



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Автомобильные дороги»

Практикум по дисциплине

«Мониторинг состояния искусственных сооружений на автомобильных дорогах»

Автор
Николенко Д.А.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания составлены для магистрантов всех форм обучения в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» по программе «Автомобильные дороги».

Автор

к.т.н., доц. кафедры
«Автомобильные дороги»
Николенко Д.А.





Оглавление

Практическое занятие №1 Общие правила проведения обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений.....	5
Практическое занятие №2 Мониторинг технического состояния зданий и сооружений.....	12
Практическое занятие №3 Обследование технического состояния оснований и фундаментов.....	19
Практическое занятие №4 Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, находящихся в ограниченно работоспособном или аварийном состоянии	25
Практическое занятие №5 Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства, реконструкции или природно-техногенных воздействий.....	26
Практическое занятие №6 Мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений	31
Практическое занятие №7 Геотехнический мониторинг..	34
Практическое занятие №8 Организация работ по мониторингу	36
Практическое занятие №9 Средства мониторинга	38
Практическое занятие №10 Периодический мониторинг	39
Практическое занятие №11 Особенности организации системы мониторинга и анализа результатов измерений с оценкой технического состояния	42
Практическое занятие №12 Система непрерывного	



мониторинга моста.....	47
Практическое занятие №13 Работы, выполняемые при создании системы непрерывного мониторинга моста.....	48
Практическое занятие №14 Представление информации при работе системы непрерывного мониторинга моста ...	50
Практическое занятие №15 Проведение инструментальных измерений при периодическом мониторинге	52

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Национальный стандарт РФ «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» распространяется на проведение работ по:

- комплексному обследованию технического состояния зданий и сооружений для проектирования их реконструкции или капитального ремонта;
- обследованию технического состояния зданий и сооружений для оценки возможности их дальнейшей безаварийной эксплуатации или необходимости их восстановления и усиления конструкций;
- общему мониторингу технического состояния зданий и сооружений для выявления объектов, конструкции которых изменили свое напряженно-деформированное состояние и требуют обследования технического состояния;
- мониторингу технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строек и природно-техногенных воздействий, для обеспечения безопасной эксплуатации этих зданий и сооружений

Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по [1], [2], [3], а также следующие термины с соответствующими определениями:

1. безопасность эксплуатации здания (сооружения): Комплексное свойство объекта противостоять его переходу в аварийное состояние, определяемое: проектным решением и степенью его реального воплощения при строительстве; текущим остаточным ресурсом и техническим состоянием объекта; степенью изменения объекта (старение материала, перестройки, перепланировки, пристройки, реконструкции, капитальный ремонт и т. п.) и окружающей среды как природного, так и техногенного характера; совокупностью антитеррористических мероприятий и степенью их реализации; нормативами по эксплуатации и степенью их реального осуществления.

2. конструктивная безопасность здания (сооружения): Комплексное свойство конструкций объекта (здания или

сооружения) противостоять его переходу в аварийное состояние, определяемое: проектным решением и степенью его реального воплощения при строительстве; текущим остаточным ресурсом и техническим состоянием объекта; степенью изменения объекта (старение материала, перестройки, перепланировки, пристройки, реконструкции, капитальный ремонт и т.п.) и окружающей среды как природного, так и техногенного характера.

3. комплексное обследование технического состояния здания (сооружения): Комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров грунтов основания, строительных конструкций, инженерного обеспечения (оборудования, трубопроводов, электрических сетей и др.), характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование технического состояния здания (сооружения), теплотехнических и акустических свойств конструкций, систем инженерного обеспечения объекта, за исключением технологического оборудования.

4. обследование технического состояния здания (сооружения): Комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование грунтов основания и строительных конструкций на предмет выявления изменения свойств грунтов, деформационных повреждений, дефектов несущих конструкций и определения их фактической несущей способности.

5. специализированная организация: Физическое или юридическое лицо, уполномоченное действующим законодательством на проведение работ по обследованиям и мониторингу зданий и сооружений.

6. категория технического состояния: Степень эксплуатационной пригодности несущей строительной конструкции или здания и сооружения в целом, а также грунтов их основания, установленная в зависимости от доли снижения несущей способности и эксплуатационных характеристик.

7. критерий оценки технического состояния: Установленное проектом или нормативным документом количественное или качественное значение параметра, характеризующего деформативность, несущую способность и другие нормируемые ха-

рактеристики строительной конструкции и грунтов основания.

