Система нормативных документов в строительстве

Территориальные строительные нормы Нижегородской области

Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области

ТСН 22-308-98 НН

Издание официальное

Администрация Нижегородской области
Комитет архитектуры и градостроительства

Нижний Новгород
1999

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. **РАЗРАБОТАНЫ** Государственным предприятием "Противокарстовая и береговая защита" (к.т.н. В.В. Толмачев - руководитель, Т.А. Балашова, к.т.н. В. Л. Беляев, Б.А. Гантов, к.г.н. Л.Б. Иконников, Ю.В. Киселев, к.г.-м.н. М.В. Леоненко, О.Р. Максимова, Т.В. Мамонова, С. Э. Пидяшенко, В.К. Пичурова, В.Б. Сорокина, И. А. Саваренский, Н. А. Ценева).

2. **ВНЕСЕНЫ** комитетом архитектуры и градостроительства Администрации Нижегородской области.

3. **УТВЕРЖДЕНЫ** и **ВВЕДЕНЫ** в действие Постановлением Губернатора Нижегородской области от 30 августа 1999 г. № 267 с 01 сентября 1999 г.

4. **ИЗДАНЫ** с учетом Постановления Администрации Нижегородской области от 04 января 1996 г. № 2.

© Администрация Нижегородской области, 1999
© Госпредприятие "Противокарстовая и береговая защита", 1999

Настоящий нормативный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения комитета архитектуры и градостроительства Администрации Нижегородской области.

Введение

В Нижегородской области карстовые процессы существенно осложняют строительство и эксплуатацию зданий и сооружений. Закарстованные территории занимают около одной четверти общей площади области. Вследствие карстовых деформаций в Нижегородской области произошло несколько крупных аварий. Анализ их причин показал, что во всех случаях были допущены принципиальные ошибки на различных стадиях: выборе площадки, инженерных изысканиях, проектировании, строительстве или эксплуатации сооружений. Большая часть этих ошибок была связана с недостаточным знанием как природы карстового процесса вообще, так и специфики природно-техногенных условий Нижегородской области и соответствующих им способов противокарстовой защиты. В настоящее время в стране отсутствуют единые специальные нормы проектирования зданий и сооружений в карстовых районах. Они фрагментарно излагаются в различных СНиП, что нередко затрудняет специалистам организовывать комплексный подход по защите сооружений от негативного влияния карстового процесса на всех стадиях существования сооружений. Настоящее ТСН позволяют в определенной мере снять этот недостаток. Они конкретизируют отдельные требования общегосударственных СНиП и Сводов правил (СП) с учетом накопленного опыта строительного освоения закарстованных территорий в Нижегородской области, а также в других регионах страны и СНГ. При подготовке ТСН учтен также опыт некоторых зарубежных стран.

Настоящие нормы в Нижегородской области подготовлены впервые. В дальнейшем предполагается их доработка с учетом возникающих новых потребностей практики и последних достижений науки. Замечания и предложения следует направлять в Госпредприятие "Противокарстовая и береговая защита" (606023, Нижегородская область, Дзержинск, ул. Маяковского, 33, тел.-факс 259801, доп. факс 331136, e-mail: karst@kis.ru). Представительство предприятия в Интернете: http//www.kis.ru/~karst.

Территориальные строительные нормы Нижегородской области

Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области

Дата введения 1999

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие территориальные строительные нормы устанавливают основные требования к проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области для всех видов зданий и сооружений, за исключением гидротехнических сооружений (прудов, плотин, каналов и т.п.), сооружений горнодобывающей промышленности (карьеров, штолен, шахт и т. п.), подземных промышленных производств и подземного захоронения токсичных промотходов.

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 Нижегородской области.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О КАРСТЕ И ОСОБЕННОСТЯХ ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1. Карст представляет собой совокупность геологических, гидрогеологических и (или) техногенных процессов и явлений, обусловленных растворением скальных или полускальных горных пород, в результате которых происходят изменения структуры и состояния этих и выше лежащих пород, образование каверн, полостей, трещиноватых, разуплотненных зон и связанных с ними деформаций земной поверхности и оснований сооружений (провалы, оседания и др.). Термин "КАРСТ" во множественном числе не употребляется.

2.2. Проблемами строительства и эксплуатации сооружений на закарстованных территориях занимается инженерное карстоведение – прикладная наука, находящаяся на стыке карстоведения и практики строительства (эксплуатации сооружений). Основные термины и понятия инженерного карстоведения применительно к условиям Нижегородской области приведены в приложении 1.

2.3. В Нижегородской области растворимыми (карстующимися) породами являются карбонатные (известняки, доломиты) и сульфатные (гипсы, ангидриты) породы. В первом случае карст называется карбонатным, во втором - сульфатным. В том случае, когда карстующимися породами являются одновременно как карбонатные, так и сульфатные породы, карст относится к карбонатно-сульфатному типу.

2.4. На территории Нижегородской области названные карстующиеся породы залегают на глубинах, как правило, до 70-75 м в основном южнее реки Волги. Вследствие этого карст на земной поверхности и в основании сооружений проявляется преимущественно в центральной, юго-западной и западной частях Нижегородской области, что указано на Схеме развития опасных карстово-суффозионных процессов (приложение 2).

2.5. Карбонатный карст распространен преимущественно на юге области (районы Первомайский, Дивеевский, Вознесенский, г. Саров и др.). В остальной части закарстован-

---

Издание официальное

ной территории области распространен карбонатно-сульфатный карст (г. Дзержинск, заречная часть г. Нижнего Новгорода, Павловский, Арзамасский районы и др.). Гипсовый карст (в чистом виде) имеет ограниченное распространение (встречается в г.г. Дзержинске, Павлово и др.) Общая площадь закарстованных территорий в Нижегородской области составляет около 20 000 кв.км (27 % от всей площади области).

2.6. Вследствие неравномерной активности карста и разной мощности покровных отложений, карстовые проявления на поверхности земли (воронки, провалы, карстовые озера, котловины и т.д.) встречаются на площади примерно 13 тыс. кв.км. При этом проявления карста тяготеют к речным долинам и пониженным участкам водоразделов. По этой причине они преимущественно распространены по правобережью реки Волги (на участке Балахна - Нижний Новгород), в бассейнах рек Оки, Теши, Сережи, Кудьмы, Пьяны, Алатыря и других более мелких рек этой части Нижегородской области.

В таблице 2.1 в алфавитном порядке перечисляются районы и города области, характеризующиеся наличием закарстованных территорий.

Таблица 2.1

№№ п/п	Районы области и города областного подчинения	% закарстованных территорий к площади района
1	2	3
1.	Ардатовский	65
2.	Арзамасский	90
3.	Балахнинский	60
4.	Богородский	55
5.	Большеболдинский	7
6.	Бутурлинский	60
7.	Вадский	85
8.	Вачский	35
9.	Вознесенский	10
10.	Володарский	85
11.	Выксунский	15
12.	Гагинский	50
13.	Дивеевский	20
14.	Кстовский	2
15.	Кулебакский	30
16.	Лукояновский	55
17.	Навашинский	80
18.	Павловский	75
19.	Первомайский	50
20.	Перевозский	50
21.	Починковский	15
22.	Сергачский	20
23.	Сосновский	65
24.	Чкаловский	15
25.	Шатковский	75
26.	г. Арзамас	35
27.	г. Дзержинск	100
28.	г. Н. Новгород	25
29.	г. Саров (Арзамас-16)	40

В приложении 3 приведен Перечень административно-территориальных единиц, расположенных на закарстованной территории Нижегородской области, где необходимо учитывать негативное влияние карста при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

2.7. По материалам геолого-гидрогеологической съемки ГГП "Волгагеология" в Борском, Балахнинском, Чкаловском, Городецком и Ковернинском районах Нижегородской области выявлены участки с проявлением карстово-суффозионных процессов, приуроченных к погребенной глубоковрезанной долине р. Волги и зафиксированных на больших глубинах. Эти проявления не оказывают влияние на проектирование, строительство и эксплуатацию зданий и сооружений. Лишь при проектировании полигонов подземного захоронения токсичных промотходов, подземных промышленных производств, крупных гидротехнических сооружений, следует проводить специальные инженерные изыскания с учетом глубинных карстово-суффозионных проявлений.

2.8. Скорость растворения карстующихся пород зависит от растворимости пород, агрессивности и скорости потока подземных вод, степени трещиноватости пород и других факторов. Растворимость карбонатных пород в сотни раз меньше (при прочих равных условиях) растворимости сульфатных пород. Скорость растворения карбонатных пород в природных условиях имеет весьма низкое значение (доли миллиметров - миллиметры в год на поверхности растворения). Поэтому можно считать, что имеющиеся карстовые полости, обнаруженные в результате изысканий, создавались за счет растворения пород, как правило, за геологически длительное время. Карстовые же полости, обнаруженные в сульфатных породах, могут развиться за счет растворения до критически опасных размеров в пределах расчетного срока службы сооружений. Наиболее активно процессы растворения протекают на границе залегания карбонатных и сульфатных пород.

При наличии суффозионных процессов вынос мелкодисперсного материала из трещин и полостей за счет изменения гидродинамических условий также приводит к увеличению размеров пустотного пространства.

2.9. В ряде случаев при техногенных воздействиях, таких как утечки хозяйственных вод, насыщенных кислотами, органическими веществами и др., загрязнение подземных вод в зонах расположения свалок, искусственное увеличение скоростей фильтрации вод и т.д., скорость растворения сульфатных и карбонатных пород может увеличиться в несколько раз.

2.10. В зависимости от расположения карстующихся пород относительно земной поверхности карст подразделяется на два типа:

О т к р ы т ы й карст. Карстующиеся породы выходят на дневную поверхность или покрыты лишь почвенно-растительным слоем.

П о к р ы т ы й карст. Над карстующимися породами залегают некарстующиеся породы: пески, глины, суглинки и т.д.

В Нижегородской области преобладает покрытый карст. Открытый карст имеет лишь островное расположение (например, Ичалковский бор в Перевозском районе, окрестности оз. Родионово в Сосновском районе).

2.11. Глубина залегания карстующихся пород в условиях покрытого карста варьирует в широких пределах. Чем больше глубина залегания карстующихся пород, тем больше трудностей при проведении изысканий и осуществлении противокарстовой защиты. При проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений всегда следует отмечать глубину залегания карстующихся пород относительно активной зоны оснований сооружений, так как методы оценки карстовой опасности и способы противокарстовой защиты будут принципиально отличаться в условиях, когда карстующиеся породы залегают:

- в пределах сжимаемой зоны оснований сооружений,
- за пределами сжимаемой зоны.

2.12. В зависимости от степени водопроницаемости грунтов покровной толщи различают следующие подтипы покрытого карста:

А. Карстующиеся породы покрыты водонепроницаемыми грунтами.

Б. Карстующиеся породы покрыты водопроницаемыми грунтами.

В. Карстующиеся породы покрыты слоями водопроницаемых и водонепроницаемых грунтов.

В случае Б, а также нередко в случае В, может происходить вынос песчано-глинистых грунтов (суффозия) в нижерасположенные полости и трещины. Такой процесс принято называть карстово-суффозионным. В Нижегородской области этот процесс распространен на закарстованных участках в г.г. Нижнем Новгороде, Дзержинске, Арзамасе и др. (примерно на 15% закарстованной территории области).

Отличительной чертой карстово-суффозионного процесса является то, что он чрезвычайно чувствителен к таким техногенным воздействиям, как утечки вод из водонесущих коммуникаций, работа грунтовых водозаборов, вибродинамические воздействия на грунтовое основание и т.д.

2.13. На территории Нижегородской области карст проявляется в виде различных поверхностных и подземных проявлений. К наиболее характерным поверхностным проявлениям карста относятся:

- карстовые провалы;
- локальные оседания;
- оседания;
- карстовые (карстово-суффозионные) просадки.

2.14. К а р с т о в ы е п р о в а л ы - это деформации земной поверхности (основания сооружения), образующееся вследствие обрушения толщи грунтов над полостями, находящимися в карстующихся породах или перекрывающих их грунтах. Карстовым провалам часто предшествуют карстово-суффозионные процессы, когда происходит вынос выше залегающих пород (песков, глин, разрушенных до муки известняков, доломитов) в карстовые полости или трещиноватые зоны с частичным или полным их заполнением.

Карстовые провалы представляют наибольшую опасность для большинства зданий и сооружений в силу следующих особенностей:

- в большинстве случаев провалы образуются практически мгновенно. Иногда образованию провала предшествуют просадки или локальные оседания;

- явные (визуальные) признаки возможного провалообразования чаще всего отсутствуют. Такие признаки появляются в большинстве случаев лишь за несколько минут до образования провала на земной поверхности или в основании сооружения;

- диаметры карстовых провалов на закарстованных территориях Нижегородской области колеблются в широких пределах (от 0,5 до 50 м и более), а глубины достигают, как правило, нескольких метров. При этом диаметры увеличиваются во времени, особенно быстро в песчаных грунтах в первоначальный период после образования провалов;

- нередко на месте ранее образовавшихся провалов или непосредственно вблизи них образуются повторные провалы;

- на месте ранее образовавшихся провалов (карстовых воронок) или вблизи них существует зона разуплотненных пород, которая под действием статических нагрузок и динамических воздействий может быть подвержена периодическим просадкам. Эта зона является зоной повышенной водопроницаемости и фильтрации атмосферных, поверхностных и технических вод.

2.15 К а р с т о в ы е л о к а л ь н ы е о с е д а н и я - достаточно плавные деформации земной поверхности (основания сооружений) без разрыва или с частичным разрывом сплошности грунта с образованием постепенно растущей впадины. Локальные оседания связаны с прогибом толщи грунтов над полостями и разуплотненными зонами в покровной толще.

Локальные оседания в Нижегородской области также, как и карстовые провалы, представляют серьезную опасность, хотя и несколько меньшую, чем карстовые провалы, в силу следующих их особенностей:

- вертикальная скорость оседания грунта может достигать нескольких сантиметров в сутки;

- время формирования локального оседания может изменяться от нескольких дней до нескольких месяцев;

- конечные диаметры локальных оседаний, как правило, составляют несколько десятков метров, а глубина - до 1м;

- в зоне локальных оседаний существуют также значительные горизонтальные деформации.

2.16. К а р с т о в ы е о с е д а н и я - плавные деформации земной поверхности без разрыва сплошности в виде мульды больших размеров в плане, связанные с интенсивным поверхностным и (или) объемным растворением карстующихся пород, а также с суффозионным выносом частиц песчаных грунтов в закарстованную толщу пород. Карстовые оседания в большинстве случаев представляют значительно меньшую опасность для зданий и сооружений в сравнении с провалами и локальными оседаниями.

Характерными особенностями карстовых оседаний являются следующие:

- формирование мульды оседания продолжается более или менее постоянно в течение длительного времени (годы - десятки лет);

- скорость оседания на разных участках мульды неравномерна и может составлять от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров в год. Имеются периоды оживления и затухания оседания;

- размеры мульды оседания могут достигать нескольких сотен метров;

- в краевых частях мульды оседаний, связанных с интенсивным растворением карстующихся пород и прогибом покровной толщи, формируются зоны разуплотненных с поверхности грунтов, благодаря которым облегчается инфильтрация поверхностных и атмосферных вод в грунт, что увеличивает вероятность карстово-суффозионных провалов;

- в зоне оседаний помимо вертикальных деформаций имеются и горизонтальные деформации.

2.17. К а р с т о в ы е (карстово-суффозионные) п р о с а д к и. Характерными особенностями их являются следующие:

- как и провалы, карстовые просадки образуются практически мгновенно;

- диаметры просадок в плане, как правило, составляют не более 3м, а глубина до 0,25м.;

- чаще всего карстовые просадки образуются под действием статических и динамических нагрузок от сооружений и при длительном замачивании грунта;

- карстовые просадки, как правило, не вызывают прогрессирующих разрушений зданий и сооружений. Под их воздействием чаще всегда происходит образование трещин в стенах, перекос конструкций и т.п.;

- в ряде случаев карстовые просадки предшествуют образованию провалов или локальных оседаний.

3. ХАРАКТЕР ОПАСНОСТИ КАРСТА В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.1 Опасность карста в Нижегородской области определяется типами карста, разнообразными его проявлениями (поверхностными и подземными), а также типом, уровнем ответственности и конструктивными особенностями зданий и сооружений.

Аварии и повреждения сооружений на закарстованных территориях в Нижегородской области по их последствиям классифицируются следующим образом:

1 - катастрофические разрушения (потеря общей устойчивости сооружения или основных несущих конструкций, приводящая к гибели людей или недопустимому заражению окружающей среды вредными химическими и радиоактивными веществами, пожарам и взрывам);

2 - частичные разрушения и повреждения, приводящие к временному прекращению нормальной эксплуатации сооружений или интенсивному загрязнению окружающей среды;

3 - повреждения, приводящие к существенному затруднению нормальной эксплуатации сооружений;

4 - повреждения, которые могут при определенных условиях привести к временному затруднению нормальной эксплуатации сооружения;

5 - повреждения, практически не приводящие к затруднению нормальной эксплуатации сооружения.

