства в карстовых районах, необходимо проектировать на основе жестких конструктивных схем с:

– поперечными, продольными и торцовыми несущими стенами и перекрытиями из панелей, опертых по четырем сторонам, размером на конструктивную ячейку,

– внутренними и наружными продольными и торцовыми несущими стенами, поперечными диафрагмами жесткости и перекрытиями из длинномерных панелей, опирающихся по двум сторонам.

7.5.6 Крупноблочные и кирпичные жилые дома, предназначенные для строительства в карстовых районах, проектируются по жесткой конструктивной схеме с продольными несущими стенами и опиранием на них элементов перекрытий по двум сторонам.

Примечание. Допускается применение конструктивных схем крупноблочных кирпичных жилых домов с поперечными несущими и продольными самонесущими стенами или опиранием элементов перекрытий по двум сторонам на несущие поперечные стены.

7.5.7 Жесткая конструктивная схема осуществляется объединением несущих элементов здания в единую пространственную систему. Все несущие элементы, их соединения и сопряжения должны быть рассчитаны на дополнительные усилия, вызванные неравномерными деформациями земной поверхности вследствие карстовых явлений.

7.5.8 Длины отсеков зданий необходимо назначать по расчету в зависимости от форм карстовых проявлений, величин расчетных деформаций земной поверхности, расчетных характеристик грунтов, особенностей конструктивно-планировочных схем, этажности зданий и конструктивного решения фундаментно-подвальной части.

7.5.9 Деформационные швы между отсеками здания при искривлении основания вследствие плавного оседания поверхности на больших по площади участках должны иметь не менее, мм, для зданий:

- 5-этажных 100
- 9-этажных 250

7.5.10 Деформационными швами разделяются смежные отсеки здания по всей высоте. В местах расположения необходимо предусматривать парные поперечные стены, толщина которых должна отвечать теплотехническим требованиям по СНиП 23-02-2003.

7.5.11 Отсеки жилых зданий, проектируемых для строительства в карстовых районах, должны, как правило, иметь прямоугольную в плане форму.

7.5.12 При выборе конструктивных и архитектурно-планировочных решений зданий следует стремиться к равномерному и симметричному расположению стен в плане здания.

Рекомендуется: размещать продольные и поперечные стены симметрично относительно центральных продольных и поперечных осей здания, не допускать изломов стен в плане, внутренние стены делать сквозными на всю ширину или длину здания, простенки и проемы по возможности принимать одинаковой ширины и длины, распределяя их равномерно по длине и высоте здания.

Подвалы или технические подполья рекомендуется располагать под всем зданием.

7.5.13 Фундаментно-подвальную часть жилых домов, проектируемых для строительства в карстовых районах, следует конструировать по жесткой конструктивной схеме, осуществляемой жестким соединением самого фундамента с наземными конструкциями здания.

7.5.14 При проектировании бескаркасных жилых зданий в карстовых районах в зависимости от их типов, нагрузок, грунтовых условий и вида карста рекомендуются монолитные или сборно-монолитные перекрестные ленты, неразрезные монолитные и сборно-монолитные ленточные, сборно-монолитные пространственно-рамные, плитные (плоские и ребристые), свайные или плитные коробчатого сечения фундаменты.

7.5.15 С целью максимального уменьшения усилий, возникающих в конструкциях при образовании расчетного провала под торцом сооружения, фундаменты должны иметь консоли, выступающие за пределы зданий. Длина консоли принимается не менее 0,7 расчетного диаметра провала для балочных консолей и 0,4 для плитных (при условии, что ширина плиты не менее 1,5 диаметра провала).

7.5.16 Фундаменты следует закладывать на одной отметке с глубиной, принимаемой по СНиП 2.02.01-83 и СП 50-101-2004 минимальной. Конструкция фундаментов в зоне деформационных швов должна обеспечивать независимость вертикальных перемещений отсеков при неравномерных осадках основания.

7.5.17 Подвалы и подполья располагают под всем отсеком здания. Высота технического подполья, в котором укладываются внутренние коммуникации, назначается не менее 1,6 м.

7.5.18 Цокольная (подвальная) часть здания может выполняться:

- монолитной из бетона класса не ниже В15,
- сборной из крупных бетонных блоков (как заполнение в пространственно-рамных фундаментах).

7.5.19 Монолитные фундаменты (плитные, коробчатые, перекрестные, рамные, свайные) выполняются из бетона класса не ниже В15 и арматуры из стали класса А-III.

7.5.20 В плоскости опирания конструкций наземной части здания на фундаменты следует устраивать горизонтальную гидроизоляцию. При наличии прогноза подъема уровня грунтовых вод на территории застройки в проектах зданий предусматривают мероприятия по гидроизоляции полов и стен подвалов (подполий) исходя из ожидаемого уровня грунтовых вод и соответствующей величины создаваемого ими подпора.

7.5.21 Для заполнения провальных воронок, образовавшихся под фундаментно-подвальной частью, и исключения возможности их развития рекомендуется устройство в подвалах сквозных труб (стальные, асбестоцементные и пр.) для нагнетания цементно-песчаного раствора или бетона в воронки.

7.5.22 В проектах жилых домов, предназначенных для строительства в карстовых районах, для восприятия дополнительных усилий, вызванных деформациями земной поверхности, необходимо повышать прочность наземных конструкций здания непрерывными поэтажными поясами и усилением связей между конструктивными элементами.

7.5.23 Поэтажные пояса по п. 7.5.22 настоящих методических рекомендаций в панельных зданиях следует образовывать путем выпуска и стыкования на сварке арматуры из панелей в уровне надпроемных перемычек. Стыковые соединения должны быть тщательно замоноличены тяжелым бетоном.

7.5.24 В зданиях с несущими кирпичными стенами поэтажные пояса проектируются железобетонными монолитными или сборно-монолитными, в зданиях из крупных блоков – образуются из поясных и перемычечных конструкций, армируемых и соединяемых между собой связями на сварке с последующим замоноличиванием стыков.

7.5.25 Связь наружных продольных стеновых панелей с поперечными осуществляется с помощью настилов или панелей перекрытия, а также бетонных шпонок.

7.5.26 Соединение панелей наружных стен выполняется не менее чем в двух уровнях по высоте панели петлевыми или сварными связями.

7.5.27 Стыковые панели армируются сварными сетками и каркасами по расчету. Участки вблизи проемов усиливаются за счет дополнительного армирования.

7.5.28 Вертикальные поперечные силы, возникающие вследствие деформаций земной поверхности и действующие в плоскости панелей по вертикальным стыкам, воспринимаются бетонными шпонками, образованными замоноличиванием узловых соединений. В вертикальных стыках между панелями следует устраивать не менее трех дополнительных бетонных шпонок по высоте каждого этажа.

7.5.29 Пространственная жесткость здания обеспечивается, кроме торцовых и межсекционных, стенами лестничных клеток; при этом одна из них продолжается на всю ширину здания.

7.5.30 Панели или настилы междуэтажных перекрытий должны образовывать жесткие диски и соединяться между собой связями. Швы между панелями следует замоноличивать цементным раствором не ниже класса В50. Кроме того, панели перекрытий рекомендуется соединять стальными связями со стенами здания. Для восприятия сдвигающих усилий в швах между панелями перекрытий и стеновыми панелями устраиваются бетонные шпонки.