8. оценка технического состояния: Установление степени повреждения и категории технического состояния строительных конструкций или зданий и сооружений в целом, включая состояние грунтов основания, на основе сопоставления фактических значений количественно оцениваемых признаков со значениями этих же признаков, установленных проектом или нормативным документом.

9. поверочный расчет: Расчет существующей конструкции и (или) грунтов основания по действующим нормам проектирования с введением в расчет полученных в результате обследования или по проектной и исполнительной документации: геометрических параметров конструкций, фактической прочности строительных материалов и грунтов основания, действующих нагрузок, уточненной расчетной схемы с учетом имеющихся дефектов и повреждений.

10. нормативное техническое состояние: Категория технического состояния, при котором количественные и качественные значения параметров всех критериев оценки технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений, включая состояние грунтов основания, соответствуют установленным в проектной документации значениям с учетом пределов их изменения.

11. работоспособное техническое состояние: Категория технического состояния, при которой некоторые из числа оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта или норм, но имеющиеся нарушения требований, в конкретных условиях эксплуатации, не приводят к нарушению работоспособности, и необходимая несущая способность конструкций и грунтов основания, с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений, обеспечивается.

12. ограниченно-работоспособное техническое состояние: Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, при которой имеются крены, дефекты и повреждения, приведшие к снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения, потери устойчивости или опрокидывания, и функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооружения возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтов основания и последующем мониторинге

технического состояния (при необходимости).

13. аварийное состояние: Категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая состояние грунтов основания, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения и (или) характеризующаяся кренами, которые могут вызвать потерю устойчивости объекта.

14. общий мониторинг технического состояния зданий и сооружений: Система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе, утверждаемой заказчиком, для выявления объектов, на которых произошли значительные изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций или крена, и для которых необходимо обследование их технического состояния. (Изменения напряженно-деформированного состояния характеризуются изменением имеющихся и возникновением новых деформаций или определяются путем инструментальных измерений).

15. мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строек и природно-техногенных воздействий: Система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе на объектах, попадающих в зону влияния строек и природно-техногенных воздействий, для контроля их технического состояния и своевременного принятия мер по устранению возникающих негативных факторов, ведущих к ухудшению этого состояния.

16. мониторинг технического состояния зданий и сооружений, находящихся в ограниченно работоспособном или аварийном состоянии: Система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе для отслеживания степени и скорости изменения технического состояния объекта и принятия, в случае необходимости, экстренных мер по предотвращению его обрушения или опрокидывания, действующая до момента приведения объекта в работоспособное техническое состояние.

17. мониторинг технического состояния уникальных зданий и сооружений: Система наблюдения и контроля, проводимая по определенной программе для обеспечения безопасного функционирования зданий и сооружений за счет своевременного обнаружения на ранней стадии негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и грунтов оснований или крена, которые могут повлечь за собой переход объек-

тов в ограниченно работоспособное или в аварийное состояние.

18. текущее техническое состояние зданий и сооружений: Техническое состояние зданий и сооружений на момент их обследования или проводимого этапа мониторинга.

19. динамические параметры зданий и сооружений: Параметры зданий и сооружений, характеризующие их динамические свойства, проявляющиеся при динамических нагрузках, и включающие в себя периоды и декременты собственных колебаний основного тона и обертонов, передаточные функции объектов, их частей и элементов и др.

20. текущие динамические параметры зданий и сооружений: Динамические параметры зданий и сооружений на момент их обследования или проводимого этапа мониторинга.

21. восстановление: Комплекс мероприятий, обеспечивающих доведение эксплуатационных качеств конструкций, пришедших в ограниченно работоспособное состояние, до уровня их первоначального состояния, определяемого соответствующими требованиями нормативных документов на момент проектирования объекта.

22. усиление: Комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение несущей способности и эксплуатационных свойств строительной конструкции или здания и сооружения в целом, включая грунты основания, по сравнению с фактическим состоянием или проектными показателями.

23. моральный износ здания: Постепенное (во времени) отклонение основных эксплуатационных показателей от современного уровня технических требований эксплуатации зданий и сооружений.

24. физический износ здания: Ухудшение технических и связанных с ними эксплуатационных показателей здания, вызванное объективными причинами.