Характер опасности карста для различных типов сооружений и возможные последствия от воздействия карстовых процессов на сооружения представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

№№ п/п	Типы сооружений	Наиболее характерная опасность карста	Наиболее вероятные последствия
1	2	3	4
1	Бескаркасные здания	1. Существенные повреждения вследствие образования карстовых провалов или локальных оседаний с пролетами более 3 м 2. Образование трещин в ограждающих конструкциях вследствие образования провалов до 3 м, карстовых просадок и неравномерной сжимаемости грунтов основания при расположении карстующихся пород в сжимаемой зоне основания	1 - 3 3 - 5
2	Здания каркасного типа с отдельно стоящими фундаментами	1. Разрушение несущих конструкций вследствие образования карстовых провалов или локальных оседаний любых размеров 2. Образование деформаций элементов каркаса вследствие карстовых просадок и оседаний	1 - 2 3 - 4
3	Высотные здания башенного типа, высокие дымовые трубы, ретрансляционные мачты, мачты ЛЭП и т.д.	Потеря общей устойчивости или образование недопустимых кренов при образовании провалов и локальных оседаний любых размеров, неравномерной сжимаемости грунтов основания при наличии карстующихся пород в сжимаемой зоне	1 - 2

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4
4	Магистральные железные дороги	Разрушение земляного полотна и верхнего строения пути вследствие карстовых провалов, локальных оседаний и карстовых просадок непосредственно при движении поездов	1 - 2
5	Мосты и путепроводы на железных и автомобильных дорогах	Потеря общей устойчивости опор при образовании провалов, локальных оседаний и карстовых просадок любых размеров	1
6	Автомобильные дороги	1. Разрушение земляного полотна и дорожной конструкции при образовании провалов и локальных оседаний 2. Повреждения дорожной конструкции при образовании карстовых просадок	2 - 3 3 - 4
7	Магистральные трубопроводы	1. Возможное разрушение конструкций трубопроводов вследствие образования провалов и локальных оседаний диаметром более 5 м. 2. Повреждение конструкций трубопроводов карстовыми оседаниями	1 - 2 1 - 3
8	Метрополитен	1. Разрушение обделки тоннелей и верхнего строения пути вследствие провалов и локальных оседаний любых размеров. 2. Повреждение обделки тоннеля и верхнего строения пути вследствие карстовых просадок и оседаний	1 - 2 3 - 4
9	Взлетные полосы аэродромов	1. Повреждение конструкций полос вследствие провалов, локальных оседаний и карстовых просадок любых размеров. 2. Повреждение конструкций полос вследствие оседаний. 3. Активизация карстово-суффозионных процессов при повреждении водоотводных сооружений.	1 - 3 3 - 5 4

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4
10	Подземные водонесущие коммуникации	1. Разрушение труб вследствие провалов, локальных оседаний 2. Регулярные утечки воды из коммуникаций вследствие карстовых просадок и оседаний. Активизация карстово-суффозионных процессов на прилегающих территориях	2 - 4 3 - 5
11	Грунтовые водозаборы	Резкая активизация карстовых и карстово-суффозионных процессов на обширной территории (в зоне депрессионной воронки)	2 - 4
12	Полигоны захоронения промышленных и бытовых отходов	1. Разрушение защитных конструкций и, как следствие, чрезвычайно интенсивное загрязнение грунтов и подземных вод на больших глубинах и на значительные расстояния от мест захоронения вследствие образования провалов, локальных оседаний и при расположении полигонов в карстовых воронках. 2. Интенсивное загрязнение геологической среды в местах возможных оседаний.	1 - 2 3 - 4

4. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

4.1. При хозяйственном освоении закарстованных территорий следует учитывать следующие геоэкологические аспекты:

I. Карстовый и особенно карстово-суффозионный процессы в значительной мере чувствительны к различным техногенным воздействиям.

II. В карстовых районах более интенсивно, чем в других районах (при прочих равных условиях), происходит загрязнение геологической среды.

III.В случае расположения на закарстованной территории экологически опасных объектов возможно возникновение экологических катастроф и бедствий.

4.2. Первый аспект.

Анализ практики хозяйственного освоения закарстованных территорий в Нижегородской области показал, что интенсивность карстового и карстово-суффозионного процессов при техногенных воздействиях изменяется в той или иной степени за счет следующих факторов:

- изменение скорости растворения карстующихся пород;
- повышение скорости подземной эрозии (вынос заполнителя из карстовых полостей и трещиноватых зон);
- повышение нагрузки на кровлю полостей;
- создание условий для развития процессов суффозии или ее ускорения;
- создание условий для возникновения разжижения водонасыщенных песков;
- изменение физико-механических характеристик грунтов.

Техногенные воздействия, активизирующие карстовый и карстово-суффозионный процессы, различаются по характеру, площади и времени воздействия:

4.2.1. По характеру воздействия:

– увеличение статических напряжений в грунте;

– передача динамических (вибродинамических) воздействий на грунт;

– изменение уровня надкарстовых вод;

– изменение уровня, в т.ч. пьезометрического, трещинно-карстовых вод;

– увеличение скоростей движения подземных вод;

– изменение химического состава подземных вод;

– изменение температуры подземных вод;

– изменение физико-механических характеристик грунтов вследствие химического загрязнения;

– нарушение водоупорных слоев грунта.

4.2.2. По площади воздействия:

– в пределах района, города (несколько квадратных километров);

– в пределах микрорайона, промпредприятия (гектары, кв.км.);

– в пределах одного сооружения или нескольких сооружений (сотни квадратных метров, гектары).

4.2.3. По времени воздействия:

– практически постоянные (продолжительность воздействия соизмерима со сроком службы сооружения);

– долговременные (продолжительностью от одного года до нескольких лет);

– краткосрочные (продолжительностью до одного года).

4.2.4. По периоду воздействия:

– в период изысканий (например, бурение скважин);

– в период строительства сооружения (например, забивка свай);

– в период эксплуатации сооружения (например, утечка воды из коммуникаций).

4.2.5. Один и тот же вид хозяйственной деятельности может по разному влиять на карстовый процесс. Применительно к конкретным инженерно-геологическим и хозяйственным условиям необходимо проводить специальный (хотя бы на качественном уровне) анализ влияния конкретных техногенных воздействий на активизацию карстового или карстово-суффозионного процесса. Наиболее характерными видами техногенных воздействий, влияющих на активизацию карстовых процессов в Нижегородской области, являются следующие:

- дополнительное статическое давление на грунт от сооружений;
- утечки воды из водонесущих коммуникаций, в том числе химически загрязненной и повышенной температуры;
- откачки надкарстовых или трещинно-карстовых вод;
- горные работы с водоотливом;
- строительство и эксплуатация подземных сооружений с дренированием подземных вод;
- создание и эксплуатация искусственных водохранилищ, водоемов и водотоков;
- намыв искусственных террас, стройплощадок, устройство насыпей и т.д.;
- орошение земель;
- систематические вибродинамические воздействия на грунт;
- взрывные работы;
- забивка или вибропогружение свай;
- бурение скважин;
- тампонаж карстовых полостей, устройство противофильтрационных завес.

4.3. Второй аспект.

Наиболее интенсивное загрязнение среды происходит на территории промпредприятий, на участках нефтехранилищ, автозаправочных станций и, особенно, в зонах расположения полигонов складирования промышленных и бытовых отходов.

Повышенная интенсивность загрязнения геологической среды на закарстованных территориях при складировании промышленных и бытовых отходов объясняется следующими причинами:

4.3.1. Существует определенная вероятность образования внезапных провалов с быстрым сдвижением некоторого объема массива горных пород на значительную глубину. При этом провалы в условиях свалки своевременно могут быть не замечены. Это приводит к разрушению защитных конструкций и быстрому проникновению вредных веществ на большую глубину в массиве горных пород.

4.3.2. На отдельных участках может происходить длительное медленное оседание земной поверхности с образованием мульд размером до нескольких сот метров. Эти деформации непременно вызовут появление трещин в защитных конструкциях полигонов и потерю их функционального назначения.

4.3.3. Зоны древних карстовых воронок и краевые зоны мульд оседания отличаются повышенной водопроницаемостью, способствующей интенсификации поступления загрязнения в глубь геологического массива. В связи с этим особую опасность для окружающей среды представляют свалки, устроенные в карстовых воронках и мульдах оседания. При этом происходит быстрое загрязнение грунтовых и трещинно-карстовых вод.

4.3.4. Многократно возрастает опасность от складирования в воронки отходов химических производств, которые с одной стороны, загрязняют подземные воды, а с другой стороны, испаряясь, могут концентрироваться в атмосфере карстовой полости, а затем проникать на поверхность. Испарения могут быть высоко токсичными и взрывоопасными.

4.3.5. Стихийные свалки, образованные в карстовых воронках, со временем засыпаются грунтом, а в дальнейшем используются для застройки, часто являясь основанием зданий и сооружений, со всеми вытекающими отсюда последствиями для безопасности и здоровья людей.

4.3.6. При наличии в геологическом разрезе слоев песчаных водонасыщенных грунтов карст осложняется суффозионными процессами сдвижения или истечения водонасыщенных грунтов в полости и трещины. В условиях свалок это сопровождается значительным увеличением объема и скорости загрязнения массива.

4.3.7. Движение подземных вод в толще карстующихся пород концентрируется по трещиноватым зонам, карстовым каналам и полостям, которые часто используются именно как источники водоснабжения. Это может привести к загрязнению питьевых вод в местах, даже значительно удаленных от источников загрязнения. Учет этого обстоятельства требует разработки специального контроля за загрязнением подземных вод, отличного от такого контроля на незакарстованных территориях.

4.3.8. Под действием растворов-загрязнителей происходит изменение структуры грунтов, вызванное процессами набухания (физико-химического и химического), усадки и выщелачивания, что ведет к резкому снижению несущей способности грунтов. В ряде случаев грунты приходят в плывунное состояние.

4.4. Третий аспект.

Карстовые провалы и локальные оседания, вследствие их внезапности, относительно больших их размеров в плане и по глубине, а также трудности прогнозирования их образования в большинстве случаев имеют разрушительный характер для зданий и сооружений, имеющих недостаточную противокарстовую защиту. Поэтому при расположении на закарстованных территориях потенциально экологически опасных объектов (производства с использованием радиоактивных веществ, химические предприятия, газо-нефтепроводы, железные дороги и т.д.) вероятность возникновения экологических катастроф и бедствий в значительной степени увеличивается. Это обстоятельство следует учитывать на всех стадиях эксплуатации зданий и сооружений.

4.4.1. Выбор площадок для размещения потенциально экологически опасных объектов должен быть проведен особенно тщательно. Как правило, такие объекты должны располагаться на территориях вне зон отрицательного влияния карстовых процессов.

4.4.2. При необходимости размещения экологически опасных объектов на закарстованных территориях, объем и характер специальных инженерных изысканий должен обеспечить пространственный и временной прогноз проявления карста в основании сооружений с учетом предполагаемых техногенных воздействий. В этом случае при проектировании объекта должен быть намечен комплекс противокарстовой защиты капитального и эксплуатационного характера, обеспечивающий практически абсолютную надежность сооружений и технологического оборудования при воздействии карстовых деформаций.

4.4.3. Технология строительства потенциально экологически опасных объектов должна быть такова, чтобы не вызвать активизации карстовых и карстово-суффозионных процессов при строительстве (особенно в период работ нулевого цикла).

4.4.4. Условием надежной эксплуатации потенциально экологически опасных объектов на карстоопасной территории должно быть проведение регулярного объектного карстологического мониторинга с целью обеспечения краткосрочных (несколько месяцев - год) и оперативных (дни - часы) прогнозов реальной карстовой опасности, обеспечивающих руководство объекта данными для принятия мер по недопущению экологических катастроф или бедствий при воздействии карстовых деформаций.

5. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

5.1. Общие положения

5.1.1. Перед началом инженерно-геологических изысканий на закарстованных территориях Нижегородской области следует определиться с региональным положением изучаемой территории по Схеме развития опасных карстово-суффозионных процессов Нижегородской области, Перечню административно-территориальных единиц, расположенных на закарстованной территории, и типом геологического разреза на изучаемой территории (приложения 2, 3, 4).

5.1.2. Закарстованные территории характеризуются особыми природными условиями. При изысканиях на этих территориях необходимо руководствоваться нормативными и методическими документами, приведенными в приложении 5.

5.1.3. Инженерные изыскания на закарстованных территориях для целей строительства и эксплуатации зданий и сооружений требуют специальных знаний в области инженерного карстоведения, инженерной геологии, гидрогеологии, геофизики, фундаментостроения, теории сооружений и других видов инженерно-строительной деятельности. Эти изыскания должны включать геологический и геоморфологический анализы района проектирования, включая интерпретацию космо- и аэрофотоснимков, геофизические и лабораторные исследования, бурение скважин и т.д. Поэтому для проведения инженерных изысканий с целью оценки (прогноза) карстовой опасности и определения способов и параметров противокарстовой защиты, необходимо привлекать организации, которые имеют в своем составе соответствующих специалистов, необходимое оборудование и лицензии на проведение инженерно-геологических изысканий в сложных природных условиях (Постановление правительства РФ № 1418 от 24.12.1994 г. и № 351 от 25.03.1996 г.), разрешающие этим организациям проводить изыскания на закарстованных территориях.

5.1.4. При проведении изысканий на закарстованных территориях не разрешается привлекать организации и частных лиц, использующих в своих работах способы,

базирующиеся на субъективных оценках развития карста (экстрасенсорика, лозоходство и т.д.).

5.2. Инженерно-геологические условия развития карста.

5.2.1. В пределах Нижегородской области с учетом геологического строения выделяются следующие условные типы развития карста, определяемые, в основном, типами геологического разреза, условно названными как: Дзержинско-Нижегородский, Арзамасско-Павловский и Выксунско-Первомайский. Ниже приводится краткая характеристика выделенных типов разрезов.

5.2.2. *Дзержинско - Нижегородский тип разреза* (приложение 4, лист 1).

Особенностью данного типа разреза является приуроченность карста к долинам рек Оки и Волги, где с поверхности земли присутствует мощная толща песчаных четвертичных и плиоценовых отложений, подстилаемая верхнепермскими глинистыми породами татарского яруса или залегающая непосредственно на карстующихся карбонатных породах казанского яруса верхней перми или сульфатных породах сакмарского яруса нижней перми. Карст - преимущественно карбонатно-сульфатный, реже только карбонатный или сульфатный.

Развитие карста в данном районе тесно связано с проявлением неотектоники. В этом районе отмечается повышенное залегание растворимых пермских отложений казанского и сакмарского яруса, приуроченных к Дзержинской зоне поднятий. Новейшие движения обновляют системы трещиноватости и создают условия растяжения в части линейных и площадных структур.

В определенные моменты формирования древних долин рек Оки и Волги базис эрозии понижался, русла рек заглублялись в коренные породы пермского возраста, где с наличием трещиноватости и растворимых пород создавались предпосылки для развития карста. Наибольшая закарстованность приурочена к участкам сильнорасчлененного рельефа кровли карстующихся пород в пределах долин Пра-Клязьма- Пра-Волга и приустьевой части Пра-Оки.

Покровная толща представлена преимущественно четвертичными аллювиальными разнозернистыми песками, при этом крупность песка увеличивается с глубиной. Местами в песках встречаются прослои супеси, суглинка (aQ_{II-IV}). Мощность песчаных отложений изменяется от 14 м до 80 м.

Подстилаются песчаные отложения породами татарского яруса верхней перми (P_2t). Представлены они, в основном, глинами мергелистыми и алевритистыми с прослоями алевролитов, от слабо сцементированных до крепких; алевритов, реже песков полимиктовых. Глины - твердые, полутвердые, как правило, трещиноватые. Местами по трещинам встречается вторичный гипс. Прослои гипса в глинах часто выщелочены, в результате чего в них встречаются каверны и трещины. Как правило, толща литологически не выдержана по простиранию и в разрезе, нередко полностью размыта. Мощность отложений татарского яруса верхней перми различная и изменяется, как правило, от 0 до 40 м.

Казанский ярус верхней перми (P_2kz) представлен известняками и доломитами. Породы большей частью средне- и сильнотрещиноватые, местами разрушены до щебня, дресвы, известково-доломитовой муки, сильнозакарстованные. На отдельных участках они полностью уничтожены карстовым процессом. В интервале их залегания отмечаются полости высотой до 10 м, как незаполненные, так и заполненные целиком или частично привнесенным и обрушенным материалом. Мощность отложений изменяется от 0 до 25 м. Следует отметить, что данные породы вследствие их значительной трещиноватости наиболее подвержены карстовому процессу, несмотря на то, что скорость растворения их крайне мала. Однако при техногенном химическом загрязнении подземных вод, в том числе органическими соединениями, скорость растворения карбонатных пород увеличивается в

десятки и сотни раз. Растворение карбонатных пород может происходить по разному, а именно:

– выборочное растворение - растворение внутри толщи пород по поверхностям наслоения с формированием субгоризонтальных полостей в толще пород или по трещинам с образованием субвертикальных пустот;

– поверхностное растворение – растворение поверхности карстующихся пород с формированием понижений (мульд) в кровле карбонатов;

– растворение всего массива карстующихся пород в целом с формированием разрушенной толщи пород до состояния щебня и карбонатной муки.

Гипсы и ангидриты сакмарского яруса нижней перми (P_1s) залегают на глубинах от 20 до 80 м. Эти породы подвержены растворению во много раз превышающей скорость растворения карбонатных пород. Характерной особенностью такого растворения является зависимость скорости растворения от скорости движения воды. Как правило, растворение сульфатных пород происходит выборочно с образованием полостей и (или) с формированием понижений на поверхности пород. При данном типе геологического разреза отмечено, что наибольшая активность карста проявляется на участках совместного залегания известняков и гипсов при отсутствии или же небольшой мощности (до 10 м) перекрывающих глинистых пород татарского яруса верхней перми.

Грунтовые воды, приуроченные к четвертичным песчаным отложениям, как правило пресные, являются агрессивными по отношению к карбонатным и сульфатным породам. Грунтовые воды аллювиальных отложений имеют гидравлическую связь с трещинно-карстовыми водами пермских отложений.

На территории развития карста по данному типу разреза встречаются все виды поверхностных карстопроявлений, связанных как с собственно карстовым, так и с карстово-суффозионным процессами. Однако наиболее часты провалы и карстовые просадки.

5.2.3. *Арзамасско-Павловский тип разреза* (приложение 4, лист 2).