7.5.31 Противокарстовые основания и фундаменты, при необходимости должны обладать ремонтпригодностью 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.

7.5.32 Ремонтпригодность 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.

7.5.33 Ремонтпригодность 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

7.5.34 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.

7.5.35 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.

7.5.36 В районах с карстовыми провалами любого типа при максимальном расчетном диаметре провалов до 20 м и сосредоточенных нагрузках от зданий ориентировочно до 4000 кН на одну колонну рекомендуется к применению ленточные фундаменты и сплошные плиты.

7.5.37 С целью улучшения условий работы строительных конструкций и снижения стоимости строительства в карстовых районах рекомендуется применять мероприятия по уменьшению веса зданий, что может быть осуществлено:

- 1) Путем решения вопроса о степени капитальности тех или иных зданий, входящих в состав промышленного комплекса, размещаемого на закарстованном участке (замена по возможности капитальных зданий облегченными или переход на открытый способ установки технологического оборудования).
- 2) Путем уменьшения веса строительных конструкций здания за счет:
 - снятия крановых нагрузок с каркаса здания путем замены мостовых кранов козловыми, башенными, порталными, стреловыми на гусеничном ходу и другими видами напольных грузоподъемных средств,
 - замены железобетонных конструкций стальными для высоких промзданий с большими пролетами и значительными сосредоточенными нагрузками,
 - увеличения пролетов промзданий,
 - замены тяжелых бетонов легкими,
 - применения пластмасс для ограждающих элементов (многослойные панели покрытия и др.).

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

7.6 Геотехнические противокарстовые мероприятия

7.6.1 К геотехническим противокарстовым мероприятиям относятся:

- тампонажные работы, которые направлены на закрепление закарстованных пород и разуплотненных зон и промежуточных полостей в покровной толще,
- прорезка ненадежных грунтов с опиранием фундаментов на незакарстованные грунты (при неглубоком залегании карстующихся пород),
- устройство буронабивных или бурозабивных свай-стоек (при глубине залегания карстующихся пород до 15 м).

Закрепление закарстованных пород, разуплотненных зон и промежуточных полостей в покровной толще следует применять:

- перед строительством зданий и сооружений, относящихся к I и II уровням ответственности, когда на участке расположения зданий и сооружений имеются опасные карстовые полости,
- под эксплуатируемыми зданиями и сооружениями, относящимися к I и II уровням ответственности, построенными без должной противокарстовой защиты, при возможности образования провалов под фундаментами или в непосредственной близости от зданий и сооружений.

При этом следует иметь в виду, что закрепление карстующихся пород водонепроницаемыми или слабопроницаемыми материалами может привести к изменению гидрогеологической обстановки и к активизации карста на прилегающих участках. В связи с этим проекты закрепления карстующихся пород должны сопровождаться прогнозом изменения активности карстовых процессов на участках расположения сооружений, находящихся в непосредственной близости от места тампонажных работ.

Процесс закрепления закарстованных пород в основании объекта состоит в тампонаже (инъекции) под давлением через скважины в закарстованную толщу (полости, каналы, разрушенные, ослабленные и разуплотненные зоны) тампонажного раствора до полного их заполнения.

7.6.2 Проектирование закрепления закарстованных пород производят, используя:

- данные разведочного бурения,
- данные инженерно-геологических изысканий (в т.ч. статического зондирования),
- результаты гидрогеологических исследований,
- результаты геофизической разведки,
- технические характеристики конструкций сооружений.

Материалы инженерно-геологических изысканий и бурения разведочных скважин должны содержать:

- инженерно-геологические разрезы и карты с расчленением карстующейся толщи и с выделением подземных форм закарстованных и покрывающих отложений на литолого-стратиграфические горизонты и инженерно-геологические элементы,
- данные об уровнях водоносных горизонтов, химическом составе трещинно-карстовых вод, агрессивности к карстующим породам и цементному камню, направлении и скорости движения вод.

Материалы геофизических работ должны содержать результаты количественной интерпретации геофизических данных в виде комплексных геолого-геофизических разрезов и карт, характеристики инженерно-геологических элементов, выделенных с помощью геофизических методов.

Проект по закреплению карстующихся и покровных пород должен содержать следующие материалы:

- крупномасштабные карты и разрезы с изображением контуров объекта, подлежащего тампонажным работам,
- данные об объемах работ и методику их выполнения,
- данные о пространственном размещении проектируемых скважин в плане и по глубине, очередности и технологии бурения,
- данные об общем количестве необходимых для производства буровых и тампонажных работ материалов,
- данные о составах тампонажных растворов, их типы и требования к ним,

- данные о характеристиках и количестве необходимых для выполнения работ механизмов и оборудования,
- перечень работ, подлежащих контролю,
- требования по охране труда и технике безопасности,
- смету и расчет норм времени на производство работ.

7.6.3 Бурение и гидравлическое опробование скважин.

Способ бурения тампонажных скважин выбирается исходя из инженерно-геологических условий объекта и возможностей производственной организации. В покровных отложениях до карстующихся пород скважины следует обсаживать металлическими, а при проведении межскважинной радиотомографии - пластиковыми трубами. В карстующихся породах скважины следует бурить без обсадки с промывкой водой или продувкой воздухом. Диаметр бурения назначается в зависимости от глубины скважины и выбранного способа бурения.

В скважинах рекомендуется периодически производить гидравлическое опробование с целью уточнения состава тампонажного раствора.

Гидравлическое опробование производится, как правило, при давлении 3,0 атм. Давление после его стабилизации следует поддерживать неизменным в течение 10-15 минут, за это время следует произвести 2-3 замера изменения расхода и рассчитать удельное водопоглощение.

7.6.4 Тампонажные растворы, их применение.

Тампонажные растворы, рекомендуемые для закрепления закарстованных и ослабленных грунтов, подразделяются на четыре типа:

- инертные растворы - глинисто (суглинисто)-песчаные, песчано-глинистые (суглинистые),
- стабильные растворы - цементно-глинистые,
- нестабильные растворы - чистоцементные, цементно-песчаные и цементно-песчано-глинистые,
- поризованные растворы - вспениваемые и вспучиваемые цементно-глинистые растворы.

Выбор типа тампонажного раствора для закрепления закарстованных пород можно производить согласно табл. приложения Д.

7.6.5 Материалы для тампонажных растворов.

В качестве вяжущего средства применяется портландцемент марки не ниже 400.

При наличии агрессивных подземных вод следует применять химически стойкие по отношению к ним цементы. Для приготовления стабильных цементно-глинистых растворов применяются глины и суглинки каолиновые, бентонитовые и др. Для приготовления нестабильных растворов применяются песок, зола уноса, каменная мука, допускается применение лессов. Крупность частиц указанных материалов не должна превышать 2 мм. Для приготовления вспененных цементных растворов рекомендуется применять специальные поверхностно-активные вещества. Для регулирования сроков схватывания тампонажных растворов в их состав следует вводить силикат натрия, хлористый кальций, углекислый калий и другие вещества.

7.6.6 Приготовление тампонажных растворов.

Технология приготовления тампонажных растворов является важнейшим элементом качества работ.

Дозировка материалов для приготовления тампонажных растворов должна производиться с точностью до 5%.

Продолжительность перемешивания нестабильных растворов до готовности зависят от консистенции раствора и типа растворомешалки и составляет в среднем 5 мин. В дальнейшем готовый раствор рекомендуется непрерывно перемешивать во избежание его расслоения.