25. система мониторинга технического состояния несущих конструкций: Совокупность технических и программных средств, позволяющая осуществлять сбор и обработку информации о различных параметрах строительных конструкций (геодезические, динамические, деформационные и др.) с целью оценки технического состояния зданий и сооружений.

26. система мониторинга инженерно-технического обеспечения: Совокупность технических и программных средств, позволяющая осуществлять сбор и обработку информации о различных параметрах работы системы инженерно-технического обеспечения здания (сооружения) с целью контроля

возникновения в ней дестабилизирующих факторов и передачи сообщений о возникновении или прогнозе аварийных ситуаций в единую систему оперативно-диспетчерского управления города

Общие правила проведения обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений

Обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводятся специализированными организациями, оснащенными современной приборной базой и имеющими в своем составе высококвалифицированных и опытных специалистов.

Требования к специализированным организациям, осуществляющим обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений, определяются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на ведение государственного строительного надзора. Федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на ведение государственного строительного надзора, также ведется реестр специализированных организаций.

Первое обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не позднее чем через два года после их ввода в эксплуатацию. В дальнейшем обследование технического состояния зданий и сооружений проводится не реже одного раза в 10 лет и не реже одного раза в пять лет для зданий и сооружений или их отдельных элементов, работающих в неблагоприятных условиях (агрессивные среды, вибрации, повышенная влажность, сейсмичность района 7 баллов и более и др.). Для уникальных зданий и сооружений устанавливается постоянный режим мониторинга.

Обследование и мониторинг технического состояния зданий и сооружений проводят также:

- по истечении нормативных сроков эксплуатации зданий и сооружений;
- при обнаружении значительных дефектов, повреждений и деформаций в процессе технического обслуживания, осуществляемого собственником здания (сооружения);
- по результатам последствий пожаров, стихийных бедствий, аварий, связанных с разрушением здания (сооружения);
- по инициативе собственника объекта;
- при изменении технологического назначения здания (сооружения);
- по предписанию органов, уполномоченных на ведение

государственного строительного надзора.

Результаты обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений в виде соответствующих заключений должны содержать необходимые данные для принятия обоснованного решения по реализации целей проведения обследования или мониторинга.

Средства испытаний, измерений и контроля, применяемые при обследовании и мониторинге технического состояния объектов, должны быть подвергнуты своевременной поверке (калибровке) в установленном порядке и соответствовать нормативным документам и технической документации по метрологическому обеспечению.

При выполнении работ по обследованию и мониторингу технического состояния объектов см. требования техники безопасности по [4] – [7].

При обнаружении во время проведения работ повреждений конструкций, которые могут привести к резкому снижению их несущей способности, обрушению отдельных конструкций или серьезному нарушению нормальной работы оборудования, кранам, способным привести к потере устойчивости здания или сооружения, необходимо немедленно проинформировать об этом, в том числе в письменном виде, собственника объекта, эксплуатирующую организацию, местные органы исполнительной власти и органы, уполномоченные на ведение государственного строительного надзора.

Заключения по итогам проведенного обследования технического состояния зданий и сооружений или этапа их мониторинга подписывают непосредственно исполнители работ, руководители их подразделений и утверждают руководители организаций, проводивших обследование или этап мониторинга.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Обследование технического состояния зданий и сооружений. Основные положения

Цель комплексного обследования технического состояния здания или сооружения заключается в определении действительного технического состояния здания (сооружения) и его элементов, получении количественной оценки фактических показателей качества конструкций (прочности, сопротивления теплопередаче и др.) с учетом изменений, происходящих во времени, для установления состава и объема работ по капитальному ремонту или реконструкции.

При комплексном обследовании технического состояния здания или сооружения получаемая информация должна быть достаточной для проведения вариантного проектирования реконструкции или капитального ремонта объекта.

При обследовании технического состояния здания или сооружения получаемая информация должна быть достаточной для принятия обоснованного решения о возможности его дальнейшей безаварийной эксплуатации (случай нормативного и работоспособного технического состояния).

В случае ограниченно работоспособного и аварийного состояния здания или сооружения получаемая информация должна быть достаточной для вариантного проектирования восстановления или усиления конструкций.