В Арзамасско-Павловском типе геологического разреза растворимые карстующиеся породы (известняки, доломиты, гипсы, ангидриты), как правило, залегают относительно близко к земной поверхности. Реже встречаются участки, где карстующиеся породы залегают на глубине до 60 м. В большинстве случаев карстующиеся породы перекрыты глинистыми грунтами четвертичного и пермского возраста. По долинам рек карстующиеся породы залегают непосредственно под четвертичными аллювиальными отложениями, на склонах долин они иногда выходят на поверхность. Преобладает карст карбонатно-сульфатный и реже только карбонатный или сульфатный. Четвертичные отложения представлены элювиально-делювиальными глинистыми грунтами, лессовидными суглинками проблематичного генезиса, флювиогляциальными, а в долинах рек аллювиальными песчано-глинистыми отложениями. Мощность четвертичных отложений изменяется от 0 до 30 м.

Ниже залегают породы татарского яруса верхней перми, представленные глинами, мергелем, алевролитом. Мощность этих отложений колеблется от 0 до 50 м.

Отложения казанского яруса верхней перми, чаще залегающие под глинами татарского яруса, представлены известняками с прослоями доломитов. Мощность казанских отложений достигает 15 м. На отдельных участках казанские отложения отсутствуют. Для них, как правило, характерно выборочное или объемное растворение. Породы – трещиноваты, часто разрушены до состояния щебня, дресвы, известково-доломитовой муки, местами полностью растворены с образованием полостей различной высоты, заполненных водой или привнесенным материалом. Высота зафиксированных полостей составляет от 0,2 до 3,0 м.

Гипсы и ангидриты, сакмарского яруса нижней перми на контакте с вышележащими отложениями казанского и татарского ярусов верхней перми в данном районе наиболее подвержены процессам растворения с образованием каверн и полостей. Высота полостей изменяется от 0,2 до 7,0 м.

К известнякам и доломитам, а где они отсутствуют, к кровле гипсо-ангидритовой толщи приурочен напорный водоносный горизонт, водоупором для которого является монолитная часть гипсо-ангидритовой толщи.

Из поверхностных карстопроявлений наиболее распространены провалы.

5.2.4. *Выксунско-Первомайский тип разреза* (приложение 4, лист 3)

Выксунско-Первомайский тип разреза характеризуется развитием карбонатного карста в породах казанского яруса верхней перми и в отложениях каменноугольной системы, которые имеют распространение в южной части Нижегородской области и представлены известняками и доломитами. Карстующиеся карбонатные породы залегают близко к поверхности земли, особенно в склонах долин рек, ручьев и оврагов, где они нередко выходят на дневную поверхность. Для этих пород характерно объемное и выборочное растворение (с образованием глубоких трещин и расчлененного рельефа поверхности карстующихся пород), в результате чего данные породы местами разрушены до состояния известково-доломитовой муки, дресвы, щебня. Вне эрозионной сети карстующиеся породы залегают под четвертичными флювиогляциальными, моренными, делювиальными, чаще песчано-глинистыми отложениями, мощностью до 20 м. Карстующиеся породы как обводнены, так и находятся в зоне аэрации. Часто наблюдаются процессы активизации суффозии под действием техногенного обводнения.

В южной части области под четвертичными отложениями залегают юрские породы, представленные глинами с прослоями песка. Их наличие резко снижает активность карстовых процессов и суффозии.

Наиболее характерными поверхностными карстопроявлениями являются карстовые просадки и неравномерные осадки оснований сооружений. Карстовые провалы происходят намного реже, чем на территориях распространения других типов геологического разреза (приложение 4, лист 1, 2).

5.3. Цели, задачи и методы инженерных изысканий.

5.3.1. Целью инженерных изысканий в районах развития карста является оценка карстовой опасности для строительных объектов и определение условий их проектирования, для чего необходимо установить следующее:

– геоморфологические, геологические, гидрологические и гидрогеологические условия развития карста;

– распространение, характер и интенсивность проявления карста;

– закономерности его развития и формирования карстопроявлений в основании сооружений;

– физико-механические свойства грунтов, обусловленные карстовыми процессами;

– возможность возникновения, характер и вид карстовых деформаций земной поверхности и основания сооружений;

– возможность активизации развития карстовых процессов в результате хозяйственной деятельности.

5.3.2. Основными задачами инженерно-геологических изысканий в районах развития карста Нижегородской области являются:

– оценка развития карста под влиянием природных и техногенных факторов;

– выделение границ различной степени карстоопасности с определением категории устойчивости относительно карстовых деформаций;

– рекомендации по рациональному использованию территорий для строительства и необходимыми противокарстовыми мероприятиями;

– определение параметров противокарстовой защиты.

5.3.3. Инженерно-строительные изыскания на неизученных ранее закарстованных территориях выполняются, как правило, в три стадии для разработки:

– генерального плана города или проекта детальной планировки города, поселка;

– проекта застройки микрорайона, квартала, группы жилых и общественных зданий, промышленных или гражданских объектов;

– рабочей документации под отдельные здания и сооружения.

5.3.4. На закарстованных территориях Нижегородской области, где уже имеется районирование по категориям устойчивости закарстованных территорий относительно карстовых провалов в масштабе 1:50 000 и крупнее, изыскания выполняются в две стадии:

– для разработки ТЭО;

– для разработки рабочей документации.

5.3.5. В состав изысканий входят, как правило, следующие виды работ:

- сбор, анализ и обобщение материалов изысканий прошлых лет, а также сведений по опыту строительства и эксплуатации зданий и сооружений;
- изучение аэрокосмофотоматериалов;
- маршрутные карстологические обследования местности;
- геофизические исследования;
- полевые исследования грунтов;
- буровые работы;
- гидрогеологические исследования;
- лабораторные работы и экспериментальные исследования;
- районирование и микрорайонирование (зонирование) закарстованной территории по характеру и степени карстоопасности;
- разработка рекомендаций по противокарстовой защите.

Для различных стадий состав работ должен обеспечить получение материалов, необходимых и достаточных для разработки проекта.

5.4. Сбор, анализ и обобщение материалов изысканий прошлых лет

5.4.1. Сбор и систематизация фондовых материалов геолого-съемочных работ, материалов инженерно-геологических изысканий прошлых лет, выполняется для всех стадий проектирования. Кроме того, следует изучить материалы по опыту строительства и эксплуатации зданий и сооружений в заданном районе.

5.4.2. При сборе и обобщении материалов необходимо:

– проанализировать крупномасштабную топооснову и произвести сравнение старой топоосновы с современной, с целью выявления новых карстопроявлений;

– собрать данные по бурению скважин любого назначения, зондированию и лабораторным исследованиям грунтов, геофизическим исследованиям, опытным гидрогеологическим работам;

– установить наличие или отсутствие аэрофотосъемки в районе проектирования;

– изучить сведения по деформациям существующих зданий и сооружений;

– проанализировать эффективность осуществленных противокарстовых мероприятий в районе проектирования.

5.4.3. При сборе этих материалов необходимо в максимальной степени использовать архивы организаций и предприятий, указанных в приложении 6.

5.5. Применение аэрокосмофотоматериалов (АКФМ)

5.5.1. При наличии аэрокосмофотоматериалов выполняется их дешифрирование, как правило, на начальных стадиях проектирования новых объектов и для рационального выбора

участка их размещения, с учетом морфоструктурных, структурно-тектонических особенностей строения изучаемой территории, геодинамических условий ее развития, а также техногенных воздействий на геологическую среду. При необходимости АКФМ используются при оценке карстоопасности участков расположения крупных промышленных предприятий и транспортных коммуникаций.

5.5.2. Для получения АКФМ следует обращаться в научно-исследовательский производственный центр «Природа» (г. Москва) и в Верхне-Волжское аэрогеодезическое предприятие (г. Н.Новгород).

5.5.3. Для наиболее объективной информации необходимо, по возможности, использовать весь комплекс АКФМ, включая съемки в видимой и ближней инфракрасной части спектра (многозональная съемка), и инфракрасных лучах (тепловая съемка), имеющихся на данную территорию. Использование разномасштабных АКФМ (космофотоснимки и космофотопланы масштабов 1:1000000-1:50000, аэрофотоснимки и аэрофотопланы масштабов 1:50000-1:10000 и крупнее) позволяет определить положение изучаемой площади в региональном неотектоническом плане.

5.5.4. Для изучения геодинамических и морфодинамических процессов, определяющих тенденцию развития процессов карстообразования, необходимо использовать разновременные материалы космо- и аэрофотосъемок.

5.5.5. Дешифрирование АКФМ следует проводить в комплексе с морфоструктурным, морфометрическим и карстологическим анализом разномасштабных топооснов, после чего при проведении маршрутного карстологического обследования проводится заверка результатов дешифрирования.

5.6. Маршрутное карстологическое обследование местности.

5.6.1. В карстовых районах маршрутное карстологическое обследование местности (инженерно–геологическая рекогносцировка, инженерно-геологическая сьемка)- обязательный вид инженерно-геологических изысканий для всех стадий проектирования, а также для решения специальных задач (разработка мероприятий по защите зданий и сооружений в особо сложных условиях, изыскания для принятия решений по ликвидации аварийных ситуаций, карстологическая паспортизация и т.п.).

5.6.2. Маршрутное карстологическое обследование наряду с обычными инженерно-геологическими задачами должно решать специальные задачи: изучение условий и закономерностей распространения карстопроявлений, их возраста, характера и интенсивности проявления, влияние техногенных воздействий на активизацию карста.

5.6.3. При маршрутном карстологическом обследовании фиксируются:

– геологические, гидрогеологические, почвенно-геоботанические и геоморфологические особенности обследуемой территории;

– проявления карста на земной поверхности (свежие провалы, воронки и т.д.);

– характерные для закарстованных территорий деформации зданий и сооружений;

– гидрологические и гидрогеологические проявления карста – замкнутые водосборы, очаги поглощения поверхностных вод, карстовые источники, карстовые озера и т.д.;

– места техногенных воздействий, их характер, продолжительность и интенсивность.

5.6.4. Дополнительно обследуются водозаборные, гидротехнические, водо-, газо-, нефте- и продуктопроводы и другие сооружения (искусственные водосборники, насыпи, котлованы, свалки) с точки зрения их влияния на развитие карстовых и карстово-суффозионных процессов.

5.6.5. На территории, где проводилось дешифрирование – аэрокосмофотоматериалов, при инженерно-геологической съемке должна быть проведена полевая сверка выявленных карстопроявлений, зон повышенной влажности, линеаментной сети и т.д.

5.6.6. В процессе маршрутных наблюдений ведется полевое описание и картирование всех имеющихся проявлений карста с детальностью, обеспечивающей достаточный объем

исходных данных для их корректной статистической обработки. Описание провалов дополнительно должно включать время образования карстовых деформаций и наблюдения за явлениями в процессе их формирования. При необходимости проводится расчистка воронок с целью определения возраста и установления пространственно-временных закономерностей проявления карста на поверхности.

5.6.7. При инженерно-геологической съемке масштабов 1:25000 и 1:10000 среднее число точек наблюдений на 1 км^2 следует устанавливать с учетом категорий сложности инженерно-геологических условий и масштаба съемки. На участках с количеством карстопроявлений более 50 на 1км^2 съемку следует проводить в укрупненных масштабах (1:5000-1:2000), а на остальной территории – в масштабе съемки. При инженерно-геологической съемке масштаба 1:5000-1:2000 обследование проводится в масштабе съемки. При планировании объемов и стоимости работ по карстологическому обследованию местности предусматривается дополнительное количество точек наблюдений сверх установленных действующими нормами.

5.6.8. При составлении карты фактического материала зафиксированные карстопроявления (как существующие, так и не сохранившиеся) наносятся с учетом масштаба съемки, значимости и характера распределения отдельных форм.

5.7. Геофизические исследования

5.7.1. Геофизические исследования карста в Нижегородской области являются наиболее эффективными и экономичными методами в комплексе инженерных изысканий. Их применение целесообразно при оценке карстовой опасности на эксплуатируемых объектах, а также при проектировании новых зданий и сооружений I и II уровня ответственности. Геофизические работы должны предшествовать полевым опытным работам и бурению скважин.

5.7.2. Целью геофизических исследований является инженерно-геологическое обоснование оценки карстоопасности, в случаях, когда получение информации о развитии карстовых и карстово-суффозионных процессов другими методами запрещено.

5.7.3. Задачи геофизических исследований при инженерно-геологических работах на закарстованных территориях должны соответствовать возможностям методов в конкретных геологических условиях. Наряду с решением общегеологических задач (оценка мощности и литологии покровных и карстующихся отложений, определение уровня грунтовых вод и т.д.) должны решаться и специальные задачи:

а) обнаружение полостей (при благоприятных условиях) и определение их размеров;

б) выявление зон повышенной трещиноватости в карстующихся отложениях;

в) выявление разуплотненных зон в покровной и карстующейся толщах;

г) выявление зон тектонических нарушений;

д) выявление погребенных эрозионных форм различного генезиса;

е) определение минерализации, скорости и направления потока подземных вод;

ж) оценка степени разрушенности карстующихся отложений;

з) изучение изменчивости физико-механических свойств карстующихся и покровных отложений;

5.7.4. Геофизические методы исследований обеспечивают получение достоверной и достаточной для практического использования информации о строении и физических свойствах геологической среды, если одновременно выполняются следующие условия (требования):

– пространственные характеристики и дифференциация физических свойств горных пород и подземных вод достаточны для того, чтобы они могли быть установлены с требуемой точностью применяемыми геофизическими измерительными средствами;

– разработаны и применяются корректные системы наблюдений во внешних и внутренних точках инженерно-геологической среды;

– разработаны и освоены приемы интерпретации результатов измерений на базе решения необходимого и достаточного количества прямых задач геофизики для сложнопостроенных геолого-геофизических сред;

– работы проводятся в границах применимости используемого метода.

5.7.5. Выбор отдельных методов геофизических исследований или их комплекса в составе инженерно-геологических работ, последовательность выполнения зависят от поставленной задачи, стадийности изысканий, инженерно-геологических условий, технико-экономических показателей, вида и уровня ответственности зданий и сооружений.

5.7.6. Комплексирование методов осуществляется исходя из возможностей методов при решении поставленных задач в конкретных инженерно-геологических условиях и экономической целесообразности. Рационально в комплексе следует применять методы, использующие различные физические предпосылки и способствующие снижению уровня неоднозначности решений при их совместной интерпретации. Вид и размеры геофизических установок, шаг сети исследований, точность наблюдений выбирают в соответствии с особенностями геологического строения участка.

5.7.7. Геофизические исследования выполняются планомерно с постепенным охватом всей площади изучения и укрупнением масштаба исследований с последующими детализационными работами на выявленных карстоопасных участках и проведением режимных наблюдений в наиболее опасных и ответственных местах.

По мере выполнения исследований для повышения их информативной и экономической эффективности выполняется экспресс-интерпретация и производится корректировка сети и методов исследований.

5.7.8. Детализационные исследования должны проводиться на участках, в пределах которых обнаружены признаки опасных карстовых и карстово-суффозионных проявлений. При этом должны использоваться как основные, так и вспомогательные геофизические методы, обеспечивающие получение максимального объема информации о пространственных характеристиках карстопроявлений.

5.7.9. Результаты интерпретации геофизических данных представляются в виде геолого-геофизических разрезов и карт, на которых показано положение, форма и размеры выделенных геолого-геофизических элементов со значением физических свойств или геофизических параметров, характеризующих наличие или отсутствие карстопроявлений.

Интерпретация проводится на базе геолого-геофизической модели участка, составленной с учетом известных и прогнозируемых особенностей строения, физических свойств грунтов и процессов, в них протекающих.

Результаты геофизических исследований, по возможности, сопровождаются оценкой инженерно-геологических характеристик горных пород и грунтов в естественном залегании, определенных по значениям физических свойств или геофизических параметров, через теоретические и эмпирические зависимости.

5.7.10. Режимные геофизические наблюдения производятся для определения тенденции и интенсивности развития карстовых и карстово-суффозионных процессов на изучаемых участках, контроля за их развитием во времени и прогноза образования провалов и оседаний. Периодичность наблюдений выбирается в соответствии с установленной или ожидаемой скоростью развития карстово-суффозионных процессов и их проявлений.

Проведение режимных и мониторинговых наблюдений сопровождается статистической обработкой оценочных физических, инженерно-геологических и интерпретационных параметров для определения тенденции их изменения с целью составления кратко- и среднесрочных прогнозов.

5.7.11. При выборе методов геофизических исследований необходимо учитывать их возможности и характеристики, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование метода	Основные инженерно-геологические задачи исследований	Примечание
1	2	3	4
Основные методы			
1	Вертикальное электрическое зондирование методом двух составляющих (ВЭЗ МДС)	Задачи п. 5.7.3 (а, б, в, г, д, ж, з)	Наиболее эффективный метод геофизических исследований
2	Гравиметрия	Задачи п. 5.7.3 (а, б, в, г, д, з)	Выполняется в микрогальном варианте
3	Геофизическое исследование скважин (ГИС)	Задачи п.п.5.7.3 (а, б, е); 5.9.7	Получение параметрических характеристик разреза для уточнения геолого-геофизической интерпретации
4	Сейсморазведка МПВ	Задачи п. 5.7.3 (а, б, в, г, ж, з)	Преимущественно методом преломленных волн (МПВ)
Вспомогательные методы			
5	Межскважинное радиопросвечивание (радиотомография)	Задачи п. 5.7.3	На промышленных площадках под особо ответственными эксплуатируемыми сооружениями переходит в разряд основных методов
6	Метод естественного поля (ЕП)	Выявление очагов разгрузки трещинно-карстовых и поглощения поверхностных вод	Использование в условиях урбанизированных территорий затруднено
7	Вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ), в том числе ВЭЗ ВП (вызванной поляризацией)	Задачи п. 5.7.3 (б, г, д)	Выполняются для исследования геологической среды преимущественно в простых в геоэлектрическом отношении условиях
8	Различные модификации электромагнитного профилирования	Задачи п. 5.7.3 (б, г, д)	То же, что и п.7. Выполняются на участках открытого карста и при неглубоком залегании карстующихся пород

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
9	Резистивиметрия водоемов	Выявление очагов разгрузки трещинно-карстовых и поглощения поверхностных вод	Выполняется совместно с термометрией
10	Метод заряженного тела	Определение скорости и направления движения подземных вод	При неглубоком залегании водоносного горизонта
11	Естественное импульсное электромагнитное поле земли (ЕИЭМПЗ)	Изучение напряженного состояния конструкций сооружений и верхней (приповерхностной) части грунтов	

Примечание: К основным относятся геофизические методы, которые позволяют получить максимальный объем достоверной информации об изучаемой геологической среде при оптимальных затратах средств и времени.