Приготовление стабильного цементно-глинистого раствора следует производить путем отдельного приготовления глинистого и цементного растворов с последующим смешиванием их в отдельной растворомешалке.

Приготовление вспененного цементного раствора следует производить путем отдельного

приготовления стабильного цементно-бentonитового раствора и воздушно-механической пены с последующим смешиванием их в растворомешалке.

7.6.7 Нагнетание растворов.

Инъекцию растворов в закарстованные грунты следует производить отдельными зонами по глубине. Размер зон зависит от трещиноватости и пустотности пород и в среднем составляет 5 м, в породах с карстовыми полостями и крупными трещинами длину зон принимают укороченной – до 1-3 м.

Объем раствора, подлежащий закачке, принимается по расчету, исходя из состояния закрепляемой породы и заданного радиуса распространения раствора по методикам НИИОСП, ГП "Противокарстовая и береговая защита", "Гидроспецпроект" и др. организаций.

7.6.8 Контроль работ.

Тампонажные работы должны контролироваться на всех этапах их производства путем:

- оперативного производственного и технического контроля в ходе работ,
- контроля качества выполненного тампонажа на отдельных участках сооружения,
- оценки выполненного тампонажа в целом по сооружению.

Контролю подлежат:

- очередность бурения скважин,
- соответствие технологических режимов инъекции (давление, расход, вид и состав раствора) проекту,
- правильность дозировки компонентов приготавливаемого раствора, соответствие фактических характеристик материалов и растворов, заданных в проекте,
- полнота и достоверность записей в журналах работ.

Состав и объем контрольных работ по определению результатов и качества инъекционного уплотнения устанавливается проектом.

Контрольные работы могут включать:

- анализ качества и результатов инъекции по исполнительной документации,
- контрольное опробование уплотненного участка путем нагнетания в контрольные скважины,
- контрольные измерения физических характеристик закарстованных грунтов геофизическими методами,
- исследование керна закрепленных пород.

Контрольные скважины назначаются в объеме 5-10% от объема рабочих скважин. Бурение контрольных скважин в закарстованных грунтах производится со сплошным отбором керна и гидравлическим опробованием. Присутствие цементного камня в керне дает возможность признать тампонажные работы достаточными. В противном случае в тех местах, где контрольные скважины показали неудовлетворительные результаты, проектная организация назначает дополнительные скважины для дальнейшего проведения тампонажных работ.

7.6.9 Техническая документация.

Данные по бурению скважин, их гидравлическому опробованию, нагнетанию раствора должны фиксироваться в журналах.

На основании первичной документации составляются технический отчет и исполнительные чертежи, которые являются документами постоянного хранения.

7.6.10 Другие виды закрепления грунтов.

При выявлении разуплотненных участков в песчаных грунтах в активной зоне основания сооружения на глубину 5 м от подошвы фундамента возможно применение химического закрепления грунта.

8 ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОММУНИКАЦИЙ И БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИЙ

8.1 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 нормативных документов. 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.

8.2 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.

8.3 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.

8.4 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.

8.5 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.

8.6 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.

8.7 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.

8.8 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.

8.9 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.

8.10 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.

8.11 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.

8.12 При строительстве автомобильных дорог на карстоопасной территории, когда установить точное положение имеющихся или образующихся позднее пустот в земле затруднительно, основание дорожного полотна должно быть армировано одним или двумя слоями геосинтетического материала (геотекстиль и (или) георешетки).

9 ВОПРОСЫ КАРСТОМОНИТОРИНГА (КАРСТОМОНИТОРИНГ)

9.1 Карстомониторинг – основы оптимального освоения закарстованных территорий и один из способов противокарстовой защиты. Под ним понимается, в первую очередь, слежение за состоянием территории, условиями и основными (включая техногенные) факторами карстообразования и опасными (для устойчивости) карстопроявлениями; сбор, обработка, обобщение данных, их хранение и (при целесообразности) распространение; своевременное предупреждение (прогноз) создаваемых (возможных) критических ситуаций, периодическая (квартальная, полугодовая, ежегодная) передача информации о результатах работ административным органам и (или) Заказчику; принятие (постановка) новых задач; корректировка программы исследований с целью разработки и коррекции противокарстовых мероприятий, контроля за выполнением принятых решений, оптимального управления негативными процессами (карстовыми и ему сопутствующими) или системой «карст-основание – сооружение» в целом.

9.2 Организация комплексного карстомониторинга (или его элементов) по специально разработанной программе (с обоснованием видов и объемов работ и частоты наблюдений) целесообразна на репрезентативных и ключевых участках (ТСН 11-301-2004 ПО) карстовых районов края, в населенных пунктах, на объектах повышенного уровня ответственности и экологического риска, жилых и промышленных зданиях без достаточной противокарстовой защиты, расположенных на карстоопасных площадях.

Решение о проведении карстомониторинга принимается административными органами муниципальных образований и (или) владельцами объектов за счет соответствующих (в зависимости от форм собственности объектов) бюджетов и средств. Разработка (составление программы) и выполнение его поручается специализированным организациям, обладающим опытом инженерно-карстологических изысканий. Целесообразно привлечение к работам местного населения. Сведения об устройствах и составе наблюдений вносятся в паспорт объекта.

Необходимо сочетание (с соответствующим уведомлением заинтересованных организаций и лиц) карстомониторинга с другими видами мониторинговых исследований окружающей (в первую очередь, геологической) среды, особенно в районах развития других опасных геологических процессов.

9.3 К карстоопасным площадям следует относить территории:

- I, II, IIIА, IIIБ, IIIВ, IVА и IVБ категорий устойчивости относительно карстовых провалов (таблица 6.1 и таблица 6.2),
- IVВ и IVГ категорий при наличии значительных техногенных воздействий, активизирующих карстовый и карстово-суффозионный процессы,
- участки с существенным (более 10 мм/год) оседанием поверхности.

9.4 К особо ответственным объектам на территории края относятся предприятия и цеха с экологически опасным производством, железные дороги, газо-, нефте- и продуктопроводы, полигоны захоронения токсичных промышленных отходов I-III классов опасности, большие мосты, здания и сооружения башенного типа.

9.5 В состав карстомониторинга, как правило, включаются (ТСН 11-301-2004 ПО):

- маршрутные и площадные рекогносцировки,

- обследование карстопоявлений, существующих и строящихся зданий и сооружений,
- режимные и специальные (с опытами) гидрогеологические и гидрогеохимические наблюдения,
- геодезические измерения (наблюдения) на местности (в том числе, за развитием карстовых форм) и контроль за деформациями зданий и сооружений, слежение за маяками и грунтовыми реперами,
- наблюдения за напряженным состоянием основания сооружения и грунтового массива в целом,
- геофизические исследования по оценке состояния покровных и карстующихся пород и динамика развития значимых аномалий геофизических полей,
- устройство системы аварийной сигнализации (в том числе при проведении геотехнических противокарстовых мероприятий),
- аэрофотосъемка (многоуровневая видеотепловизионная, спектральная, тепловая и др.) и аэровизуальные наблюдения (при региональном, субрегиональном и локальном мониторинге и специальном обосновании).

Размещение пунктов наблюдений (включая режимные скважины, естественные и искусственные водопункты, карстопоявления, реперы, маяки, марки, датчики и др.) определяется геолого-гидрогеологическими условиями и факторами, техногенной обстановкой и целевым назначением работ.