При обследовании технического состояния зданий и сооружений, в зависимости от задач, поставленных в техническом задании на обследование, **объектами исследования являются:**

- грунты основания, фундаменты, ростверки и фундаментные балки;
- стены, колонны, столбы;
- перекрытия и покрытия (в том числе балки, арки, фермы стропильные и подстропильные, плиты, прогоны) и др.;
- балконы, эркеры, лестницы, подкрановые балки и фермы;
- связевые конструкции, элементы жесткости;
- стыки и узлы, сопряжения конструкций между собой, способы их соединения и размеры площадок опирания.

Конструктивные части зданий в своем составе содер-

жат совместно работающие элементы, выполненные из различных материалов, что особенно характерно для зданий старой постройки.

При рассмотрении состояния конструктивных элементов таких частей следует руководствоваться также требованиями соответственно 5.3.1-5.3.4 ГОСТ Р 53778-2010.

Оценку категорий технического состояния несущих конструкций, зданий и сооружений, включая грунтовое основание, проводят на основании результатов обследования и поверочных расчетов, которые в зависимости от типа объекта осуществляют в соответствии с [4], [9]-[12]. По этой оценке конструкции, здания и сооружения, включая грунтовое основание, подразделяют на находящиеся:

- в нормативном техническом состоянии;
- в работоспособном состоянии;
- в ограниченно работоспособном состоянии;
- в аварийном состоянии.

Для конструкций, зданий и сооружений, включая грунтовое основание, находящихся в нормативном техническом состоянии и работоспособном состоянии, эксплуатация при фактических нагрузках и воздействиях возможна без ограничений. При этом для конструкций, зданий и сооружений, включая грунтовое основание, находящихся в работоспособном состоянии, может устанавливаться требование периодических обследований в процессе эксплуатации.

При ограниченно работоспособном состоянии конструкций, зданий и сооружений, включая грунтовое основание, контролируют их состояние, проведение мероприятий по восстановлению или усилению конструкций и (или) грунтового основания и последующее проведение мониторинга технического состояния (при необходимости).

Эксплуатация зданий и сооружений при аварийном состоянии конструкций, включая грунтовое основание, не допускается. Устанавливается обязательный режим мониторинга.

При комплексном обследовании технического состояния зданий и сооружений объектами обследования являются грунты основания, конструкции и их элементы, технические устройства, оборудование и сети.

Обследование технического состояния зданий и сооружений должно проводиться в три этапа:

1. подготовка к проведению обследования;
2. предварительное (визуальное) обследование;

3. детальное (инструментальное) обследование.

При сокращении заказчиком объемов обследования, снижающем достоверность заключения о техническом состоянии объекта, заказчик сам несет ответственность за низкую достоверность результата обследования.

Подготовительные работы проводят с целью: ознакомления с объектом обследования, его объемно-планировочным и конструктивным решением, материалами инженерно-геологических изысканий; сбора и анализа проектно-технической документации; составления программы работ учетом согласованного с заказчиком технического задания.

Результатом проведения подготовительных работ является получение следующих материалов (полнота определяется видом обследования):

- согласованное заказчиком техническое задание на обследование;
- инвентаризационные поэтажные планы и технический паспорт на здание или сооружение;
- акты осмотров здания или сооружения, выполненные персоналом эксплуатирующей организации, в том числе ведомости дефектов;
- акты и отчеты ранее проводившихся обследований здания или сооружения;
- проектная документация на здание или сооружение;
- информация, в том числе проектная, о перестройках, реконструкциях, капитальном ремонте и т.п.;
- геоподоснова, выполненная специализированной организацией;
- материалы инженерно-геологических изысканий за последние пять лет;
- информация о местах расположения вблизи здания или сооружения засыпанных оврагов, карстовых провалов, зон оползней и других опасных геологических явлений;
- согласованный с заказчиком протокол о порядке доступа к обследуемым конструкциям, инженерному оборудованию и т.п. (при необходимости);
- документация, полученная от компетентных городских органов о месте и мощности подводки электроэнергии, воды, тепловой энергии, газа и отвода канализации.