Вспомогательными являются геофизические методы, уточняющие или уменьшающие неоднозначность при решении поставленной задачи исследований основными методами и дающие дополнительную информацию об изучаемых процессах и явлениях.

5.8. Полевые исследования грунтов.

5.8.1. В соответствии с программой инженерно-геологических изысканий выполняются пенетрационно-каротажные исследования, статическое и динамическое зондирование, полевые испытания грунтов в скважинах и горных выработках.

5.8.2. Пенетрационный каротаж - способ исследования грунтов в естественном залегании. Проведении каротажа (радиоактивного, электрического) в процессе зондирования (динамического, статического) позволяет получить количественные характеристики свойств грунтов с достаточной степенью точности и представительности.

5.8.3. Полученные данные используются для выявления и оконтуривания в толще покрывающих пород разуплотненных зон и полостей; погребенных карстовых форм; изучения условий естественного залегания грунтов и подземных вод для уточнения геологического разреза, а также для прогноза наиболее вероятных зон провалообразования.

5.8.4. В ПНИИИСе разработана и апробирована на объектах Нижегородской области методика прогнозирования провальной опасности по результатам вероятностно-статистической обработки данных статического зондирования (В.П. Хоменко. Патент Российской федерации, 1989 г. № 1752869). Выполнение различных видов зондирований позволяет выявить наиболее карстоопасные участки.

5.9. Буровые работы.

5.9.1. На территории интенсивного развития карста, выявленного по результатам маршрутных наблюдений, геофизических исследований, полевых опытных работ, проходка буровых скважин должна осуществляться в первую очередь на ключевых участках площадок, на которых выполнены геофизические исследования.

5.9.2. Основными задачами бурения скважин являются:

– изучение геологического строения на заданной площади;

– изучение гидрогеологических параметров водоносных горизонтов;

–изучение состава, состояния, свойств пород покрывающей толщи, включая выявление и изучение полостей и разуплотненных зон в покрывающих породах;

–изучение состава, состояния и свойств пород карстующейся толщи, их трещиноватости и закарстованности (выявление карстовых полостей, кавернозных и разрушенных зон);

– отбор образцов горных пород и подземных вод на лабораторные исследования.

5.9.3. Проходка скважин при инженерных изысканиях на закарстованных территориях производится механическом способом колонковым или ударным видом бурения. Конструкция и глубина буровых скважин определяется типом геологического разреза и зависит от глубины залегания карстующихся пород и мощности закарстованной зоны. Начальный диаметр скважины на карст должен быть 127 - 168 мм. Скважинами вскрывается вся закарстованная зона с заглублением в монолитные, неизмененные карстовым процессом породы до 5 м. Конечный диаметр бурения должен быть не менее 89 мм.

5.9.4. При бурении четвертичные песчано-глинистые отложения (при 1, 2, 3-ем типах геологического разреза) допускается проходить обсадной колонной сплошным забоем, без отбора керна, с промывкой глинистым раствором. При этом выполняется фиксация скорости проходки, наблюдение за режимом промывки, шламом, цветом промывочной жидкости. Особое внимание следует обращать на случаи провалов и быстрого погружения бурового инструмента и на случаи резкого поглощения промывочной жидкости. Перекрыв обсадной колонной четвертичные песчано-глинистые отложения, ее необходимо углубить в глинистые пермские породы на 0,5 - 1,0 м, а при их отсутствии – в карбонатные или сульфатные породы, но на меньшую глубину, не допуская прихвата башмака колонны. Затем требуется промыть скважину от бурового раствора и шлама чистой водой для последующего замеров уровней и отбора проб воды.

5.9.5. Плотные глинистые породы ($P_2 t$) проходятся с промывкой водой; трещиноватые, алевритистые – с подливом воды в скважину или в сухую. Разрушенная, сильнотрещиноватая зона пермских отложений казанского и сакмарского ярусов проходятся без промывки укороченными рейсами (до 0,5 м) по карбонатной муке, разрушенным до дресвы и щебня известнякам, с фиксацией скорости проходки и обеспечением выхода керна не менее 80 %.

Заполненные и незаполненные полости фиксируются по провалу бурового инструмента. Крепкие гипсы и ангидриты проходятся с промывкой водой с полным отбором керна. Технология проходки скважин должна уточняться по данным опережающих геофизических исследований.

5.9.6. В процессе бурения обязательны гидрогеологические наблюдения, при которых отмечаются:

– интервалы различного характера циркуляции промывочной жидкости (нормальная циркуляция, частичное, большое или полное поглощение);

– глубина появления воды для каждого водоносного горизонта;

– скорость восстановления уровня воды в скважине и установившийся уровень для каждого из интервалов поглощения.

5.9.7. Буровые работы должны сопровождаться комплексом геофизического обследования скважин (ГИС) для получения дополнительной информации об инженерно-геологическом строении и состоянии грунтов.

С помощью ГИС определяют состав и физические свойства грунтов, места водопритоков, скорость и направление потока подземных вод, уточнение положения литологических границ, зон трещиноватости и полостей.

Основной комплекс методов ГИС состоит из электрокаротажа методом кажущихся сопротивлении (КС), гамма-каротажа (ГК), кавернометрии, резистивиметрии и термометрии.

Как вспомогательные методы используются расходометрия, измерение вызванного потенциала (ВП), сейсмоакустический каротаж (АК), нейтрон-нейтронный каротаж (ННК) и гамма-гамма каротаж (ГГК).

5.9.8. На особо ответственных объектах при необходимости для детального расчленения разреза и выявления локальных неоднородностей выполняются межскважинное электромагнитное (радиоволновая томография) или сейсмическое просвечивание.

5.9.9. После окончания работ скважины ликвидируются с помощью тампонажа (интервалов в глинистых породах – глиной; в скальных и полускальных – песчано-цементным раствором).

5.10. Гидрогеологические исследования

5.10.1. К гидрогеологическим исследованиям на закарстованных территориях предъявляются повышенные требования. На изучаемой территории (площадке) для всей толщи покрывающих, карстующихся, а также, насколько это необходимо, подстилающих пород, должны быть установлены все водоносные, водопроницаемые, неводоносные и водоупорные горизонты и зоны, уровни, температура, химический состав, растворяющая способность вод к карстующимся породам.

5.10.2. При необходимости, в соответствии со СНиП и другими нормативными документами, в техническом задании заказчика и программе изысканий предусматриваются дополнительные гидрогеологические задачи: режимные наблюдения (мониторинг); гидрогеологическое моделирование; изучение взаимосвязи между водоносными горизонтами, гидравлическя связь с ближайшими поверхностными водотоками и водоемами, потери из водохранилищ, утечки из водонесущих коммуникаций и емкостей, и т.д.

5.10.3. Опытно-фильтрационные работы (откачки, наливы, нагнетания) производятся по имеющимся методикам для определения коэффициентов фильтрации (водопроводимости), уровнепроводности (пьезопроводности), водоотдачи (водовместимости), удельных и общих дебитов, направления и скорости движения вод, а также коэффициентов сопротивления водоупоров, коэффициентов перетекания, величены перетекания вод, градиентов горизонтальной и вертикальной фильтрации. Проводятся опыты по запуску индикаторов в скважины или в места поглощения вод для определения направления и скорости их движения. При выполнении опытно-фильтрационных работ измеряется температура и отбираются пробы воды на химический анализ.

5.10.4. При выполнении мониторинга на исследуемой территории часть скважин должна обставляться и оборудоваться колоннами труб, фильтрами и оголовками для стационарных наблюдений за уровнями, температурой и химическим составом вод по специальной программе работ.

5.11. Лабораторные работы и экспериментальные исследования

5.11.1. Лабораторные исследования физико-механических свойств грунтов в карстовых районах включают более широкий комплекс работ, чем в обычных условиях.

5.11.2. В необходимых случаях (для определения степени опасности обнаруженных карстовых полостей, выявления механизма провалообразования, в том числе с учетом техногенных воздействий и т.д.) определяются физико-механические характеристики карстующихся пород: плотность, удельный вес, в т.ч. с учетом взвешивающего действия воды, модуль деформации и упругости, предел прочности на одноосное сжатие, растяжение и изгиб, как в монолитном залегании, так и в условиях, приближающихся к природным, с учетом трещиноватости и закарстованности.

5.11.3. Для глинистых, песчаных и крупнообломочных пород выполняются общепринятые лабораторные исследования физико-механических свойств. В случае необходимости проводятся специальные лабораторные исследования, которые используются

не только в обычных целях, но и для решения специфических задач: оценке гидрогеологических условий развития карста, определение суффозионных свойств, выноса заполнителя из карстовых полостей и трещин, изучение токситропных свойств песчаных грунтов и карбонатной муки.

5.11.4. Минерало-петрографические исследования и изучение химического состава горных пород проводится с целью оценки способности горных пород к растворению подземными водами, в том числе с учетом их техногенного загрязнения, а также для уточнения литолого-стратиграфического расчленения карстующейся толщи и покрывающих отложений, решения специфических задач (например, изучение возраста и истории развития карста).

5.11.5. Химический анализ подземных вод выполняется для определения степени их агрессивности к карстующимся породам и скорости растворения этих пород, выделения гидрохимических зон, изучения взаимосвязи между водоносными горизонтами, изменений химического состава подземных вод под влиянием естественных и техногенных факторов.

5.11.6. При необходимости определения возраста карстовых воронок и полостей дополнительно применяются спорово-пыльцевой, палеонтологический, археологический и радиоактивный методы.

5.11.7. Экспериментальные лабораторные исследования, включая моделирование, проводятся при необходимости:

– установления основных, главным образом, количественных закономерностей карстового процесса (определение скоростей растворения пород, выявление механизма карстовых и карстово-суффозионных деформаций применительно к конкретным инженерно-геологическим условиям);

– прогноза развития карста во времени и пространстве с учетом воздействия техногенных факторов;

– оценки степени опасности обнаруженных карстовых полостей;

– определения параметров проектирования противокарстовых мероприятий.

5.11.8. Химико-кинетическое моделирование применяется при экспериментальном изучении процессов растворения в карстующихся породах.

В целях экспериментального изучения различных гравитационных процессов, протекающих над карстовыми полостями, используется моделирование методом эквивалентных материалов.

5.11.9. Физическое гидрогеологическое моделирование применяется для экспериментальных исследований фильтрационно-гравитационных деформаций, протекающих в водонасыщенных грунтах над карстовыми полостями и трещинами или над сквозными нарушениями в водоупорах, связанных с карстовыми процессами.

5.11.10. Геолого-геофизическое моделирование применяется для оценки эффективности методов в конкретных инженерно-геологических условиях, для определения оптимальных размеров измерительных установок и сети наблюдений.

5.11.11. Лабораторное моделирование карстово-суффозионных процессов и их активизации обязательно на участках, прилегающих к грунтовым водозаборам.

5.11.12. Проведение моделирования и интерпретация его результатов требуют использования специальных методик, технологий и экспериментального оборудования, которые имеются в Госпредприятии "Противокарстовая и береговая защита".

5.12. Районирование территории по условиям и степени развития карста

5.12.1. При районировании территории по условиям и степени развития карста учитываются тип геологического разреза (приложение 4), условия залегания карстующихся пород и покрывающих отложений, тектонические структуры и ослабленные зоны, древний погребенный карстово-эрозионный рельеф разного возраста, гидрогеологические условия развития карста. Кроме того, устанавливается связь с геоморфологическими элементами, где

наиболее развиты карстовые процессы: речные террасы, склоны долин, прибровочные участки водоразделов, водораздельные поверхности разного возраста и строения.

5.12.2. Подробное изложение камеральной обработки материалов изысканий и методика районирования территорий по условиям и степени развития карста приводятся в "Руководстве по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста" (приложение 5, п.20).

5.13. Карстологический мониторинг

5.13.1. Под понятием "карстологический мониторинг" ("карстомониторинг") понимается выполнение следующих операций: режимные наблюдения, создание банка данных на ЭВМ, анализ информации для оценки современной обстановки развития карста, оперативный прогноз развития карста во времени и пространстве, а в случае необходимости, принятие решений по противокарстовой защите.

Целью карстомониторинга является предотвращение или уменьшение негативных последствий карстового процесса.

5.13.2. Организация карстомониторинга необходима в пределах городов и населенных пунктов (региональный мониторинг) и особо ответственных объектов (объектный мониторинг), построенных на карстоопасных и потенциально опасных территориях, а также на территориях с возможной активизацией карстового процесса в результате техногенных воздействий.

5.13.3. Важнейшей операцией мониторинга являются комплексные наблюдения за геолого-гидрогеологической обстановкой территории и техногенными воздействиями на геологическую среду (изменение физико-механических свойств покровных отложений, режим подземных вод как в толще карстующихся пород, так и в покровных некарстующихся породах), а также за деформациями земной поверхности, повреждениями сооружений и технологического оборудования.

5.13.4. При создании карстологического мониторинга следует учитывать, что требуется осуществление его взаимодействия с другими смежными специализированными мониторингами (гидрогеологическим, гидрологическим, экологическим, других экзогенных геологических процессов) для более рационального ведения работы и обмена информацией. В связи с этим на стадии разработки программ наблюдений необходимо извещать о планируемых работах соответствующие природоохранные учреждения.

5.13.5. Региональный карстомониторинг при необходимости организовывается в городах и населенных пунктах, расположенных на закарстованных территориях по заявкам местных администраций (приложение 3).

Карстомониторинг выполняется специализированными организациями, расположенными в Нижегородской области.

5.13.6. В состав наблюдений входят:

а) маршрутные и площадные обследования территории для своевременного обнаружения деформаций земной поверхности и сооружений, оценки характера и интенсивности техногенных воздействий;

б) обследования деформаций земной поверхности и сооружений по сигналам с мест (от населения, жилищно-коммунальных служб, промышленных и транспортных предприятий) с последующим составлением акта обследования или в серьезных случаях инженерно-геологического или строительного заключения;

в) режимные гидрогеологические наблюдения по скважинам и родникам;

г) периодическая аэрофотосъемка, в том числе спектрозональная и тепловая, всей территории или отдельных участков для установления поверхностных карстопроявлений, фиксации локальных зон увлажненности верхней толщи отложений, уточнения

тектонического строения и проявлений неотектоники, изучения техногенных воздействий на территорию.

5.13.7. При охвате мониторингом большой площади и выявлении в процессе ведения мониторинга особо карстоопасных мест выбираются ключевые участки, на которых проводятся учащенные и более детальные комплексные наблюдения. В состав наблюдений на таких участках, помимо указанных выше работ, включаются режимные геофизические измерения в одних и тех же точках: электроразведочные (прежде всего вертикальное электрозондирование методом двух составляющих), высокоточные гравиметрические и сейсмометрические с целью изучения динамики состояния покровных отложений и карстующихся пород; наблюдения с помощью реперов, марок, маяков, датчиков, автоматических сигнальных устройств за деформациями в толще покровных отложений и поведением сооружений; оборудование, как минимум, одного куста гидрогеологических режимных скважин. Виды, объем и частота наблюдений определяются конкретными условиями.

5.13.8. Режимные гидрогеологические наблюдения включают в себя: замеры уровня подземных вод, отбор проб воды для изучения химического состава. Частота наблюдений, способы химического анализа проб должны обеспечить выявление сезонных изменений в режиме подземных вод, оценку характера и степени техногенного влияния, степени агрессивности вод по отношению к карстующимся породам. С наибольшей детальностью следует проводить изучение трещинно-карстового водоносного горизонта, а на участках развития карстово-суффозионных процессов – также тенденции изменений соотношения уровней трещинно-карстовых и грунтовых вод. Схема размещения наблюдательной сети за режимом подземных вод должна быть достаточной для получения данных для построения карт: гидроизогипс и гидроизопьез водоносных горизонтов, оценки изменения химического состава подземных вод по площади. Как правило, режимные скважины размещаются по створам, ориентированным по потоку подземных вод.

5.13.9. Наблюдательная сеть для изучения поведения зданий и сооружений на закарстованных территориях закладывается, как правило, в процессе строительства (по проекту) на территориях I - III категорий устойчивости (табл. 6.1, 6.3) или по специальной программе – при появлении признаков деформаций. Она должна учитывать прогнозируемый характер и особенности деформаций карстового происхождения в наземных конструкциях, в фундаментах и основаниях сооружений. Сооружения оснащаются необходимыми устройствами (стенными марками, маяками, датчиками) в объеме, зависящем от степени карстоопасности территории, вида карстопроявления и уровня ответственности сооружения, что должно найти отражение в проектной документации. Устройства и режим наблюдения за поведением сооружений (осадками, кренами) должны быть описаны в паспорте сооружения и подлежат регистрации в службе, ответственной за противокарстовую защиту.

5.13.10. Обнаружение сверхнормативных деформаций сооружения должно стать поводом для оценки состояния сооружения специально создаваемой комиссией, в состав которой включаются представители администрации населенного пункта, владельца сооружения, проектной и изыскательской организаций, участвовавших в разработке проекта сооружения, организации ведущей карстологический мониторинг, при необходимости – Государственного предприятия "Противокарстовая и береговая защита" и других научно-исследовательских организаций.