9.6 В ассортимент контролируемых при карстомониторинге параметров геологической среды в зависимости от конкретной техноприродной обстановки включаются данные (показатели) согласно ГОСТ 22.1.06-99. В первую очередь отслеживаются:

- площадная поражаемость территории,
- основные параметры карстопоявлений,
- частота карстовых деформаций,
- приращение их площади и глубины,
- скорость растворения пород,
- уровни и химический состав (агрессивность) подземных (возможно, и поверхностных) вод, их температура и скорость движения,
- вариации значимых геофизических полей,
- показатели водно-физических свойств грунтов.

9.7 В целом состав, объемы карстомониторинга, частота наблюдений и порядок выдачи информации устанавливаются в соответствии с техническим заданием Заказчика, определяются в зависимости от инженерно-геологической обстановки и карстоопасности территории (категории устойчивости), типа зданий и сооружений, их уровня ответственности и конструктивных особенностей, режима эксплуатации и данных геотехнического прогноза.

При объектном мониторинге возможно включение выполнения его элементов (визуального обследования зданий и сооружений, контроля за карстовыми деформациями и их появлением, отслеживания системы аварийной сигнализации, замеров уровней подземных вод в режимных скважинах, правил действия при обнаружении карстовых деформаций и др.) как части противокарстовых мероприятий в должностные инструкции, обслуживающего персонала, с отражением персональной ответственности. В особых случаях целесообразна организация противокарстовой службы объекта.

9.8 Выявление предкритической (предаварийной) ситуации на объекте и сверхнормативных деформаций сооружений должно стать аргументом для оценки состояния объекта специально созданной комиссией, в состав которой обычно включаются представители администрации населенного пункта (муниципального образования), владельца сооружения, проектной, изыскательной и строительной организаций, а также предприятия, выполняющего функции территориальной изыскательской организации.

9.9 Среди общих требований к карстомониторингу:

- комплексность и согласованность (во времени и пространстве) наблюдений,
- привязка точек наблюдений к характерным и важным (опасным) местам,
- частота наблюдений, отвечающая интенсивности протекания процессов и скорости изменения уровней и расходов вод в характерные периоды,
- точность измерений, обеспечивающая достоверность информации и согласованность с точностью проводимых расчетов,

– своевременность информации по результатам наблюдений и исследований, включая составление технического отчета.

10 ТРЕБОВАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ОСНОВАНИЙ, ФУНДАМЕНТОВ И НАЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

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

10.2 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 инженерно-геологическую обстановку застраиваемой территории.

10.3 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.

10.4 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.

10.5 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.

10.6 Наземные строительные-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.

11 ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТВЕТСТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА КАРСТООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

11.1 Для ответственных сооружений, расположенных на карстоопасных территориях, должны составляться специальные карстологические паспорта. В паспорте приводятся следующие сведения (разделы):

- перечень всех видов работ (изыскательских, проектно-строительных, специальных), проводимых на объекте, с указанием организаций, осуществлявших эти работы, и места хранения документации,
- схема расположения объекта с указанием находящихся в непосредственной близости зданий и сооружений, водонесущих коммуникаций и дренажных устройств, пробуренных ранее инженерно-геологических и режимных скважин, наиболее характерных элементов рельефа

(уступов террас, карстовых воронок, оврагов, искусственных выемок, насыпей и т.д.),

– конструктивно-строительная, технологическая характеристика объекта и техногенных воздействий (влияние агрессивных сред, динамические и статические нагрузки и т.п.),

– информация о деформациях земной поверхности и конструкций,

– инженерно-геологические условия и карстологическая характеристика участка с оценкой его потенциальной чувствительности к возможным техногенным воздействиям, влияющим на активизацию карстового процесса,

– перечень мероприятий капитального характера и эксплуатационных по противокарстовой защите, предусмотренных проектом, реализованных и измененных (нарушение, усиление защитных мер) в процессе эксплуатации объекта,

– рекомендации по организации наблюдений и защите (при необходимости) эксплуатируемых зданий.

11.2 Паспорт подлежит постоянному хранению в организации заказчика и организации-составителе паспорта. Паспорт должен выполняться как в печатном виде так и на электронном носителе. Сведения по объектам обновляются с появлением новых данных или изменений, при необходимости вводятся дополнительные разделы, в том числе данные объектного карстового мониторинга.

11.3 На ответственных объектах работа службы контроля за развитием деформаций сооружений и поверхности должна быть организована с учетом специфики их проявления на карстоопасных территориях. Контроль должен осуществляться специалистами в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

11.4 При появлении деформаций в конструкциях, влияющих на устойчивость и прочность сооружения, специализированными организациями оперативно должна выполняться экспресс-оценка состояния геологической среды с краткосрочным прогнозом возможности образования карстовых деформаций. В случае необходимости должны разрабатываться совместно с владельцем объекта оперативные мероприятия по недопущению катастрофических последствий.

11.5 При необходимости проводятся стационарные наблюдения за динамикой развития опасных геологических процессов. Стационарные наблюдения включают инженерно-геодезические наблюдения (определение высот осадочных реперов, высотных марок и других деформационных знаков), дистанционные методы исследований (высокоточная гравиметрия, электроразведка методом двух составляющих и т.д.), наблюдения за режимом подземных вод. По результатам исследований оцениваются деформации сооружений, выявляются оседания толщ горных пород и земной поверхности, определяются количественные характеристики развития этих деформаций во времени и пространстве и решаются другие задачи.

11.6 По каждому циклу наблюдений проводится предварительный анализ, при необходимости, развивается или сокращается наблюдательная сеть, корректируется объем и порядок постановки отдельных видов работ, изменяется частота наблюдений.

По результатам работ разрабатываются рекомендации:

– по возможности дальнейшей эксплуатации объекта и экономической целесообразности его защиты,

– по противокарстовой защите сооружения с указанием места предполагаемого провала и необходимости принятия административных мер по конструктивной его разгрузке (перемещение, демонтаж оборудования и т.п.),

– при реконструкции сооружений производится расчет исходных параметров для проектирования противокарстовой защиты.

**Приложение А
(обязательное)**

Определение ширины «ослабленной зоны» вокруг провала

(для свайных фундаментов)

Образование карстового провала сопровождается изменением напряженно-деформированного состояния вмещающего массива, которое обуславливает 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

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

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

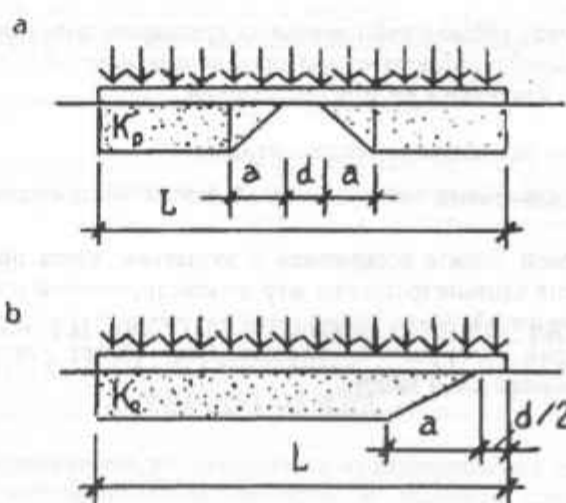
R_p – расчетный радиус провала;

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

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

k_2 – коэффициент, учитывающий механические свойства грунтов покрывающей толщи через средневзвешенные по глубине значения коэффициента пористости e и показателя текучести I_L , и равный:

$$k_2 = 0,27e + 0,30I_L + 0,5.$$



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

**Приложение Б
(справочное)**

**Схема распространения карстующих пород и карста Пермского края
1 : 1 500 000 (по К.А. Горбуновой, 1993г., с доп. и изм., 2005г.)**

См. вставку на последнем форзаце книги.