На основе полученных материалов проводят следующие действия:

- а) устанавливают:

- автора проекта,
 - год разработки проекта,
 - конструктивную схему здания или сооружения,
 - сведения о примененных в проекте конструкциях,
 - монтажные схемы сборных элементов, время их изготовления,
 - время возведения здания,
 - геометрические размеры здания или сооружения, элементов и конструкций,
 - расчетную схему,
 - проектные нагрузки,
 - характеристики материалов (бетона, металла, камня и т.п.), из которых выполнены конструкции,
 - сертификаты и паспорта на применение в строительстве зданий изделий и материалов,
 - характеристики грунтового основания,
 - имевшие место замены и отклонения от проекта,
 - характер внешних воздействий на конструкции,
 - данные об окружающей среде,
 - места и мощность подвода электроэнергии, воды, тепловой энергии, газа и отвода канализации,
 - проявившиеся при эксплуатации дефекты, повреждения и т.п.,
 - моральный износ объекта, связанный с дефектами планировки и несоответствием конструкций современным нормативным требованиям (см. приложение Б);
- б) составляют программу, в которой указывают:
- перечень подлежащих обследованию строительных конструкций и их элементов,
 - перечень подлежащего обследованию инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи,
 - места и методы инструментальных измерений и испытаний,
 - места вскрытия и отбора проб материалов для исследования образцов в лабораторных условиях,
 - необходимость проведения инженерно-геологических изысканий,
 - перечень необходимых поверочных расчетов и т.п.

Предварительное (визуальное) обследование проводят с целью предварительной оценки технического состояния строительных конструкций и инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи (при необходимости) по внешним

признакам, определения необходимости в проведении детального (инструментального) обследования и уточнения программы работ. При этом проводят сплошное визуальное обследование конструкций здания, инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи (в зависимости от типа обследования технического состояния) и выявление дефектов и повреждений по внешним признакам с необходимыми измерениями и их фиксацией.

Результатом проведения предварительного (визуального) обследования являются:

- схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера;
- описания, фотографии дефектных участков;
- результаты проверки наличия характерных деформаций здания или сооружения и их отдельных строительных конструкций (прогибы, крены, выгибы, перекосы, разломы и т.п.);
- установление аварийных участков (при наличии);
- уточненная конструктивная схема здания или сооружения;
- выявленные несущие конструкции по этажам и их расположение;
- уточненная схема мест выработок, вскрытий, зондирования конструкций;
- особенности близлежащих участков территории, вертикальной планировки, организации отвода поверхностных вод;
- оценка расположения здания или сооружения в застройке с точки зрения подпора в дымовых, газовых, вентиляционных каналах;
- предварительная оценка технического состояния строительных конструкций, инженерного оборудования, электрических сетей и средств связи (при необходимости), определяемая по степени повреждений и характерным признакам дефектов.

Зафиксированная картина дефектов и повреждений для различных типов строительных конструкций позволяет выявить причины их происхождения и может быть достаточной для оценки технического состояния конструкций. Если результатов визуального обследования для решения поставленных задач недостаточно, проводят детальное (инструментальное) обследование.

Если при визуальном обследовании обнаружены дефекты и повреждения, снижающие прочность, устойчивость и жесткость несущих конструкций здания или сооружения (колонн, балок, ферм, арок, плит покрытий и перекрытий и др.), переходят к детальному (инструментальному) обследованию.

При обнаружении характерных трещин, перекосов частей здания или сооружения, разломов стен и прочих повреждений и деформаций, свидетельствующих о неудовлетворительном состоянии грунтового основания, в детальное (инструментальное) обследование включают инженерно-геологические исследования, по результатам которых может потребоваться не только восстановление и ремонт строительных конструкций, но и усиление основания.

При комплексном обследовании технического состояния здания или сооружения в детальное (инструментальное) обследование инженерно-геологические исследования включают всегда.

Детальное (инструментальное) обследование технического состояния здания или сооружения включает в себя:

- измерение необходимых для выполнения целей обследования геометрических параметров зданий или сооружений, конструкций, их элементов и узлов;
- инженерно-геологические изыскания (при необходимости);
- инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;
- определение фактических характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов;
- измерение параметров эксплуатационной среды, присущей технологическому процессу в здании и сооружении;
- определение реальных эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями с учетом влияния деформаций грунтов основания;
- определение реальной расчетной схемы здания или сооружения и его отдельных конструкций;
- определение расчетных усилий в несущих конструкциях, воспринимающих эксплуатационные нагрузки;
- поверочный расчет несущей способности конструкций по результатам обследования (для зданий 1-го уровня ответственности в соответствии с ГОСТ 27751 поверочный расчет проводят с применением не менее двух сертифицированных вычислительных программ);
- анализ причин появления дефектов и повреждений в конструкциях;
- составление итогового документа (заключения) с выводами по результатам обследования.