5.13.11. Анализ получаемой в процессе наблюдений карстологической информации для оценки опасности карстового процесса выполняется, как правило, с использованием персональных компьютеров. Для этого применительно к конкретным условиям и с учетом интересов смежных мониторингов создается информационно-диагностическая система. Она состоит из банка карстологических данных и пакета прикладных компьютерных программ,

позволяющих не только хранить информацию, но и производить ее статистическую и графическую обработку, обмениваться информацией с другими компьютерными системами.

5.13.12. Объектный карстомониторинг должен организовываться на участках размещения особо ответственных объектов, не имеющих должной противокарстовой защиты и расположенных на карстоопасных территориях. К карстоопасным территориям в этом случае следует относить территории:

– I, II, III, IV-А, IV-Б категорий устойчивости относительно карстовых провалов (табл. 6.1, 6.2, 6,3);

– IV-В, IV-Г категорий устойчивости относительно карстовых провалов при наличии значительных техногенных воздействий, активизирующих карстовый или карстово-суффозионный процессы;

– участки с оседанием земной поверхности более 10 мм/год.

К особо ответственным объектам следует относить: промпредприятия или отдельные цеха с экологически опасным производством; магистральные железные дороги; газо-нефте- и продуктопроводы; полигоны захоронения токсичных промышленных отходов 1 - III классов; здания и сооружения башенного типа.

5.13.13. К проведению объектного карстологического мониторинга должны привлекаться, кроме специализированных организаций, также и службы, осуществляющие эксплуатацию объекта. Объектный карстомониторинг должен включать следующие виды работ:

– геодезические измерения на местности и контроль за деформациями конструкций;

– карстологическое обследование, проводимое в стометровой зоне вокруг объекта;

– комплекс геофизических исследований, позволяющий фиксировать динамику развития карстовых аномалий в толще горных пород;

– инструментальные наблюдения за специальными датчиками и грунтовыми реперами;

– устройство автоматических сигнальных устройств, фиксирующих деформации в основании сооружений и деформации конструкций.

5.13.14. Частота и число точек наблюдений, порядок информирования руководства объекта о необходимости принятия мер по обеспечению безопасности и т.п. разрабатываются в специальной программе, согласованной с заказчиком.

6. СПОСОБЫ ОЦЕНКИ КАРСТООПАСНОСТИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

6.1. Оценка карстовой опасности должна осуществляться по результатам комплекса инженерно-геологических, геоморфологических, геофизических и специальных карстологических изысканий. При этом следует учитывать:

– существующие и возможные в будущем техногенные воздействия на геологическую среду, влияющие на активизацию карстовых и карстово-суффозионных процессов;

– расчетный срок эксплуатации объектов;

– конструктивные особенности сооружений;

– характер реагирования сооружений на прогнозируемые карстовые деформации;

– вероятные последствия экономического, экологического и социального характера при повреждении объектов в результате карстовых деформаций.

Эти обстоятельства должны отражаться в отчетах по инженерным изысканиям и в проектах.

6.2. На закарстованных территориях, где основную опасность для зданий и сооружений представляют карстовые деформации локального характера (провалы, карстовые просадки, локальные оседания), оценка карстовой опасности должна заключаться в долгосрочном прогнозировании на срок службы сооружений следующих количественных характеристик этих деформаций:

– среднегодовой интенсивности их образования на 1 кв.км;

– средних и максимальных значений диаметров карстовых деформаций.

Указанные характеристики определяются по специальной методике на основе проведения натурных обследований и (или) расчетным путем с использованием вероятностно-статистических и детерминистических моделей, а также инженерно-геологических и геофизических аналогий. Такие методики разработаны и апробированы применительно к природным условиям Нижегородской области в ГП "Противокарстовая и береговая защита" (г.Дзержинск) и ПНИИИС Госстроя РФ (г. Москва).

6.3. Согласно Своду правил СП 11-105-97 ч. II (приложение 5, п.3) в зависимости от значения показателя интенсивности локальных карстовых деформаций (провалов и др.) закарстованные территории делятся на 6 категорий устойчивости (табл. 6.1.)

Таблица 6.1

Категория устойчивости (карстоопасности) по интенсивности провалообразования	Показатель интенсивности провалообразования (прогнозируемое число провалов на 1 км^2 в год)
I	более 1
II	от 0.1 до 1.0
III	от 0.05 до 0.1
IV	от 0.01 до 0.05
V	менее 0.01
VI	локальные карстовые деформации невозможны

По прогнозируемым (средним) диаметрам локальных карстовых деформаций (провалов) закарстованные территории делятся на 4 категории (табл. 6.2.):

Таблица 6.2

Категория устойчивости (карстоопасности) по средним диаметрам провалов	Средний диаметр провала, м
А	более 20
Б	от 10 до 20
В	от 3 до 10
Г	менее 3

6.4. Для решения специальных инженерных и экономических задач при проектировании и эксплуатации сооружений на карстоопасных территориях (определение параметров противокарстовой защиты, сравнение вариантов защиты, определение вероятного ущерба вследствие карстовых деформаций, целесообразность страхования объектов на карстовые риски и др.) следует применять вероятностные методы оценки карстовой опасности.

6.5. При необходимости, особенно в условиях эксплуатации зданий и сооружений, следует осуществлять прогнозирование карстовой опасности:

– оперативное до 1 месяца;

– краткосрочное до 1 года;

– среднесрочное до 10 лет.

В этих случаях следует сочетать вероятностные методы оценки карстоопасности, лабораторное моделирование процесса, контроль за происходящими в толще пород карстовыми деформациями с помощью геофизических наблюдений и специальных сигнальных устройств, регулярных инструментальных измерений деформаций земной поверхности и визуального осмотра состояния сооружений и окружающей местности. Частота этих наблюдений в зависимости от вида прогнозирования должна определяться программой работ.

6.6. На малоизученных в карстовом отношении территориях, где сведений о геологическом строении и карстопроявлениях недостаточно для принятия соответствующих инженерно-геологических аналогов, допускается проводить оценку карстоопасности по комплексу качественных признаков с характеристикой участков по степени опасности (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Степень карстоопасности района	Соответствующие интервалы категорий устойчивости по интенсивности провалообразования
Опасная	I – III
Потенциально опасная	III – V
Неопасная	V – VI

Допускается также в зависимости от имеющейся исходной информации и при соответствующем обосновании подразделять территории на большее число категорий качественного характера. При этом каждой такой категории карстоопасности должен соответствовать минимально необходимый объем противокарстовой защиты.

6.7. На закарстованных территориях, где основная опасность карста заключается в оседаниях земной поверхности и неравномерных осадках оснований сооружений (в условиях неглубокого залегания карстующихся пород), оценка карстовой опасности должна заключаться в прогнозировании максимальных вертикальных и горизонтальных деформаций оснований сооружений за расчетный срок эксплуатации сооружений.

7. ПРОТИВОКАРСТОВАЯ ЗАЩИТА

7.1. Основные виды и условия применения противокарстовых мероприятий

7.1.1. Под противокарстовыми мероприятиями понимаются специальные инженерные мероприятия планировочного, конструктивного, геотехнического, гидрогеологического, строительно-технологического и эксплуатационного характера, направленные на предотвращение или уменьшение вредных последствий карстового процесса, связанные с образованием в основании сооружений тех или иных карстопроявлений.

7.1.2. Противокарстовая защита должна обеспечить: предотвращение или сведение до минимума возможности катастрофических разрушений и безопасность людей (необходимое условие); рентабельность строительства с учетом возможного экономического ущерба от карстовых явлений и расходов на специальные изыскания и противокарстовую защиту (достаточное условие).

7.1.3. Объем противокарстовой защиты для выполнения достаточного условия определяется в каждом конкретном случае в зависимости от прогнозируемых видов и размеров карстовых деформаций, степени взрыво- и пожароопасности производства, характера и масштаба воздействия на окружающую среду, в том числе на рядом стоящие сооружения при повреждении защищаемых объектов вследствие карстовых деформаций, количества одновременно находящихся в защищаемом здании людей, особенности технологических процессов и т.п.

Во многих случаях выполнение противокарстовой защиты для удовлетворения достаточного условия ведет к выполнению и необходимого условия.

7.1.4. 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.

Как правило, направление противокарстовой защиты или их комплекс следует выбирать по результатам инженерных изысканий уже на ранних стадиях (обобщение данных о природных условиях района проектирования, инженерно-геологическая рекогносцировка)

7.1.5. На особо ответственных экологических опасных объектах, расположенных в карстоопасных зонах, вследствие изменений параметров карстовых деформаций во времени, а следовательно и условий защищенности сооружений, обязательным является постановка объектного карстологического мониторинга, который в данном случае выступает как составной элемент противокарстовых мероприятий эксплуатационного характера.

7.1.6. 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 (таблица 7.1).

Таблица 7.1

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 противоинфильтрационного 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

Продолжение таблицы 7.1

1	2	3
Заполнение (тампонаж) полостей в карстующихся породах с использованием цементирующих или полимерных материалов	При расположении карстовых полостей в сжимаемойтолще 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. тампонаж промежуточных полостей в покровной толще	В любых инженерно-геологических условиях при расположении ослабленных зон в пределах сжимаемой толщи и промежуточных полостей, зафиксированных на любой глубине	А, Б, В
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

Продолжение таблицы 7.1

	2	3
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
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

Продолжение таблицы 7.1

3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА КАРСТОВЫЙ ПРОЦЕСС		
1	2	3
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

7.1.6. 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.).

7.1.7. 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.

7.1.8. При проектировании зданий и сооружений следует иметь в виду следующее обстоятельство.

Применительно к инженерно-геологическим условиям Нижегородской области, особенно для районов, где глубина залегания карстующихся пород более 15-20 м от поверхности земли, достаточно четко выражена следующая тенденция: чем более тщательно и целенаправленно проведены инженерно-геологические изыскания с использованием различных методов, тем меньше, как правило, объем и стоимость противокарстовой защиты. При этом стоимость изысканий всегда меньше стоимости капитальной противокарстовой защиты на 2-3 порядка.

7.1.9. При проектировании зданий и сооружений в условиях залегания карстующихся пород более 15-20 м, а также при возможности карстово-суффозионных процессов, из капитальных противокарстовых мероприятий предпочтение следует отдавать противокарстовым мероприятиям по конструктивному усилению зданий и сооружений.

7.1.10. При необходимости осуществления противокарстовых мероприятий для эксплуатируемых зданий и сооружений, когда конструктивная защита сложна или невозможна, предпочтение следует отдавать мероприятиям 3-го и 4-го направлений, контролю за карстовым процессом, а из мероприятий капитального характера – закреплению грунтов основания и карстующихся пород.

7.1.11. Для особо ответственных экологически опасных объектов, расположенных на территориях I-IV категорий устойчивости, обязательно проведение объектного карстологического мониторинга.

7.1.12. Для недостаточно незащищенных эксплуатируемых сооружений, имеющих в основном экономическую ответственность, следует предусматривать возможность страхования объекта на страховые риски, обусловленные карстовыми деформациями.

7.2. Архитектурно-планировочные мероприятия.

7.2.1. 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.

7.2.2. Размещение новых, развитие и реконструкция существующих населённых пунктов должно осуществляться с использованием дифференцированной оценки карстоопасности и пригодности территории, технико-экономического обоснования возможности и целесообразности застройки.

7.2.3. Архитектурно-планировочные мероприятия должны быть направлены на обеспечение планировочными приёмами обхода карстоопасных зон с максимальным градостроительным использованием менее карстоопасных участков.

7.2.4. 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.

7.2.5. К архитектурно-планировочным мероприятиям относятся:

– рациональная компоновка и размещение элементов (на ранних стадиях – функциональных зон, на детальных стадиях – зданий и сооружений);

– рациональная трассировка улиц и инженерных сетей при разработке планировочной структуры;

– архитектурно-планировочные приёмы застройки (выбор этажности и плотности застройки);

7.2.6. Для каждой территории, в зависимости от её степени карстоопасности, назначается специальный режим градостроительного (генплан города) и хозяйственного (районная планировка) использования (рис. 7.1), определяющий функциональное зонирование и планировочную организацию территории.

7.2.7. На ранних стадиях проектирования следует максимально использовать архитектурно-планировочные мероприятия, поскольку их применение способно наиболее полно учесть оценку карстоопасности территории.

7.2.8. На стадиях детального проектирования в состав планировочных мероприятий необходимо включать регулирование этажности и плотности застройки, выбор рациональных планировочных приёмов её организации, типов зданий, блок-секций и композиционных приёмов блокировки.

7.2.9. Размещение функциональных зон застройки необходимо строго подчинять районированию территории по степени карстоопасности (п. 6.3, 6.5).

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-В, V-Б. При отсутствии такой возможности жилые и гражданские здания, этажностью 2-15 этажей, как правило, должны располагаться на территориях, не опаснее категорий IV-Б, V-А. Если это не представляется возможным, указанные объекты следует проектировать лишь при проведении специальных изысканий и осуществлении противокарстовой защиты.

7.2.10. На территориях с I и II категориями устойчивости следует располагать зелёные 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.

7.2.11. При застройке закарстованной территории необходимо определять рациональное соотношение этажности и плотности застройки. В основе определения должно лежать вариантное проектирование, цель которого – минимизация площади застройки зданий разной этажности и учёт различий характера последствий возможных разрушений зданий в результате карстовых деформаций.

7.2.12. При застройке закарстованных территорий следует увеличивать компактность застройки на наименее опасных участках, для чего здесь необходимо повышение плотности застройки.

7.2.13. Плотность жилого фонда (брутто) следует принимать дифференцировано в зависимости от степени карстоопасности территории и градостроительной ситуации. При этом на менее закарстованных участках, для интенсификации их использования, плотность жилого фонда (брутто) следует повышать до 5 %.

7.2.14. Выбор планировочных приёмов 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.

Требования к планировочным решениям при строительном освоении закарстованных территорий

Группа территорий по функциональному назначению	Классификация территорий по среднему диаметру (d) карстовых провалов, м	Классификация территорий по показателю интенсивности карстовых провалов				
		I (λ>1)	II (λ=0,1-1)	III (λ=0,05-0,1)	IV (λ=0,01-0,05)	V (λ<0,01)
1	А (d ≥ 20)					
	Б (d = 10 - 20)					
	В (d = 3 - 10)					
	Г (d < 3)					
2	А (d ≥ 20)					
	Б (d = 10 - 20)					
	В (d = 3 - 10)					
	Г (d < 3)					
3	А (d ≥ 20)					
	Б (d = 10 - 20)					
	В (d = 3 - 10)					
	Г (d < 3)					

Условные обозначения:

– строительство, как правило, не допускается

– строительство допускается при осуществлении противокарстовой защиты

– строительство допускается без ограничений

1 – селитебные территории (кроме территорий зеленых насаждений общего пользования), территории промышленных зон, территории размещения магистральных железных дорог, аэродромов, автовокзалов и т.п.;

2 – территории зон коммунально-складских и внешнего транспорта (кроме территорий размещений магистральных железных дорог, аэродромов, автовокзалов);

3 – территории санитарно-технических устройств, питомников, кладбищ и т.д. (кроме полигонов захоронения отходов).

Рис. 7.1

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

7.2.16. 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. Сэкономленную 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:

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

б) 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.

7.2.17. 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.

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

7.2.19. 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.

7.3. Геотехнические противокарстовые мероприятия

7.3.1. 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 (инъецировании) под давлением через скважины в закарстованную толщу (полости, каналы, разрушенные, ослабленные и разуплотненные зоны) тампонажного раствора до полного их заполнения.

7.3.2. Проектирование закрепления закарстованности пород и разуплотненных зон в покровной толще.

Основными материалами для составления проекта являются:

– 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.

7.3.3. 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.

7.3.4. 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.7.2.

Таблица 7.2

Характер закарстованности пород	Наличие (отсутствие) подземных вод	Рекомендуемые растворы для	
		заполнения полостей	Окончательного (после усадки заполняющего раствора) уплотнения полостей
1	2	3	4
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	

В проекте должно быть указано содержание компонентов в растворе в зависимости от предела текучести применяемого глинистого материала. Стабильный цементно-глинистый раствор должен иметь подвижность (по конусу АзНИИ) от 10 до 18 см, водоотделение не более 2% .

Для заполнения незаполненных карстовых полостей и крупных трещин в необводненных породах рекомендуется применять вспененные растворы плотностью менее 1 т/$м^3$ в обводненных грунтах - растворы плотностью более 1 т/$м^3$.

Учитывая опыт тампонажных работ в Нижегородской области рекомендуется использовать для заполнения полостей и зон трещиноватых и разрушенных пород инертные растворы на 70% их объема; далее при необходимости использовать нестабильный и стабильный раствор

7.3.5. 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 каолинитовые, 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.

7.3.6. 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 раздельного приготовления глинистого и цементного растворов с последующим смешиванием их в отдельной растворомешалке.

Приготовление вспененного цементного раствора следует производить путем раздельного приготовления стабильного цементно-бентонитового раствора и воздушно-механической пены с последующим смешиванием их в растворомешалке.

7.3.7. 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.

За отказ в поглощении раствора следует принимать снижение расхода раствора до 5 л/мин при максимально допустимом давлении.

7.3.8. 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.

7.3.9. 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.

7.3.10. Другие виды закрепления грунтов.

При выявлении разуплотненных участков в песчаных грунтах в активной зоне основания сооружения на глубину 5 м от подошвы фундамента применяется химическое закрепление грунта в соответствии с СНиП (приложение 5, п.5).