№	Наименование карстующих пород	Географическое положение (район, местность)	Горизонтальная проекция (координаты)	Вертикальная проекция (глубина залегания)	Ссылка на источник информации
1	Меловые породы (суглинки, глины, пески)	Пермский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	0 - 10 м	Горбунова К.А., 1993
2	Песчаные глины	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	0 - 10 м	Горбунова К.А., 1993
3	Суглинки	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	0 - 10 м	Горбунова К.А., 1993
4	Глины	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	0 - 10 м	Горбунова К.А., 1993
5	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	0 - 10 м	Горбунова К.А., 1993
6	Среднемиоценовые породы (пески, глина)	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
7	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
8	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
9	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
10	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
11	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
12	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
13	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
14	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
15	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
16	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
17	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
18	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
19	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
20	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
21	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
22	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
23	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
24	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
25	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
26	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
27	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
28	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
29	Пески	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993
30	Глина	Сосновоборский район, с. Мельничиха	50° 15' N, 46° 30' E	10 - 20 м	Горбунова К.А., 1993

**Приложение В
(справочное)**

Распространение карста и его проявлений по административным и карстовым районам Пермского края

№№ п/п	Административный район (территория)	Карстовые районы и участки (по приложению Б)	Категории устойчивости ¹ (опасности)	Литологиче- ский тип карста	Основные карстовые формы и явления		Примечание
					поверхностные	подземные, переходные и погребенные	
1	Район** г. Александровска	Кизеловский (Кз)	III-VI	к	в, кт, эко, л, кд, пн, пр,зкт, тбо	п, пкт, зкт	ри
		Соликамский (Сл)	IV-VI	с[г, к]	ос	сз, кгп	изучен слабо
2	Район** г. Березников	Соликамский (Сл)	IV-VI	с[г, к]	ос, пр,в	сз, кгп, пкп, осз	Большой Березниковский провал 1986 г. диам. и глуб. > 100м
3	Березовский	Нижнесылвинский (НС)	IV-VI	г[к-г,к]	в	пкп, зкт	изучен слабо
		Осинцевский (Ос)	IV-VI	г,с	в,кт,пр,оз	пкп,зкт	
		Участки 1,2,3	IV-VI	г	в,кд	не изучены	
4	Горнозаводский	Чусовской (Чс)		к	в, кт, эко, л	пкп, н, зкт	
		Верхнеусьвинский (Ву) (Тыпыло-Кырьянский)	III-VI	к	в, эко	н.с	изучен слабо
5	Район** г. Гремячинска	Кизеловский (Кз)	III-VI	к	в, кт, эко,л,пн, зкт, тбо	п, пкп, зкт	ри, рв
		Чусовской (Чс)	III-VI	к	в, эко, л, пн, зкт, тбо	п, пкп, зкт	
6	Район** г. Губахи	Кизеловский (Кз)		к	в, кт, эко, пн, зкт, м	п, пкп, зкт, н	ри

¹ В соответствии с СП 11-105-97 (ч. II).

** Территория административного управления

№№ п/п	Административный район (территория)	Карстовые районы и участки (по приложению Б)	Категории устойчивости ¹ (опасности)	Литологиче- ский тип карста	Основные карстовые формы и явления		Примечание
					поверхностные	подземные, переходные и погребенные	
7	Добрянский	Полазницкий (Пл)	I-V	г[к-г,к]	в, кт, кд, эко, к, кр, пр, оз, л, тбо	п, н, пкп, зкт, кб, ко, осз, кд	в гипсовых берегах встречаются эфемерные пещеры
		Хохловский (Х)	IV-VI	г[к-г,к]	в, пр, пн, прс	пкп, зкт, осз	
		Сергинцовско- Долгушинский (СД)	III-VI	г[с-г]	в, кт, кд, пр, оз, эко	пкп, зкт, осз	
		Соликамский	н.с.	с	н.с.	сз	практически не изучен
8	Район** г. Кизела	Кизеловский (Кз)	III-VI	к	в, кт, эко, л, пн, ш, м	п, пкп, зкт, кд, л, н, осз	ри, рв
9	Кишертский	Кишертский (Кш)	II-V	г[к-г,с-г]	в, кт, пр, пн, кд, ш, оз	п, пкп, зкт, кб, осз	рв, ри
		Кордонский (Кр)	III-VI	г[с-г?]	в, пр, кр	пкп, зкт	
		Осинцевский (Ос)	III-VI	г, с	в, кт, пр, оз	пкп, зкт	
		Уфимского плато (Уп)	IV-VI	к	в, эко, л, пн, зкт, ш, а, кт	н, пкп, зкт, п, осз	ри, рв
10	Красновишерский	Соликамский (Сл)	V-VI	с, г-с	ос, кт, оз, в	пкп, сз, кб, кгп	
		Средневишерский (Св)	IV-VI	к	в, эко, зкт, пн, а	п, пкп, зкт, в	ри
		Кизеловский (Кз)	III-VI	к	в, кт, эко, пн, зкт, тбо	п, пкп, зкт	
		Верхневишерский (ВВ)	V-VI	к	в, оз, эко, пн, а, кд	пкп, п	ри
		Верхнекошвинский (Вк)	V-VI	к	в		изучен слабо
11	Район** г. Краснокамска	Хохловский (?), побережье Камского водохранилища	н.с.	г, к	в (?)	н.с.	не изучен

№№ п/п	Административный район (территория)	Карстовые районы и участки (по приложению Б)	Категории устойчивости ¹ (опасности)	Литологиче- ский тип карста	Основные карстовые формы и явления		Примечание
					поверхностные	подземные, переходные и погребенные	
12	Кунгурский	Нижнесылвинский (Нс)	V-I	г, к-г, к	в, кт, кд, эко, л, к, пн, кл, пр, кр, тбо	п, н, пкп, зкт, кб, ко, от, к, осз	
		Иренский (Ир)	V-I	г, к-г	в, кт, кд, эко, л, к, пн, кл, пр, кр, тбо	п, н, пкп, зкт, кб, ко, от, к, осз	
		Уфимского плато (Уп)	IV-V	к	в, эко, зкт	пкп, зкт	
		Курашимо- Чернушинский (КЧ)	IV-VI	к[к-г]	в, кд	пкп (?)	изучен слабо
13	Лысьвенский	Чусовской (Чс)	н.с.[IV-VI]	к	в, эко, л	пкп, зкт	изучен слабо
		Участки (поля) Предуральяского прогиба?	н.с.[V-VI]	г, г-с	н.с.	н.с.	изучены слабо
14	Октябрьский	Иренский (Ир)	I-V	г, к-г	в, кт, кд, эко, к, пн, пр, л, кр, тбо, м	п, н, пкп, зкт, кб, ко, осз	ри, рв
		Щучьеозеро-Аскинский (ЩА)	I-V	г[к-г,с-г]	в, кт, кд, эко, к, пн, пр, л, кр, тбо, м	п, н, пкп, зкт, кб, ко, осз	рв
		Уфимского плато Курашимо- Чернушинский (КЧ)	IV-VI IV-VI	к к[г-к]	в, эко, л, зкт в	пкп, зкт пкп, зкт (?)	изучен слабо
15	Ординский	Иренский (Ир)	I-V	г, к-г	в, пр, кт, кд, эко, к, пн, кр, тбо, кл	п, пкп, н, зкт, кб	ри, рв
		Курашимо- Чернушинский (КЧ)	IV-VI	к[к-г]	в, кд	пкп (?)	изучен слабо
		Уфимского плато (Уп)	III-VI	к	в, эко, л, зкт	пкп, зкт	ри, рв
16	Пермский и г. Перми	Полазинский (Пл)	V-VI	г, к-г	в, пр	пкп, зкт, осз	
		Хохловский (Х)	III-VI	к[к-г]	в, пр	пкп, зкт, осв	