Заключение по итогам обследования технического состояния объекта (см. приложение В) включает в себя:

- оценку технического состояния (категорию технического состояния) в соответствии с [4];
- материалы, обосновывающие принятую категорию технического состояния объекта;
- обоснование наиболее вероятных причин появления дефектов и повреждений в конструкциях (при наличии);
- задание на проектирование мероприятий по восстановлению или усилению конструкций (если необходимо).

Детальное (инструментальное) комплексное обследование технического состояния здания или сооружения включает в себя проведение работ по 5.1.15, 5.4, 5.5, 5.6 и 5.7. 5.1.18 ГОСТ Р 53778-2010

Заключение по итогам комплексного обследования технического состояния объекта (см. приложение Г) включает в себя:

- оценку технического состояния (категорию технического состояния);
- результаты обследования, обосновывающие принятую категорию технического состояния объекта;
- оценку состояния инженерных систем, электрических сетей и средств связи, звукоизолирующих свойств ограждающих конструкций, шума инженерного оборудования, вибраций и внешнего шума, теплотехнических показателей наружных ограждающих конструкций;
- результаты обследования, обосновывающие принятые оценки;
- обоснование наиболее вероятных причин появления дефектов и повреждений в конструкциях, инженерных системах, электрических сетях и средствах связи, снижения звукоизолирующих свойств ограждающих конструкций, теплоизолирующих свойств наружных ограждающих конструкций (при наличии);
- задание на проектирование мероприятий по восстановлению, усилению или ремонту конструкций, оборудования, сетей (если необходимо).

По результатам обследования технического состояния здания или сооружения составляется паспорт конкретного здания или сооружения (см. приложение Д), если он не был составлен ранее, или уточнение паспорта, если он был составлен ранее.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ

Обследования технического состояния оснований и фундаментов проводят в соответствии с техническим заданием. Состав, объемы, методы и последовательность выполнения работ обосновывают в рабочей программе, входящей в общую программу обследования, с учетом степени изученности и сложности природных условий.

Обследование фундаментов зданий и сооружений, построенных с сохранением вечномерзлого состояния грунтов основания, предпочтительно проводить в зимний период, построенных на оттаивающих и талых грунтах - в летний период года.

В состав работ по обследованию грунтов оснований и фундаментов зданий и сооружений включают:

- изучение имеющихся материалов по инженерно-геологическим исследованиям, проводившимся на данном или на соседних участках;
 - изучение планировки и благоустройства участка;
 - изучение материалов, относящихся к заложению фундаментов исследуемых зданий и сооружений;
 - проходку шурфов, преимущественно вблизи фундаментов;
 - бурение скважин с отбором образцов грунта, проб подземных вод и определением их уровня;
 - зондирование грунтов;
 - испытания грунтов статическими нагрузками;
 - исследования грунтов геофизическими методами;
 - лабораторные исследования грунтов оснований и подземных вод;
- обследование состояния искусственных свайных оснований и фундаментов.

При обследовании оснований и фундаментов необходимо:

- уточнить инженерно-геологическое строение участка застройки;
- отобрать пробы грунтовых вод для оценки их состава и агрессивности (при необходимости);
- определить тип фундаментов, их форму в плане, размер, глубину заложения, выявить выполненные ранее усиления фундаментов и закрепления оснований;

- установить повреждения фундаментов и определить прочность материалов их конструкций;
- отобрать пробы для лабораторных испытаний материалов фундаментов;
- установить наличие и состояние гидроизоляции.

Расположение и общее число выработок, точек зондирования, необходимость применения геофизических методов, объем и состав физико-механических характеристик грунтов определяются согласно [12] и зависят от размеров здания или сооружения и сложности инженерно-геологического строения площадки. Для детализации исследования грунтовых условий в местах деформирования зданий и сооружений учитывают также выявленные ранее деформации их конструкций.

В результате обследования грунтов устанавливают соответствие новых данных архивным (при наличии). Выявленные различия в инженерно-геологической и гидрогеологической обстановке и свойствах грунтов используют для выявления причин деформаций и повреждений зданий, разработки прогнозов и учитывают при выборе способов усиления фундаментов или упрочнения основания (если необходимо).