7.4. Конструктивные противокарстовые мероприятия

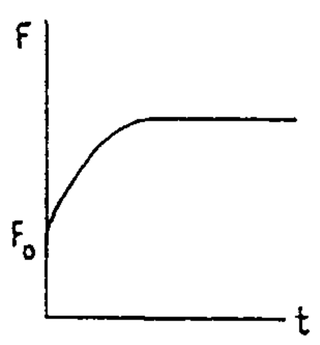
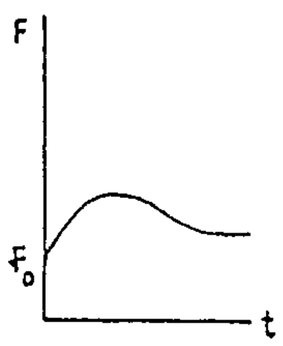
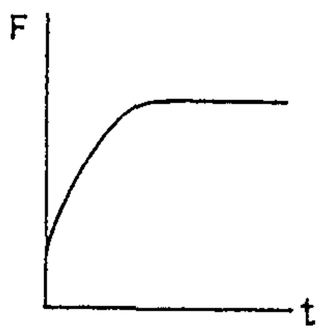
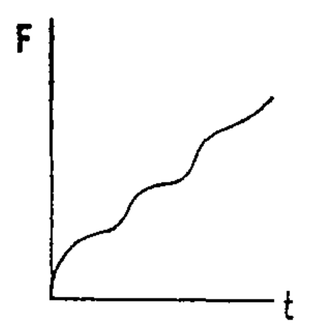
Основные положения проектирования.

7.4.1. При проектировании конструктивной противокарстовой защиты следует учитывать особенности различных карстовых деформаций и их взаимодействия с сооружениями, представленные в таблице 7.3.

Таблица 7.3

<table>
<tr><td rowspan="2">Характеристика карстопроявлений</td><td colspan="4">Виды поверхностных карстовых деформаций</td></tr>
<tr><td>Провал</td><td>Карстовая просадка</td><td>Локальное оседание</td><td>Оседание</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Состояние грунта в зоне карстопроявления</td><td colspan="2">Полное нарушение сплошности грунта</td><td>Как правило, отсутствие нарушения сплошности грунта</td><td>Отсутствие нарушения сплошности грунта</td></tr>
<tr><td>Как правило, наличие трещин вокруг провальной формы</td><td colspan="3">Как правило, отсутствие трещин вокруг карстопроявления</td></tr>
</table>

Продолжение таблицы 7.3

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="2">2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="4">Наличие ослабленной зоны грунтов вокруг карстопроявления</td><td>Как правило, отсутствие ослабленной зоны вокруг мульды оседания. Наличие зоны повышенной водопроницаемости в краевых частях мульды</td></tr>
<tr><td colspan="4">Наличие вертикального столба разуплотненных грунтов непосредственно под карстовой формой до поверхности карстующихся пород</td><td>Как правило, отсутствие вертикального столба разуплотненных грунтов</td></tr>
<tr><td>Характер проявления в плане</td><td colspan="3">Локальный</td><td>Площадной</td></tr>
<tr><td>Форма и размеры в плане, м
(d - диаметр, b - наибольший размер, n =1...10)</td><td colspan="2">Круглая
$d = n\ (10^0...10^1)$</td><td>Круглая
$d = n\ \ 10^1$</td><td>$b = n\ (10^1...10^2)$</td></tr>
<tr><td>Форма по вертикали в момент формирования</td><td>С нависающими стенками, цилиндрическая, коническая</td><td>как правило, цилиндрическая</td><td>Чашеобразная</td><td>Блюдцеобраз-ная</td></tr>
<tr><td>Глубина в момент образования</td><td>Доли метра – несколько метров</td><td>Сантиметры</td><td colspan="2">Как правило, до 1 м</td></tr>
<tr><td>Контакт по подошве фундамента в момент образов.</td><td>Отсутствует</td><td colspan="3">Как правило, имеется</td></tr>
<tr><td>Долговременность проявления</td><td colspan="2">Почти мгновенно, минуты; дальнейшее увеличение размеров до предельного размера в течение нескольких месяцев</td><td>Дни, месяцы</td><td>Годы, десятки лет</td></tr>
<tr><td>Характер взаимодействия карстовых деформ. с фундаментом во времени t (F – дополн. воздействие на фундамент в месте карстовой деформации, F_0 - первоначальное воздействие)</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>

7.4.2. Противокарстовая конструктивная защита должна осуществляться, как правило за счет усиления фундамента.

7.4.3. При проектировании зданий и сооружений следует применять следующие виды конструктивной противокарстовой защиты:

1) монолитные железобетонные фундаменты:

– ленточные и перекрестно-ленточные с устройством консольных выступов с поперечными сечениями: прямоугольными, тавровыми, коробчатыми;

– плитные с уширениями (плоские, ребристые, коробчатые);

2) монолитные железобетонные противокарстовые пояса по фундаментным блокам, над стенами подвала и поэтажные;

3) свайные фундаменты с монолитными железобетонными ростверками:

– сваи-стойки, в том числе буро-набивные, с обязательной проходкой интервала закарстованных пород;

– фундаменты с резервным числом висячих свай и ростверком, обеспечивающим выпадение свай при провале;

4) плитно-стоечный фундамент;

5) увеличение пространственной жесткости здания.

Параметры проектирования конструктивной противокарстовой защиты зданий и сооружений от воздействия карстовых деформаций.

7.4.4. Основным параметром проектирования конструктивной противокарстовой защиты зданий и сооружений от воздействия карстовых деформаций является расчетный пролет карстового провала под фундаментом (приложение 5, п.п. 5, 17, 19).

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

Вероятностный характер карстового процесса предопределяет использование согласно п. 2.4 СНиП “Основания зданий и сооружений” характеристик карстопроявлений при определении расчетного пролета (рис. 7.2).

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 “Нагрузки и воздействия” (приложение 5, п.11).

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

7.4.5. 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.

Расчетная схема определения
вероятности поражения здания карстовым провалом

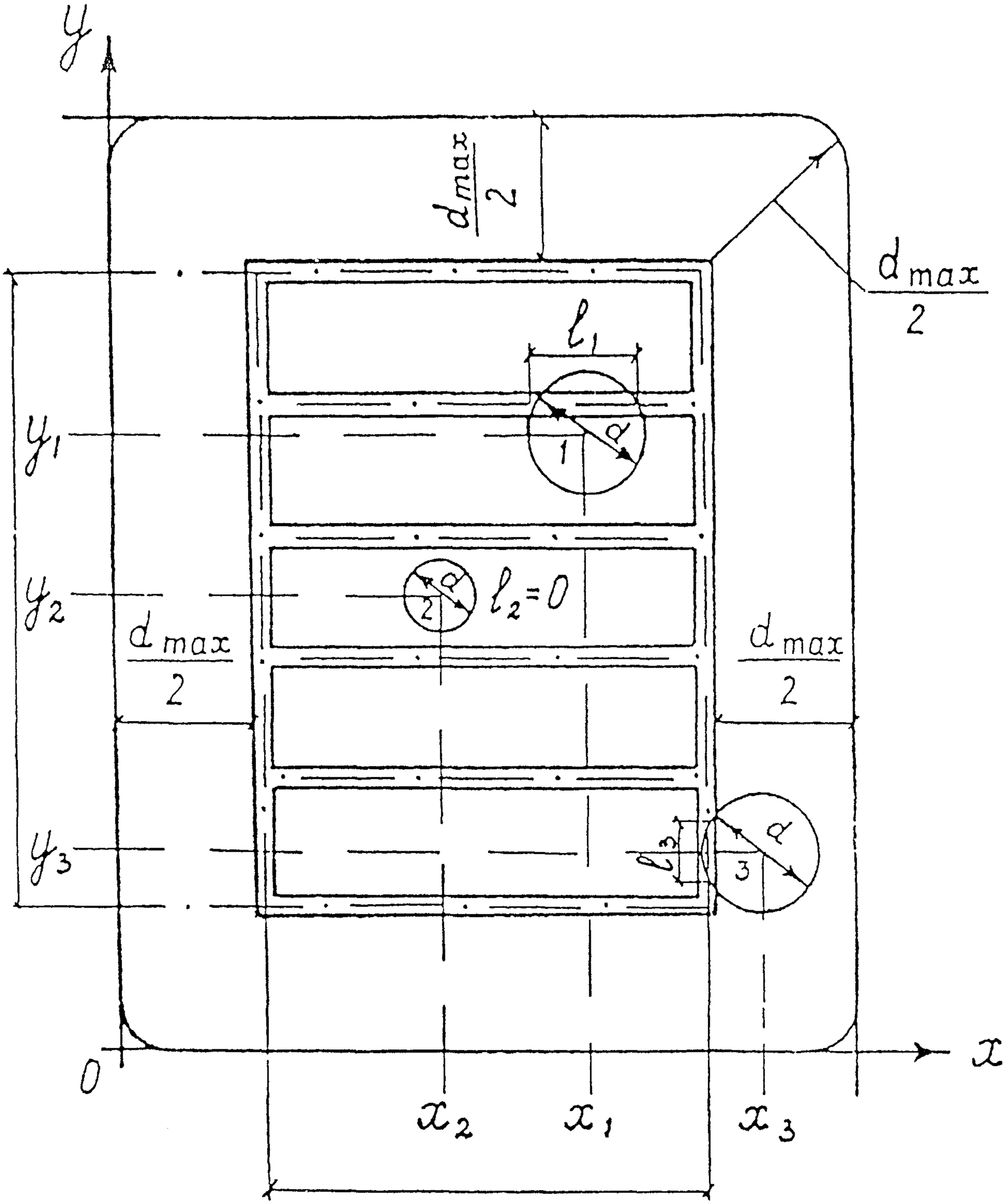


Рис. 7.2

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. Для определения расчетного пролета рекомендуется использование специально разработанной компьютерной программы "КАРСТ" (ГП "Противокарстовая и береговая защита").

7.4.6. Основными параметрами для проектирования конструктивной противокарстовой защиты от оседаний являются:

- условный радиус кривизны мульды оседания;
- ширина мульды оседания;
- наклон бортов мульды оседания.

Особенности проектирования конструктивной противокарстовой защиты.

7.4.7. Конструктивную противокарстовую защиту зданий и сооружений следует проектировать в соответствии с СНиП (приложение 5, п.п. 1, 5, 8). Расчет конструкций на воздействие карстовых деформаций относится к расчетам на особые воздействия в соответствии с СНиП «Нагрузки и воздействия».

7.4.8. При проектировании зданий и сооружений на воздействие карстовых провалов (локальных оседаний, карстовых просадок) конструкции зданий и сооружений должны быть проверены расчетом, учитывающим совместную работу их надземных и фундаментно-подвальных частей на воздействие ослабления по подошве фундамента, равным расчетному пролету.

7.4.9. Проектирование зданий и сооружений на территориях, где возможны оседания, следует выполнять по методике расчета зданий и сооружений на подрабатываемых территориях с учетом специфики карстовых деформаций, связанных с механизмом их образования и продолжительностью (см. п. 7.4.1).

7.4.10. На территориях, где возможно образование карстовых провалов, проекты безкаркасных зданий следует выполнять на основе жестких конструктивных схем, с продольными и поперечными диафрагмами жесткости и сборными крупноразмерными плитами перекрытий, опертыми, как правило, по трем или по четырем сторонам. Плиты должны быть жестко состыкованными и заанкеренными в стенах.

7.4.11. На территориях, где возможны оседания или локальные оседания, следует избегать проектирование зданий, протяженных в плане. В таких условиях рекомендуется строительство зданий секционного типа. Смежные секции здания стыкуются через деформационный шов. Деформационный шов смежных секций здания выполняется в виде двойных торцовых стен на раздельных независимо работающих фундаментах, способных воспринимать усилия, возникающие в результате оседаний.

Здания и сооружения, расположенные на участках, где возможны локальные оседания, следует проектировать (по аналогии строительства на подрабатываемых территориях) по податливой конструктивной схеме, которая должна предусматривать возможность приспособления конструкций к неравномерным деформациям основания. Увеличение податливости зданий и сооружений достигается устройством в подземной части горизонтальных швов скольжения; введением шарнирных и податливых связей между элементами несущих и ограждающих конструкций; снижением жесткости несущих конструкций; введением гибких вставок и компенсационных устройств. Кроме того, конструкции и технологическое оборудование должны быть приспособлены для их выравнивания с помощью домкратов или других выравнивающих устройств.

7.4.12. При проектировании каркасных зданий и сооружений, где возможны провалы, устройство отдельно стоящих фундаментов не разрешается, если не приняты специальные

мероприятия по повышению пространственной жесткости каркаса, способного воспринимать воздействия, возникающие при образовании провалов.

Для каркасно-панельных зданий со связевым каркасом для повышения жесткости следует проектировать плитные фундаменты.

В каркасных зданиях внимание должно уделяться повышенной прочности стыков (колонн, ригелей, балок, ферм, связей).

Как правило, разрезка зданий каркасного типа вертикальными деформационными швами на независимо деформирующиеся отсеки не допускается. В случае необходимости деформационный шов смежных секций зданий выполняется в виде двойных стен на раздельных, независимо работающих фундаментах.

7.4.13. Для зданий и сооружений башенного типа основной задачей является обеспечение устойчивости при образовании в их основании карстовых деформаций. Это достигается устройством резервной площади опирания.

7.4.14. Конструктивная противокарстовая защита эксплуатируемых зданий и сооружений должна обеспечивать предотвращение или сведение до минимума возможности катастрофических разрушений и обеспечение достаточной степени безопасности людей.

Для защиты эксплуатируемых зданий и сооружений от различных карстовых деформаций следует применять следующие виды конструктивной противокарстовой защиты:

1) усиление фундаментов:
- железобетонными обоймами;
- объединением отдельно стоящих фундаментов в сплошную монолитную ленту;
- вертикальными противокарстовыми связями, подпругами;
- объединением отдельно стоящих фундаментов фермами.

2) усиление наземной части здания:
- введением вертикальных крестовых связей для повышения пространственной жесткости сооружения;
- устройством балки жесткости;
- укреплением стен жесткими поясами из прокатного металла;
- устройством горизонтального цокольного железобетонного пояса по периметру здания;
- усилением простенков металлическими обоймами.

Противокарстовая конструктивная защита полигонов складирования отходов.

7.4.15. Выбор схемы защитного экрана полигонов складирования отходов зависит от инженерно-геологических условий строительной площадки, в том числе вида и параметров прогнозирования карстопроявлений, вида депонируемого вещества, схемы формирования полигона, возможностей строительной базы и т.д.

7.4.16. Согласно СНиП (приложение 5, п.10) размещение полигонов не допускается в зонах "активного карста". Применительно к полигонам захоронения отходов к зонам "активного карста" в Нижегородской области следует относить:

- участки, отнесенные к категориям устойчивости относительно карстовых провалов: I, II, III и IV-А, IV-Б;
- участки, где имеют место или прогнозируются оседания земной поверхности с интенсивностью более 10 мм/год;
- участки с наличием поверхностных карстовых форм;
- участки, в геологическом строении которых обнаружены карстовые полости;
- закарстованные участки с существенным снижением несущей способности грунтов в результате длительных воздействий на них химических веществ, имеющих место, как правило, на территориях существующих предприятий.

7.4.17. Размещение полигонов складирования промышленных отходов (ПО) I, II, III классов опасности (ГОСТ 12.1.007-76) запрещается на участках, расположенных на закарстованных территориях:

- I, II, III, IV-А, IV-Б категорий устойчивости относительно карстовых провалов при отсутствии суффозионных процессов;

- I, II, III, IV категорий устойчивости относительно карстовых провалов при возможности суффозионных процессов;

- ближе, чем в 100 - 150 м от существующих поверхностных карстовых проявлений.

7.4.18. Полигоны складирования ПО IV класса опасности (ГОСТ 12.1.007-76) и твердых бытовых отходов (ТБО) не допускается размещать на участках, расположенных на закарстованных территориях:

- I, II, III-А, III-Б категорий устойчивости относительно карстовых провалов при отсутствии суффозионных процессов;

- I, II, III категорий устойчивости относительно карстовых провалов при возможности суффозионных процессов;

ближе, чем в 50 - 100 м от существующих поверхностных карстовых проявлений.

7.4.19. На остальной территории строительство полигонов возможно с применением противокарстовых инженерно-технических мероприятий, обеспечивающих устойчивость основания сооружения при проявлении карстовых процессов.

В данном случае для основания полигона рекомендуется использовать монолитную железобетонную плиту, запроектированную с учетом ослабления основания карстовыми деформациями, в сочетании с изоляционными материалами, соответствующими СНиП (приложение 5, п.10.)

7.4.20. Защитные конструкции карт для захоронения промотходов I, II и III классов опасности, расположенных на закарстованных территориях Нижегородской области, следует проектировать с учетом их отнесения к сооружениям I уровня ответственности, карт для захоронения ПО IV класса опасности и ТБО - к сооружениям II уровня ответственности.

7.4.21. Запрещается размещать полигоны складирования ПО и ТБО на участках, имеющих карстовые оседания, со скоростью сдвижения земной поверхности более 10 мм/год.

При скорости оседаний менее 10 мм/год строительство их допускается с применением в качестве защитных экранов материалов, обладающих достаточной гибкостью и прочностью. В качестве основания полигонов ПО I, II, III классов опасности должны быть применены экраны из геосинтетических материалов, для полигонов ПО IV класса опасности и ТБО - монолитные асфальтополимербетонные экраны.

При размещении полигонов складирования отходов на закарстованных территориях следует располагать их следующим образом:

- полигоны захоронения ПО I, II, III классов опасности - на расстоянии не менее 150 м от центра карстового провала, не менее 100 м - от края воронки и мульды оседания;

- полигоны захоронения ПО IV класса опасности и ТБО - на расстоянии не менее 100 м от центра провала, не менее 50 м - от края воронки и мульды оседания.

7.5. Особенности эксплуатации ответственных сооружений, расположенных на карстоопасных территориях

7.5.1. 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.

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.

Примечание. Разработана программа для персонального компьютера (ГП "Противокарстовая и береговая защита"), где освещены каждый из разделов паспорта.

7.5.2. 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.

7.5.3. 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.

7.5.4. 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 толщи горных пород и земной поверхности, определяются количественные характеристики развития этих деформаций во времени и пространстве и решаются другие задачи.