№№ п/п	Административный район (территория)	Карстовые районы и участки (по приложению Б)	Категории устойчивости ¹ (опасности)	Литологиче- ский тип карста	Основные карстовые формы и явления		Примечание
					поверхностные	подземные, переходные и погребенные	
		Нижнесылвинский (Нс)	III-VI	к[к-г]	в, пр, эко, пн, кр, тбо	пкп, зкт, оз, кб	
		Курашимо- Чернушинский (КЧ)	V-VI	к[к-г]	в, кд	н. с.	изучен слабо
17	Соликамский	Соликамский (Сл)	IV-VI	с[г-с]	ос, кт, оз, прс, кд	пкп, сз, ктп	возможны значительные оседания
		Кизеловский (Кз)	V-VI	к	Изученность слабая. Преобладают подземные формы. Карстоопасность незначительная		
18	Суксунский	Кишертский (Кш)	II-VI	г[к-г, с-г]	в, кт, кд, л, пр, ос, оз	пкп, кб, п, озс	ри
		Осинцевский (Ос)	IV-VI	г, с	в, кт, пр, оз, кд	пкп, зкт, озс	
		Ачитский (Ач)	V-VI кластокарст	г, кк	в	н.с.	изучен слабо
		Уфимского плато (Уп)	IV-VI	к	в, эко, л, зкт	пкп, зкт	ри, рв
19	Уинский	Иренский (Ир)	II-V	г,к-г	в, кт, кд, эко, к, пн, пр, кр, тбо	пкп, зкт, п, н, ко, озс, кб, озс	ри, рв
		Курашимо- Чернушинский (КЧ)	V-VI	к[к-г]	в	н.с.	изучен слабо
		Уфимского плато (Уп)	IV-VI	к	в, эко, л	пкп, зкт	рв
20	Усольский	Соликамский (Сл)	IV-VI	с[г-с]	ос, кт, оз	пкп, сз, ктп	
21	Чердынский	Ксенофонтовский (Кс)	II-VI	к, г	в, кт, пр, кд	кд, пакп, зкт, п	
		Вишерский (Вк)	III-VI	г, с, [кк]	в, кт, оз, кд, к	пкп, зкт	ри
		Средневишерский (Св)	IV-VI	к	в, эко, зкт, пн,а	пкп, зкт, п, н	
22	Чернушинский	Курашимо- Чернушинский (Кч)	V-VI	к[г-к]	в	н.с.	изучен слабо
23	Чусовской	Полазнинский (Пл)	III-VI	г[к-г,к]	в, кт, кд, эко, к, кр, пр, оз, л, тбо	п, н, пакп, зкт, кб, ко, озс	

№№ п/п	Административный район (территория)	Карстовые районы и участки (по приложению Б)	Категории устойчивости ¹ (опасности)	Литологиче- ский тип карста	Основные карстовые формы и явления		Примечание
					поверхностные	подземные, переходные и погребенные	
22	Очёрский	Сергинцовско- Долгушинский (СД)	III-VI	г[с-г]	в, кт, кд, пр, оз, эко	пкп, зкт	
23	Очёрский	Чусовской (Чс)	III-VI	к	в, кт, эко, пн, м, а	н, пкп, зкт	ри, рв
24	Очёрский	Кизеловский (Кз)	III-VI	к	в, кт, эко, пн, м, а	н, пкп, зкт	
25	Очёрский	Уч-ки Опокинский и г. Чусового	I-V	г	в, пр, кт, пн, эко	п, пкп, зкт, осз, н, ко	ри

Условные обозначения:

Графа 4: н.с. – нет сведений.

Графа 5: к - карбонатный, с- соляной (хлоридный), г- гипсовый (сульфатный), к-г- карбонатно-гипсовый (карбонатно-сульфатный), с-г – соляно-гипсовый (соляно-сульфатный), г-с – гипсово-соляной (сульфатно-соляной), кк – кластокарст, г-к – гипсово-карбонатный (сульфатно-карбонатный) типы карста.

Графы 6, 7, 8: а – арки, в – воронки, зкт – закарстованные трещины, к – карры, кб – карстовая брекчия, кд – карстовые депрессии, кл – колодцы, ктп – карстогенные породы, ко – карстовые останцы, кр – карстовые рвы, кт – котловины, л – лога, м – мосты, н – ниши, гроты, оз – озера, ос – оседания, осз – ослабленные (карстом) зоны, от – органичные трубы, п – пещеры, пкп – поры, каверны, пещеристые полости, пн – поноры, пр – провалы (карстовые воронки (впадины) с известной датой образования), прс – проседания, ри – реки исчезающие, рв – реки (ручьи) выныривающие, сз – соляное зеркало, тбо – трещины бортового отпора (закарстованные), ш – шахты, эко – эрозивно-карстовые овраги, долины, суходолы.

Карстовые родники фиксируются практически в каждом районе.

Проявления (воронки, широкообразные понижения, суходолы, котловины, пещеры) кластокарста (возможно, карбонатного карста) и суффозии отмечены в Очёрском и Чердынском районах и Коми-Пермяцком округе. Требуется уточнение геологического разреза.

**Приложение Г
(рекомендуемое)**

Варианты противокарстовых мероприятий

Виды противокарстовых мероприятий	Условия применения	Период применения: А - до начала строительства сооружения; Б - в ходе строительства; В - при эксплуатации
1	2	3
1. ПРОТИВОКАРСТОВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ХОДА КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ		
Регулирование поверхностного стока	При любых инженерно-геологических условиях, но особенно при возможности карстово-суффозионных процессов	А, Б, В
Создание водонепроницаемых покрытий	При возможности карстово-суффозионных процессов. В случае необходимости застройки участка, на котором имеются карстовые формы рельефа	А, Б, В
Создание противинfiltrационного экрана на границе покровных и карстующихся пород с целью уменьшения суффозионной активности	При возможности карстово-суффозионных процессов и неглубоком залегании карстующихся пород	А, Б, В
Обрушение кровли карстовых полостей путем трамбовки с последующей засыпкой и уплотнением образовавшейся воронки	При неглубоком залегании карстующихся пород	А
То же промежуточных полостей в покровной толще	В случае обнаружения при изысканиях промежуточных полостей и сильно разуплотненных зон	А
Заполнение (тампаж) полостей в карстующихся породах с использованием цементирующих или полимерных материалов	При расположении карстовых полостей в сжимаемой толще основания сооружений (с учетом возможности активизации карстово-суффозионных процессов на прилегающих участках) в любых инженерно-геологических условиях.	А, Б, В
	При расположении полостей за пределами сжимаемой толщи основания при обосновании опасности обнаруженных полостей.	А, В
Закрепление трещиноватых и ослабленных пород в карстующейся толще	При расположении трещиноватых и ослабленных зон в сжимаемой толще основания в любых инженерно-геологических условиях	А, Б, В
	При расположении этих зон за пределами сжимаемой толщи при возможности карстово-суффозионных процессов	А, Б, В
Закрепление ослабленных зон, в т.ч. тампаж промежуточных полостей в покровной толще	В любых инженерно-геологических условиях при расположении ослабленных зон в пределах сжимаемой толщи и промежуточных	А, Б, В

1	2	3
	полостей, зафиксированных на любой глубине	
Применение армированного грунта и геотекстиля в основании сооружения	При наличии ослабленных зон в покровной толще и небольшой глубине расположения активной зоны основания	Б
Специальное закрепление грунта, заполняющего старые карстовые воронки	При специальном обосновании и при невозможности расположения участка строительства за пределами карстовых воронок	А, Б
2. ПРОТИВОКАРСТОВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ БЕЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАРСТОВЫЙ ПРОЦЕСС		
Планировочные мероприятия		
Расположение сооружений на менее опасных участках	В любых условиях	А
Недопустимость расположения сооружения вблизи карстовых воронок	В любых условиях	А
Рациональное регулирование плотностью застройки	В любых условиях	А
Назначение рациональной формы сооружения в плане	При оседаниях	А
Ограничение точечных зданий и сооружений башенного типа	В любых условиях, особенно при расположении объектов на территории, где возможны провалы с диаметрами более 10 м (категории А, Б)	А
Дублирование и кольцевание трубопроводов	На особо карстоопасных участках	А, В
Устройство раздельного земляного полотна железных и автомобильных дорог для разных направлений движения	На особо карстоопасных участках на стратегически важных направлениях	А, В
Устройство пролетных строений мостовых сооружений на раздельно стоящих опорах	То же	А, В
Конструктивные мероприятия		
Создание рациональной конструктивной схемы зданий и сооружений:		
- податливой	При оседаниях	Б
- жесткой	При провалах и локальных оседаниях	Б, В
- применение резервных опор для трубопроводов	При провалах и локальных оседаниях	Б, В
- то же для пролетных строений мостов	То же	Б
Применение специальных конструкций фундаментов	При провалах, локальных оседаниях, карстовых просадках	Б, В
Мероприятия по контролю за карстовым процессом		
Региональный карстологический мониторинг	Для городов и населенных пунктов, расположенных на закарстованных территориях	В
Обследование строительных котлованов специалистами ГП «Противокарстовая и береговая защита»	Для особо ответственных зданий и сооружений, расположенных в карстоопасных зонах	Б
Объектный карстологический мониторинг	Обязателен на особо ответственных и экологически опасных объектах	В
Устройство точечной площадной или линейной систем сигнализации за карстовыми деформациями в толще пород и в основании сооружений	В случае отсутствия должной конструктивной противокарстовой защиты	В
	Для особо ответственных экологически опасных объектов	Б, В

1	2	3
Проведение визуального и инструментального контроля за деформациями земной поверхности и конструкций, и отслеживание геофизическими методами изменения состояния грунтов основания	Обязательно при отсутствии конструктивной противокарстовой защиты для карстоопасных участков	В
3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА КАРСТОВЫЙ ПРОЦЕСС		
Ограничение объемов откачек подземных вод	При любых инженерно-геологических условиях	В
Регулирование откачек трещинно-карстовых и грунтовых вод	При возможности суффозионных процессов	В
Ограничение утечек промышленных и хозяйственных вод в грунт путем осуществления специальных инженерных мероприятий	При любых инженерно-геологических условиях	В
Ограничение динамических воздействий на грунт	При возможности суффозионных процессов и при неглубоком залегании карстующихся пород	В
4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТ АВАРИЙ СООРУЖЕНИЙ ВСЛЕДСТВИЕ КАРСТОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ		
Составление карстологических паспортов для промышленных предприятий, участков транспортных магистралей, отдельных зданий и сооружений	Для карстоопасных участков	В
Создание аварийного запаса материалов и инструмента	То же	В
Проведение технической учебы и инструктажа персонала о порядке действия в случае карстовых деформаций	Для особо ответственных объектов.	В

**Приложение Д
(рекомендуемое)**

Типы тампонажных растворов

Характер закарстованности пород	Наличие (отсутствие) подземных вод	Рекомендуемые растворы для	
		заполнения полостей	окончательного (после усадки заполняющего раствора) уплотнения полостей
Незаполненные карстовые полости и каналы	Обводненные и необводненные	Цементно-глинистый, вспененный цементно-глинисто-песчаный раствор или несвязные инертные материалы (глинисто-песчаный, песчано-глинистый)	Вспененный цементно-глинистый раствор
Карстовые формы, заполненные материалом текучей консистенции	Обводненные	Цементный, вспененный цементно-глинистый раствор	
Трещиноватые и разрушенные породы с удельным водопоглощением более 1 м ³ /мин.	Обводненные и необводненные	Несвязные инертные материалы (глинисто-песчаный, песчано-глинистый) или цементно-глинистые, вспененный цементно-глинистый раствор	

**Приложение Е
(рекомендуемое)**

Программное обеспечение для расчета фундаментов

Тип фундамента	Название программы
Любой, в т.ч. свайный	«Лира», «ANSIS», «SCAD», «PLAXIS», «GGU», «DAT», «Z_Soil», «GeoDelf», «FLAC» и т.д.
Столбчатые, отдельно стоящие, соединенные монолитными лентами, в т.ч. со сваями	-"-
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	-"-

**Приложение Ж
(рекомендуемое)**

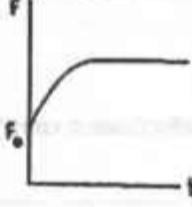
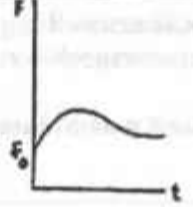
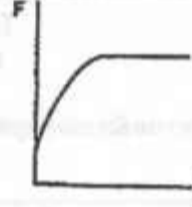

Плотность застройки и этажность зданий

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
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
Очень неустойчивая - I	Нет	Нет	Газоны, скверы

**Приложение 3
(справочное)**

Особенности карстовых деформаций и их взаимодействия с сооружениями

Характеристика карстопоявлений	Виды поверхностных карстовых деформаций			
	Провал	Карстовая просадка	Локальное оседание	Оседание
1	2	3	4	5
Состояние грунта в зоне карстопоявления	Полное нарушение грунта	сплошности	Как правило, отсутствие нарушения сплошности грунта	Отсутствие нарушения сплошности грунта
	Как правило, наличие трещин вокруг провальной формы	Как правило, отсутствие трещин вокруг карстопоявления		
	Наличие ослабленной зоны грунтов вокруг карстопоявления			Как правило, отсутствие ослабленной зоны вокруг мульды оседания. Наличие зоны повышенной водопроницаемости и в краевых частях мульды
	Наличие вертикального столба разуплотненных грунтов непосредственно под карстовой формой до поверхности карстующихся пород			Как правило, отсутствие вертикального столба разуплотненных грунтов
Характер проявления в плане	Локальный			Площадной
Форма и размеры в плане, м (d - диаметр, b - наибольший размер, $n=1...10$)	Круглая $d=n(10^0...10^1)$		Круглая $d=n10^1$	$b=n(10^1...10^2)$
Форма по вертикали в момент формирования	С нависающими стенками, цилиндрическая, коническая	как правило, цилиндрическая	Чашеобразная	Блюдцеобразная
Глубина в момент образования	Доли метра - несколько метров	Сантиметры	Как правило, до 1 м	
Контакт по подошве фундамента в момент образования	Отсутствует	Как правило, имеется		
Долговременность проявления	Почти мгновенно, минуты; дальнейшее увеличение размеров до предельного размера в течение нескольких месяцев		Дни, месяцы	Годы, десятки лет
Характер взаимодействия карстовых				