7.5.5. 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 (главы 7.2, 7.4) 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 1
(Справочное)

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

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

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

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.

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 представляет собой совокупность геологических, гидрогеологических и (или) техногенных процессов и явлений, обусловленных растворением скальных или полускальных горных пород, в результате которых происходят изменения структуры и состояния этих и вышележащих пород, образование каверн, полостей, трещиноватых зон и связанные с ними деформации оснований сооружений и земной поверхности (провалы, оседания и т.п.).

КАРСТ ЕСТЕСТВЕННЫЙ - карст, развивающийся при преобладающем воздействии естественных факторов;

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

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

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

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

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

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

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, как правило, с интенсивным растворением поверхности карстующихся пород, суффозионным выносом частиц грунта в нижерасположенные полости и трещиноватые зоны, плавным сдвижением толщи грунтов над системой карстовых полостей.

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

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

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.

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

МЕХАНИЗМ КАРСТОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ - совокупность процессов сдвижения горных пород над 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 их эксплуатации и непосредственно определяющих инженерные и планировочные решения в проектах и организационно-технические мероприятия при эксплуатации зданий и сооружений.

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.

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

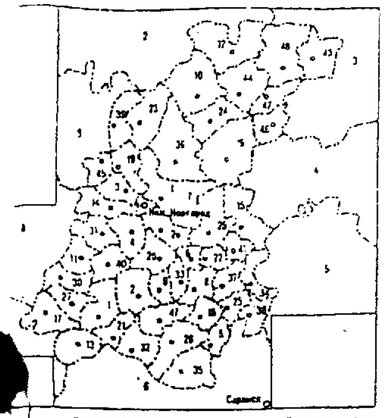
РАЙОНИРОВАНИЕ ЗАКАРСТОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ - разделение территории застройки по инженерно-геологическим условиям развития карста и категориям карстоопасности.

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.

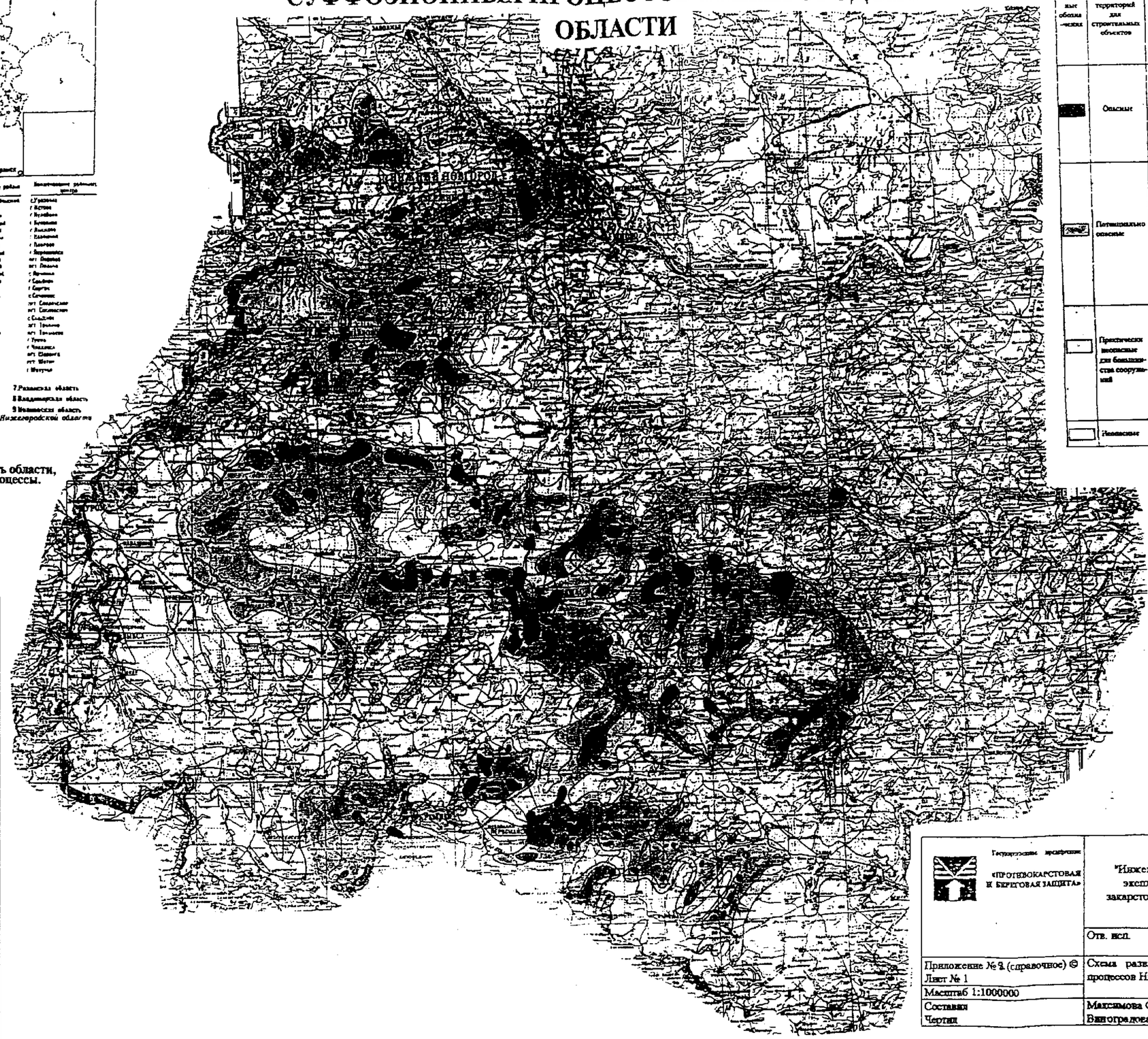
СРЕДНИЙ ДИАМЕТР ПРОВАЛА - математическое ожидание диаметров карстовых провалов для рассматриваемой территории.

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.

СХЕМА РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ КАРСТОВО-СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

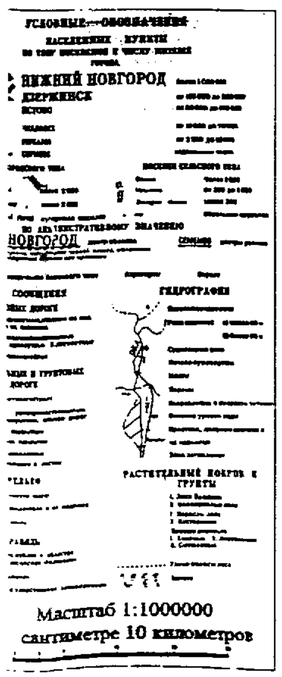


...хеме показана только та часть области, распространены карстовые процессы.



Легенда к Схеме развития опасных карстово-суффозионных процессов Нижегородской области: инженерно-строительной характеристикой освоения закарстованных территорий

Условные обозначения	Степень опасности территорий для строительных объектов	Примерное соответствие категориям карстоопасности относительно интенсивности проводообразования (по СНиП)[1]	Условия строительного освоения	Условия эксплуатации объектов
	Опасные	I - III	Строительство сооружений I и II уровня ответственности возможно при обязательном проведении специальных изысканий и противокарстовой защиты.	Необходим объектный карстологический мониторинг для экологически опасных объектов и других сооружений I уровня ответственности.
	Потенциально опасные	III - V	Обязательное проведение специальных изысканий и (или) осуществление противокарстовой защиты для сооружений I уровня. Для сооружений II класса - противокарстовая защита в зависимости от результатов изысканий.	Как правило, проведение карстологического мониторинга для экологически опасных объектов.
	Практически неопасные для большинства сооружений	IV - VI	Строительство большинства сооружений без ограничений. Строительство экологически опасных объектов, как правило, при условии проведения специальных изысканий.	
	Неопасные	VI	Строительство и сооружений без ...ний и условий.	эксплуатация всяких ограниче-



Государственное предприятие «ПРОТИВОКАРСТОВАЯ И БЕРЕГОВАЯ ЗАЩИТА»	ТСН 22-308-98НН "Инженерные изыскания, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области"		
	Отв. исп.	Толмачев В.В. Гаитов Б.А.	1997 г
Приложение № 9 (справочное) © Лист № 1	Схема развития опасных карстово-суффозионных процессов Нижегородской области		
Масштаб 1:1000000			
Составил Чертил	Максимова О.Р. Виноградова Е.Н.		

Приложение 3
(справочное)

Перечень административно-территориальных единиц, расположенных на закарстованной территории Нижегородской области

№№ п/п	Города областного подчинения	Наименование сельских советов и населенных пунктов
1	2	3
Муниципальные образования		
1	Нижний Новгород	с/с Березовопойменный к.п. Зеленый город
2	Арзамас	п. Выездное: с. Васильев Враг
3	Дзержинск	п. Бабино п. Гавриловка п. Горбатовка п. Желнино п. Пыра
4	Саров	
Не являющиеся муниципальными образованиями		
5	Богородск	
6	Выкса	
7	Кулебаки	
8	Павлово	
Города районного значения, не являющиеся муниципальными образованиями		
9	Первомайск	
10	Сергач	

	Наименование районов и их центры	Наименование сельских советов	Наименование населенных пунктов (городских и сельских поселений)
1	2	3	4
1	Ардатовский, п. Ардатов	 Журелейский Каркалейский Котовский Кругловский Кужендеевский	п. Ардатов: с. Леметь п. Мухтолово: п. Венец, д. Помелиха с. Березовка с. Журелейка д. Каркалей с. Измайловка с. Котовка с. Круглово с. Кузятово с. Ризадеево д. Беляево с. Кужендеево

Продолжение приложения 3

2	3	4
	Личадеевский	с. Выползово
		с. Голяткино
		с. Липовка
		с. Личадеево
	Михеевский	с. Автодеево
		с. Канерга
		с. Михеевка
	Надежинский	с. Надежино
		с. Хохлово
	Саконский	с. Размазлей
		с. Саконы
		с. Туркуши
	Стексовский	с. Кологреево
		с. Писарево
		с. Стексово
	Хрипуновский	с. Атемасово
		с. Хрипуново
	Чуварлей-Майданский	с. Гари
		с. Чуварлей-Майдан
2	Абрамовский	с. Абрамово
Арзамасский, г. Арзамас		с. Каменка
	Балахонихинский	п. Балахониха
		д. Балахониха
		д. Волчиха
		с. Котиха
		с. Селякино
	Бебяевский	д. Бебяево
		с. Новоселки
		с. Пешелань
		п. Пешелань
	Березовский	д. Березовка
		д. Кожино
		с. Шерстино
	Большетумановский	с. Большое Тумановo
		с. Шерстино
	Водоватовский	с. Водоватово
	Волчихинский	с. Волчиха
		с. Криуша
	Ковaксинский	с. Ковакса
		с. Костылиха
	Красносельский	с. Красное
		с. Хватовка
	Ленинский	с. Казаково
		с. Ленинское
	Ломовский	п. Ломовка
		с. Питер

Продолжение приложения 3

1	2	3	4
		Морозовский	с. Кирилловка с. Морозовка с. Протопоповка
		Мотовиловский	с. Мотовилово
		Новоусадский	с. Новый Усад
		Пустынский	с. Наумовка с. Пустынь п. Старая Пустынь
		Саблуковский	с. Саблуково д. Успенское 1ое
		Селемский	с. Никольское с. Селема
		Слизневский	с. Ветошкино с. Слизнево
		Чернухинский	с. Судеб с. Чернуха
		Шатовский	с. Шатовка
3	Балахнинский	Коневский	д. Бредово д. Конево п. Большое Козино п. Малое Козино (п. Лукино и п. 1 Мая)
4	Богородский, г. Богородск	Алешковский	с. Алешково д. Теряево
		Араповский	с. Арапово
		Доскинский	п. Буревестник с. Доскино
		Дуденевский	д. Березовка с. Дуденево д. Сокол
		Каменский	с. Каменки
		Ключищенский	д. Ключищи
		Лакшинский	с. Афанасьево с. Лакша
		Новинский	п. Новинки
		Оранский	с. Оранки
		Хвощевский	с. Хвощевка
		Шапкинский	д. Солонское с. Шапкино
		Шварихинский	д. Венец д. Швариха
5	Большеболдинский	Большеболдинский	с. Аносово
		Илларионовский	с. Илларионово с. Сумароково
		Молчановский	с. Молчаново с. Пересекино с. Старое Ахматово
		Новослободский	с. Яз

Продолжение приложения 3

1	2	3	4
		Черновский	с Жданово с. Черновское
6	Бутурлинский, п. Бутурлино	 Большебакалдский Каменищинский Кетросский Кочуновский Ягубовский	п. Бутурлино: с. Смагино с. Большие Бакалды с. Каменищи с. Кремницкое с. Крутец с. Кетрось с. Перчалей с. Сурадеево с. Вергизаи с. Инкино с. Большая Якшень с. Борнуково с. Ягубовка
7	Вадский, с. Вад	Вадский Дубенский Елховский Круто-Майданский Лопатинский Новомирский Петлинский Стрельский Умайский	с. Вад с. Троицкое 1ое с. Троицкое 2ое с. Дубенское с. Елховка с. Крутой Майдан с. Лопатино с. Меленино п. С-за “Новый мир” п. Уч-ка “Равенство” с-за “Новый мир” с. Петлино д. Орел с. Стрелка с. Щедровка д. Умай
8	Вачский	Алтунинский Арефинский Давыдовский Казаковский Клинский Новосельский	с. Зеленцово с. Арефино с. Белавино с. Шишкино с. Давыдово д. Звягино с. Казаково с. Митино с. Клин с. Кошелево с. Новоселки

Продолжение приложения 3

1	2	3	4
		Филинский	д. Болотниково
			с. Филинское
			д. Фофаново
			д. Шишкино
		Чулковский	с. Чулково
		Яковцевский	с. Жайск
			с. Яковцево
9	Вознесенский, п. Вознесенское	Аламасовский	с. Аламасово
		Бахтызинский	с. Бахтызино
			д. Сарма
		Благодатовский	с. Благодатовка
		Бутаковский	с. Борки
			с. Бутаково
		Криушинский	д. Починки
		Мотызлейский	с. Мотызлей
		Нарышкинский	с. Илев
			с. Нарышкино
			с. Сарнинский Майдан
			п. Торжок
			п. Хохлиха
			п. Шаприха
10	Володарский, г. Володарск		д. Красная Горка
			п. Решетиха
			п. Смолино
			п. Фролищи
			п. Центральный
		Золинский	д. Талашманово
		Ильинский	д. Ильина Гора
			п. Ильино
			д. Седельниково
		Мулинский	п. Мулино
			д. Мулино
		Мячковский	с. Мячково
11	Выксунский, г. Выкса		п. Ближне-Песочное
			п. Виля: с. Верхняя Верея
			п. Досчатое
			п. Шиморское
		Мотмосский	с. Мотмос
		Нижневерейский	с. Нижняя Верея
		Новодмитриевский	д. Покровка
		Новский	д. Новая Деревня
		Семиловский	д. Осиповка
		Сноведский	с. Сноведь
		Туртапинский	д. Змейка
			с. Туртапка

Продолжение приложения 3

1	2	3	4
12	Гагинский, с. Гагино	Большеаратский	с. Сыченки
		Ветошкинский	с. Ветошкино
		Гагинский	с. Гагино
			с. Паново-Осаново
			п. Субботино
			д. Шерстино
		Какинский	с. Зверево
			с. Какино
		Ломакинский	с. Ломакино
		Ляпнинский	с. Ивково
			с. Ляпня
		Моисеевский	с. Моисеевка
			с. Осиновка
		Покровский	с. Исупово
			с. Покров
		Тархановский	с. Тарханово
		Ушаковский	с. Ушаково
		Юрьевский	с. Березники
			с. Мишуково
			с. Юрьево
13	Дивеевский, с. Дивеево		
		Большечереватовский	с. Большое Череватово
		Верякушский	с. Ичалово
			с. Ореховец
			д. Онучино
		Глуховский	с. Глухово
			д. Лихачи
			с. Суворово
		Дивеевский	с. Дивеево
			д. Полупочинки
			с. Яковлевка
		Елизарьевский	с. Елизарьево
			д. Полупочинки
			с.. Яковлевка
		Ивановский	с. Ивановское
			с. Канново
			с. Смирново
			с. Стуклово
		Кременковский	с. Кременки
			д. Рузаново
		Сатисский	п. Сатис
		Челатьминский	с. Челатьма
14	Кстовский	Афонинский	д. Афонино
		Ближнеборисовский	с. Ближнее Борисово
			с.Вязовка

Продолжение приложения 3

1	2	3	4
		Большеельнинский	с. Большая Ельня
			д. Черемисское
			п. Черемисский
		Большемокринский	с. Большое Мокрое
			д. Чаглава
		Новоликеевский	д. Новоликеевка
15	Кулебакский, г. Кулебаки		
		Ломовский	с. Ломовка
			д. Шилокша
		Михайловский	д. Ивановка
			д. Михайловка
			д. Петровка
		Мурзицкий	с. Мурзицы
		Саваслейский	с. Саваслейка
		Серебрянский	д. Благовещенка
			д. Серебрянка
		Тепловский	д. Меляево
			с. Теплово
16	Лукояновский, г. Лукоянов		г. Лукоянов: с. Ульяново
		Большеарский	с. Большая Аря
			с. Саврасово
		Большемаресьевский	с. Большое Маресьево
			д. Кельдюшево
		Елфимовский	с. Елфимово
			с. Малая Поляна
		Крюковский	с. Крюковка
		Лопатинский	д. Владимировка
			с. Гаврилово
			с. Лопатино
		Маломамлеевский	с. Малое Мамлеево
		Неверовский	с. Неверово
		Никулинский	с. Никулино
			с. Чиргуши
		Печинский	с. Новомихайловка
			с. Печи
			с. Покровка
			с. Санки
		Пичингушский	с. Пичингуши
		Салдаманов-Майданский	с. Салдаманов Майдан
17	Навашинский, г. Навашино		
		Большеокуловский	с. Большое Акулово
		Валтовский	д. Валтово
			д. Левино
			д. Рогово
			д. Степурино