1	2	3	4	5
деформаций с фундаментом во времени t (F - дополнительное воздействие на фундамент в месте карстовой деформации, F_0 - первоначальное воздействие)				

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г.Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов/ Мосгорисполком. – М., 1984. – 14 с.
2. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути в карстоопасных районах/ ЦПИ - 22/1 МПС РФ. – М., 1997. – 31 с.
3. Временная инструкция по контролю за состоянием земляного полотна железнодорожного пути в карстоопасных районах Горьковской ж.д. (Дополнение к «Инструкции по содержанию земляного полотна железнодорожного пути», ЦП/3511). – Н.Новгород, 1995. – 20 с.
4. Методические рекомендации по проектированию бескаркасных жилых зданий в карстовых районах/ НИИСК Госстроя СССР. – Киев, 1986. – 52 с.
5. Основания, фундаменты и подземные сооружения /Справочник проектировщика. – Под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
6. Пособие по проектированию железобетонных ростверков свайных фундаментов под колонны зданий и сооружений (к СНиП 2.03.01-84) /ДНИИпромзданий Госстроя СССР и НИИЖБ Госстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 52 с.
7. 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.
8. Рекомендации по лабораторному физическому моделированию карстовых процессов/ ПНИИИС. – М.: Стройиздат, 1984. – 48 с.
9. Рекомендации по проектированию фундаментов на закарстованных территориях/ НИИОСП. – М., 1985. – 78 с.
10. Рекомендации по использованию инженерно-геологической информации при выборе способов противокарстовой защиты/ ПНИИИС. – М.: Стройиздат, 1987. – 80 с.
11. Рекомендации по защите эксплуатируемых гражданских зданий в карстовых районах/ НИИСК Госстроя СССР. – Киев, 1989. – 162 с.
12. Рекомендации по закреплению растворами закарстованных грунтов в основании гражданских и промышленных объектов/ НИИОСП. – М., 1985. – 28 с.
13. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста/ ПНИИИС. – М., 1995. – 167 с.
14. Руководство по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа. / НИИОСП им. Н.М.Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1984. – 263 с.

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Количество	Стоимость, руб.
1	Исследование состояния оборудования	шт.	1	10000
2	Монтаж оборудования	шт.	1	15000
3	Программирование оборудования	шт.	1	20000
4	Настройка оборудования	шт.	1	15000
5	Тестирование оборудования	шт.	1	10000
6	Обучение персонала	шт.	1	5000
7	Поставка расходных материалов	шт.	1	10000
8	Поставка комплектующих	шт.	1	10000
9	Поставка документации	шт.	1	5000
10	Поставка инструментов	шт.	1	5000
11	Поставка запчастей	шт.	1	5000
12	Поставка кабелей	шт.	1	5000
13	Поставка крепежа	шт.	1	5000
14	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
15	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
16	Поставка документации	шт.	1	5000
17	Поставка инструментов	шт.	1	5000
18	Поставка запчастей	шт.	1	5000
19	Поставка кабелей	шт.	1	5000
20	Поставка крепежа	шт.	1	5000
21	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
22	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
23	Поставка документации	шт.	1	5000
24	Поставка инструментов	шт.	1	5000
25	Поставка запчастей	шт.	1	5000
26	Поставка кабелей	шт.	1	5000
27	Поставка крепежа	шт.	1	5000
28	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
29	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
30	Поставка документации	шт.	1	5000
31	Поставка инструментов	шт.	1	5000
32	Поставка запчастей	шт.	1	5000
33	Поставка кабелей	шт.	1	5000
34	Поставка крепежа	шт.	1	5000
35	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
36	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
37	Поставка документации	шт.	1	5000
38	Поставка инструментов	шт.	1	5000
39	Поставка запчастей	шт.	1	5000
40	Поставка кабелей	шт.	1	5000
41	Поставка крепежа	шт.	1	5000
42	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
43	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
44	Поставка документации	шт.	1	5000
45	Поставка инструментов	шт.	1	5000
46	Поставка запчастей	шт.	1	5000
47	Поставка кабелей	шт.	1	5000
48	Поставка крепежа	шт.	1	5000
49	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
50	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
51	Поставка документации	шт.	1	5000
52	Поставка инструментов	шт.	1	5000
53	Поставка запчастей	шт.	1	5000
54	Поставка кабелей	шт.	1	5000
55	Поставка крепежа	шт.	1	5000
56	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
57	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
58	Поставка документации	шт.	1	5000
59	Поставка инструментов	шт.	1	5000
60	Поставка запчастей	шт.	1	5000
61	Поставка кабелей	шт.	1	5000
62	Поставка крепежа	шт.	1	5000
63	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
64	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
65	Поставка документации	шт.	1	5000
66	Поставка инструментов	шт.	1	5000
67	Поставка запчастей	шт.	1	5000
68	Поставка кабелей	шт.	1	5000
69	Поставка крепежа	шт.	1	5000
70	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
71	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
72	Поставка документации	шт.	1	5000
73	Поставка инструментов	шт.	1	5000
74	Поставка запчастей	шт.	1	5000
75	Поставка кабелей	шт.	1	5000
76	Поставка крепежа	шт.	1	5000
77	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
78	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
79	Поставка документации	шт.	1	5000
80	Поставка инструментов	шт.	1	5000
81	Поставка запчастей	шт.	1	5000
82	Поставка кабелей	шт.	1	5000
83	Поставка крепежа	шт.	1	5000
84	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
85	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
86	Поставка документации	шт.	1	5000
87	Поставка инструментов	шт.	1	5000
88	Поставка запчастей	шт.	1	5000
89	Поставка кабелей	шт.	1	5000
90	Поставка крепежа	шт.	1	5000
91	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
92	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
93	Поставка документации	шт.	1	5000
94	Поставка инструментов	шт.	1	5000
95	Поставка запчастей	шт.	1	5000
96	Поставка кабелей	шт.	1	5000
97	Поставка крепежа	шт.	1	5000
98	Поставка расходных материалов	шт.	1	5000
99	Поставка комплектующих	шт.	1	5000
100	Поставка документации	шт.	1	5000

Лицензия ПД-11-0002 от 15.12.99

Подписано в печать 16.06.2006. Бумага ВХИ.
 Формат 60X90/8. Набор компьютерный.
 Тираж 100 экз. Усл. печ. л. 6,5. Заказ № 501/2006.

Отпечатано на ризографе в отделе Электронных издательских систем
 ОЦНИТ Пермского государственного технического университета
 614000, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к.113, т.(342) 219-80-33