Продолжение приложения 3

1	2	3	4
		Ефановский	с. Ефаново
			с. Коробково
			д. Спас- Седчино
		Монаковский	с. Монаково
			с. Чудь
		Натальинский	с. Натальино
			д. Рудяково
			п. Степурино
		Новошинский	с. Новошино
			д. Угольное
		Поздняковский	с. Поздняково
		Салавирский	с. Салавирь
		Сонинский	с. Сонино
18	Павловский, г. Павлово		г. Ворсма, г. Горбатов
			п. Тумботино
		Абабковский	с. Абабково
			д. Гомзово
			д. Комарово
		Варежский	с. Вареж
			д. Пурка
		Грудцинский	с. Грудцино
		Калининский	д. Лаптево
			с. Ярымово
		Коровинский	д. Ворвань
			д. Кишемское
			д. Коровино
		Таремский	д. Молявино
			с. Таремское
		Чмутовский	д. Верхнее Кожухово
			с. Чмутово
		Щепачихинский	д. Щепачиха
19	Первомайский, г. Первомайск		п. Сатис
			п. Зеленый городок
		Берещинский	п. Берещино
			д. Берещино
		Большемакателемский	с. Бабино
			с. Большой Макателем
		Кошелихинский	с. Кошелиха
		Моломакателемский	с. Малый Макателем
			с. Успенское
		Нелейский	п. Елховка, с. Нелей
		Николаевский	с. Николаевка
		Петровский	д. Григорьевка
			д. Новая Петровка
			д. Петровка
		Шутиловский	с. Обухово
			с. Шутилово

Продолжение приложения 3

1	2	3	4
20	Перевозский, п. Перевоз	Вельдемановский Дзержинский Дубской Ичалковский Танайковский Тилинский Центральный	с. Вельдеманово п. им. Дзержинского с. Дубское с. Ичалки с. Пилекшево с. Танайково с. Тилино п. Центральный
21	Починковский, с. Починки	Азрапинский Василево-Майданский Василевский Дубровский Ильинский Коммунарский Кочкуровский Мадаевский Наруксовский Пеля-Хованский Починковский Пузско-Слободский Ризоватовский Саитовский Тагаевский Ужовский Учуево-Майданский Шагаевский	с. Азрапино д. Виноградовка п. Арзинка с. Василев-Майдан с. Василевка с. Дуброво с. Ильинское п. Ужовка п. Коммунар с. Кочкурово с. Мадаево с. Новое Урюпино с. Наруксово с. Пеля-Хованская с. Новоспасское с. Починки с. Пузская Слобода с. Сырятино с. Малая Пуза с. Ризоватово с. Пеля-Казенная с. Саитовка с. Тагаево с. Ужово д. Садовка с. Учуево-Майдан с. Шагаево
22	Сергачский, г. Сергач	Камкинский Мокро-Майданский Пожарский Шубинский Яновский	с. Камкино д. Красная Пустынь с. Пожарки с. Шубино с. Яново
23	Сосновский, п. Сосновское		

Продолжение приложения 3

1	2	3	4
		Барановский	с. Бараново
		Венецкий	с. Венец
		Виткуловский	с. Виткулово
			д. Глядково
		Давыдовский	с. Давыдово
		Елизаровский	с. Елизарово
			д. Малахово
		Крутецкий	с. Крутые
			д. Рыльково
		Панинский	с. Панино
		Рожковский	с. Лесуново
			с. Николаевка
			с. Рожок
		Селитьбенский	с. Селитьба
		Яковский	с. Яковское
24	Чкаловский		п. Чистое
25	Шатковский, п. Шатки		п. Лесогорск
		Архангельский	с. Архангельское
			с. Хирино
		Елховский	с. Елховка
		Калапинский	с. Калапино
		Кержемокский	с. Быков Майдан
			с. Кержемок
		Ключищи	с. Ключищи
			с. Корино
		Костянский	с. Большие Печерки
			с. Костянка
			с. Неледино
		Красноборский	п. Красный бор
		Пановский	с. Паново
			д. Ратманово
		Понетаевский	с. Кардавиль
			с. Понетаевка
		Силинский	с. Новое
			с. Силино
		Смирновский	с. Смирново
		Спасский	с. Алемаево
			с. Вечкусово
			д. Красные Выселки
			с. Спасское
		Староиванцевский	с. Великий Враг
			с. Старое Иванцево
		Шараповский	с. Выползово
			д. Чапары
			с. Шарапово
			с. Языково

Приложение 4
(справочное)

ПРИМЕРЫ ТИПОВ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Пример 1 типа геологического разреза

Местоположение: г.Нижний Новгород, Автозавод
Отметка устья: 77.0 м.

Бурение колонковое станком УРБ-2А2

Глубина, м	Геологический индекс	Номер слоя	Глубина залегания слоя, м		Мощность слоя, м	Отметка подошвы, м	Описание пород	Геолого-литолого-гический разрез	Установившийся уровень воды, м	Технические условия бурения	Диаметр бур., мм. Глубина, м
			от	до							
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26	aQп-ш	1	0,0	26,0	26.0	51.0	Песок мелкий, кварцевый, с 4.0 м- водовосыщенный. К подошве слоя с включением гальки и гравия до 15 %, прослоем ила темно-серого. В кровле слоя -прослои суглинка и супеси		4.0	с промывкой глинистым раствором	168/12
28 30	P_2t	2	26.0	31.2	5.2	45.8	Глина коричневая, красновато-коричневая, плотная, твердая, трещиноватая. с прослоями алевролита			бурение с промывкой	146/27
32 34 36 38 40 42 44 46 48 50	P_2kz	3	31.2	49.5	18.3	27.5	Доломит желтовато-серый с прослоями известково-доломитовой муки , с незаполненными полостями в интервалах: 32.0 - 34.2м, 35.7 - 37.7 м, 39.0-40.7м, 41.6 - 49.5м полости незаполненные разделены перемычками окремненного доломита и известняка с прослоями известково-доломитовой муки в текучем состоянии со щебнем и дресвой известняка и доломита. Подземные воды вскрыты на глубине 32 м, воды напорные, установившийся уровень на глубине 4,0 м			с промывкой водой	127/42
52 54 56	P_1s	4	49 5	55 0	5.5	22.0	Гипс полупрозрачный, белый, скрытокристаллический, в кровле кавернозный, трещиноватый, мощностью 1.2 м, ниже ангидрит голубовато-серый, скрытокристаллический крепкий, плотный, доломитизированный			без промывки с промывкой водой	108/55

Пример 11 типа геологического разреза

Местоположение: г.Павлово Нижегородской области
Отметка устья: 95.3 м.

Бурение колонковое станком УРБ-2А2

Глубина, м	Геологический индекс	Номер слоя	Глубина залегания слоя, м		Мощность слоя, м	Отметка подошвы, м	Описание пород	Геолого-литолого-гический разрез	Установившийся уровень воды, м	Технические условия бурения	Диаметр бур., мм. Глубина, м
			от	до							
2 4 6	prQII-III	1	0,0	6,0	6,0	89,3	Суглинок лессовидный, желтовато-коричневый, полутвердый			с промывкой водой	168/14
8 10 12	fQII	2	6.0	13.0	7.0	82.3	Суглинок флювиогляциальный, тугопластичный, темно-серый, запесоченный, с прослойками и линзами песка		▼ 13.0		
14 16 18 20 22 24 26 28 30	P_2t	3	13.0	31.2	18,2	64.1	Глина красноватo-коричневая, известковистая с прослойками и гнездами голубовато-серого алевролита, твердая .		▼ 17.0	с частичной промывкой	132/35
32 34	P_2kz	4	31.2	34.7	1.5	62.6	Глина красная, твердая с включением обломков известняка кавернозного				
36 38 40 42 44 46	P_1s	5	34.7	45.0	12.3	50.3	Гипс белый сахаровидный, крепкий, слабокавернозный В интервале 36.1 - 39.0м кустовая полость, заполненная водой (падение бурового снаряда), ниже гипс разрушенный до состояния муки с включением обломков гипса. С 40 м гипс белый, крепкий, трещиноватый. Подземные воды вскрыты на глубине 34,7м, воды напорные.			без промывки С промывкой водой	108/45

Пример 111 типа геологического разреза

Местоположение: Первомайский район Нижегородской области Бурение колонковое станком УРБ-2А2
Отметка устья: 182.0 м.

Глубина, м	Геологический индекс	Номер слоя	Глубина залегания слоя, м		Мощность слоя, м	Отметка подошвы, м	Описание пород	Геолого-литологический разрез	Установившийся уровень воды, м	Технические условия бурения	Диаметр бур.,ин. Глубина, м
			от	до							
2	fQ_{II}	1	0	3.6	3.6	178.4	Пески желтовато-коричневые, разнозернистые, кварцевые, с включением гравия, с прослоями суглинков			Бурение всухую с обсадкой трубами	197/12
4											
6	J_2bt	2	3.6	5.9	2.3	176.1	Глина серовато-коричневая, серая с дресвой доломита				
8							Переслаивание доломитов светло-серых ,крепких, трещиноватых, кавернозных с доломитовой мукой, дресвой ,щебнем				
10											
12											
14											
16											
18											
20											
26	P_2kz	3	5.9	26.5	20.6	155.5					152/30
28							Переслаивание муки известковой и доломитовой с известковыми глинами. Вода вскрыта на глубине 52.8 м, воды напорные , установившиеся на глубине 51.3м.				
30											
32											
34											
36											
38											
40									51.3		
52	P_1s	4	26.5	52.8	25.7	129.8					127/63.8
54							Доломиты с прослоями известняков светло-серые , с прослоями известковых глин, местами водонасыщенные.				
56											
58											
64	C_3o	5	52 8	63.8	11.0	118.8					

Приложение 5.
(справочное)

СПИСОК НОРМАТИВНЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ, В КОТОРЫХ ОТРАЖЕНЫ ВОПРОСЫ ПО ИЗЫСКАНИЯМ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ЗАКАРСТОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

СНиП и СП

1. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения/ Минстрой России.– М., 1997. – 43 с.
2. СП 11-105-97. Ч. I Инженерно-геологические изыскания для строительства/ Госстрой России, 1998.
3. СП 11-105-97. Ч. II Инженерно-геологические изыскания в районах опасных геологических и инженерно-геологических процессов / Госстрой России, 1998.
4. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства/ Госстрой России, 1997. -41 с.
5. СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений/ Минстрой России.– М.,1995. – 48 с.
6. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика/ Госстрой СССР.– М.: Стройиздат, 1983. – 136 с.
7. СНиП 22.01-95. Геофизика опасных природных воздействий/ Минстрой России.– М., 1996. – 7 с.
8. СНиП 2.01.15-90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования/ Госстрой СССР.– М., 1991. – 32 с.
9. СНиП 2.05.06-85. Магистральные трубопроводы/ Госстрой СССР.– М., 1988. – 52 с.
10. СниП 2.01.28-85. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию/ Госстрой СССР.– М., 1985. – 66с.
11. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия/ Госстрой СССР.– М., 1987. – 36 с.

Территориальные и ведомственные документы

12. ТСН республики Башкортостан 302-50-95.РБ. Инструкция по изысканиям, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях/ Госстрой республики Башкортостан, Уфа, 1996. – 40 с.
13. Инструкция по проектированию зданий и сооружений в районах г.Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов/ Мосгорисполком, М., 1984.-14 с.
14. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути в карстоопасных районах/ ЦПИ - 22/1 МПС РФ, М., 1997. – 31 с.
15. 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.

16. Рекомендации по лабораторному физическому моделированию карстовых процессов ПНИИИС. М.: Стройиздат, 1984.-48 с.
17. Рекомендации по проектированию фундаментов на закарстованных территориях НИИОСП. М., 1985.-78 с.
18. Методические рекомендации по проектированию бескаркасных жилых зданий в карстовых районах/ НИИСК Госстроя СССР. – Киев, 1986. – 52 с.
19. Рекомендации по использованию инженерно-геологической информации при выборе способов противокарстовой защиты/ ПНИИИС. -М.: Стройиздат, 1987.-80 с.
20. Рекомендации по защите эксплуатируемых гражданских зданий в карстовых районах НИИСК Госстроя СССР. - Киев, 1989. - 162 с.
21. Руководство по инженерно-геологическим изысканиям в районах развития карста ПНИИИС. М., 1995. - 167 с.
22. Рекомендации по закреплению растворами закарстованных грунтов в основании гражданских и промышленных объектов/ НИИОСП. М., 1985. - 28 с.

Приложение 6 (справочное)

Список

организаций и предприятий Нижегородской области, имеющих геологические архивы по закарстованным территориям

№ п/п	Наименование организации	Адрес
1	Государственное предприятие «Противокарстовая и береговая защита»	г. Дзержинск Нижегородской обл., ул. Маяковского, д.33
2	АО «Нижегородский трест инженерно-строительных изысканий»	г. Нижний Новгород, ул. Энтузиастов, д.10
3	ГГП «Волгагеология»	г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, д.18
4	ЗАО «Дзержинскстройизыскания»	г. Дзержинск Нижегородской обл., пр. Ленина, д. 51; ул. Красноармейская 19[в]
5	Комитет природных ресурсов по Нижегородской области	г. Нижний Новгород, ул. Рождественская, д. 39[а]

Приложение 7
(обязательное)

Особенности порядка отвода земельных участков под строительство и согласования проектов зданий и сооружений на закарстованных территориях в Нижегородской области

1. Отвод земельных участков, расположенных на закарстованных территориях, для строительства осуществляется в соответствии с действием земельным и градостроительным законодательством с учетом специфики закарстованных территорий (опасность деформаций зданий и сооружений, особая чувствительность к техногенным воздействиям, необходимость в большинстве случаев, проведения на участке специальных инженерных изысканий, инженерной подготовки и т.д.).

2. Отвод земель на закарстованных территориях должен осуществляться, как правило в соответствии с утвержденной градостроительной документацией (проект детальной планировки, проект застройки).

3. Особенностью отвода земель на закарстованной территории для зданий и сооружений I и II уровня ответственности является необходимость предварительного согласования размещения объекта строительства с точки зрения карстоопасности на основании действующих карт закарстованности и данных карстологического мониторинга (для территорий, где такой мониторинг ведется). Такое согласование заключается в получении заключений от организаций, обладающих соответствующей инженерно-геологической информацией по данной территории (Комитет природных ресурсов по Нижегородской области, Государственное предприятие “Противокарстовая и береговая защита”, АО “Нижегородский трест инженерно-строительных изысканий”).

4. В случае, если по принятому в городе (районе) порядку выбору участка для строительства предшествует работа комиссии по выбору земельного участка, для случаев строительства крупных объектов на закарстованных территориях в состав данной комиссии следует включать представителей организаций, названных в п.3 настоящего приложения.

5. Предоставление земельного участка распорядительным документом исполнительного органа соответственно государственной власти или местного самоуправления следует осуществлять по представлению соответствующего городского или районного Земельного комитета (Земкома) при наличии утвержденного в установленном порядке проекта строительства.

В распорядительном документе следует указывать на обязательство застройщика осуществлять противокарстовые мероприятия как на стадии строительства, так и на стадии эксплуатации (в случае необходимости).

Распорядительный документ основывается на разрабатываемых земкомами проектах (планах) границ земельного участка, на который переносятся с генплана проекта строительства объекта контуры различных категорий карстоопасности и известных карстопроявлений на земной поверхности. В описательной части проекта (раздел сервитутов и обременений) даются краткие указания по связанным с закарстованностью ограничениям в использовании участка.

6. При выносе в натуру границ земельного участка исполнителями наносятся на план все незафиксированные в проекте деформации земной поверхности (воронки просадки, оседания и т.п.). Об этом информируются заказчик и при необходимости специалисты организаций, указанных в п.3 настоящего приложения, для уточнения характера и степени опасности выявленных деформаций и разработки рекомендаций по противокарстовой защите.

7. В выдаваемом заказчику документе, удостоверяющем право на земельный участок (акт, договор, свидетельство) следует устанавливать соответствующие обязательства заказчика (землепользователя) в отношении проведения специальных изысканий по оценке карстоопасности и противокарстовой защиты.

8. Согласование проектов на строительство зданий и сооружений на закарстованных территориях следует производить в соответствии со СНиП II-01-95 "Инструкция о порядке разработки, согласования и утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений" и настоящим приложением.

9. Проектная документация на строительство зданий и сооружений в зависимости от уровня их ответственности, категории карстоопасности и степени изученности закарстованных территорий должна проходить экспертизу (согласование) с ГП "Противокарстовая и береговая защита" в соответствии с таблицей.

Уровень ответственности сооружений	Категории и характер карстоопасности
Сооружения I уровня; сооружения башенного типа II уровня; сооружения II уровня, расположенные в зоне активных техногенных воздействий; полигоны захоронения промышленных и бытовых отходов, мосты и путепроводы.	Карстоопасные и потенциально опасные (при качественной оценке); - категории: I, II, III, IV (А, Б, В), V (А, Б) по своду правил [3]; - при расположении сооружений в зоне обнаруженных подземных карстовых проявлений на расстоянии ближе 50 м от них; - при расположении сооружений ближе 200 м от поверхностных карстопроявлений.
Сооружения II уровня	- Карстоопасные (при качественной оценке); - I, II, III категории карстоопасности по [3]; - при расположении сооружений в зоне обнаруженных подземных карстопроявлений на расстоянии ближе 25 м от них; - при расположении сооружений ближе 100 м от поверхностных карстопроявлений.
Сооружения III уровня	- I и II категории карстоопасности по [3]; - при расположении сооружений в зоне обнаруженных подземных карстопроявлений на расстоянии ближе 15 м от них; - при расположении сооружений ближе 50 м от поверхностных карстопроявлений.