Контрольные шурфы роют в зависимости от местных условий с наружной или внутренней стороны фундаментов. При этом шурфы располагают, исходя из следующих требований:

- в каждой секции фундамента – по одному шурфу у каждого вида конструкции в наиболее нагруженном и ненагруженном участках;
- при наличии зеркальных или повторяющихся (по плану и контурам) секций – в одной секции отрываются все шурфы, а в остальных – один-два шурфа в наиболее нагруженных местах;
- в местах, где предполагают установить дополнительные промежуточные опоры, в каждой секции отрывают по одному шурфу;
- дополнительно отрывают для каждого строения два-три шурфа в наиболее нагруженных местах с противоположной стороны стены, там, где имеется выработка.

При наличии деформаций стен и фундаментов шурфы в этих местах роют обязательно, при этом в процессе работы назначают дополнительные шурфы для определения границ слабых грунтов оснований или границ фундаментов, находящихся в неудовлетворительном состоянии.

Глубина шурфов, расположенных около фундаментов, должна превышать глубину заложения подошвы на 0,5 – 1 м.

Длина обнажаемого участка фундамента должна быть достаточной для определения типа и оценки состояния его конструкций.

Оборудование, способы проходки и крепления выработок (скважин) инженерно-геологического назначения следует выбирать в зависимости от геологических условий и условий подъезда транспорта, наличия коммуникаций, стесненности площадки, свойств грунтов, поперечных размеров шурфов и глубины выработки.

Для исследования грунтов ниже подошвы фундаментов рекомендуется бурить скважину со дна шурфа.

Число разведочных выработок (скважин) должно устанавливаться заданием и программой инженерно-геологических работ.

Глубина заложения выработок должна назначаться, исходя из глубины активной зоны основания, конструктивных особенностей здания и сложности геологических условий.

Физико-механические характеристики грунтов следует определять по образцам, отбираемым в процессе обследования. Число и размеры образцов грунта должны быть достаточными для проведения комплекса лабораторных испытаний по ГОСТ 30416.

Интервалы определения характеристик по глубине, число частных определений деформационных и прочностных характеристик грунтов должны быть достаточны для вычисления их нормативных и расчетных значений по [13]. Отбор образцов грунта, их упаковка, хранение и транспортирование в соответствии с ГОСТ 12071.

Результаты инженерно-геологических изысканий в соответствии с [13] и [14] должны содержать данные, необходимые для:

- определения свойств грунтов оснований для возможности надстройки дополнительных этажей, устройства подвалов и т.п.;
- выявления причин дефектов и повреждений (см. приложение Е) и определения мероприятий по усилению оснований, фундаментов, надфундаментных конструкций;
- выбора типа гидроизоляции подземных конструкций, подвальных помещений;
- установления вида и объема водопонижающих мероприятий на площадке.

Материалы инженерно-геологического обследования должны представляться в виде геолого-литологического разреза основания. Классификацию грунтов проводят в соответствии с ГОСТ

25100. Слои грунтов должны иметь высотные привязки. В процессе проведения обследования ведется рабочий журнал, который должен содержать все условия проходки, атмосферные условия, схемы конструкций фундаментов, размеры и расположения шурфов и т.д.

Ширину подошвы фундамента и глубину его заложения следует определять натурными обмерами. В наиболее нагруженных участках ширину подошвы определяют в двусторонних шурфах, в менее нагруженных – допускается принимать симметричное развитие фундамента по размерам, определенным в одностороннем шурфе. Глубину заложения фундаментов определяют с применением соответствующих средств измерений.

Оценку прочности материалов фундаментов проводят неразрушающими методами или лабораторными испытаниями. Пробы материалов фундаментов для лабораторных испытаний отбирают в случаях, если их прочность является решающей при определении возможности дополнительной нагрузки или при обнаружении разрушения материала фундамента.

При осмотре фундаментов фиксируют:

- трещины в конструкциях (поперечные, продольные, наклонные и др.);
- оголения арматуры;
- вывалы бетона и каменной кладки, каверны, раковины, повреждения защитного слоя, выявленные участки бетона с изменением его цвета;
- повреждения арматуры, закладных деталей, сварных швов (в том числе в результате коррозии);
- схемы опирания конструкций, несоответствие площадок опирания сборных конструкций проектным требованиям и отклонения фактических геометрических размеров от проектных;
- наиболее поврежденные и аварийные участки конструкций фундаментов;
- результаты определения влажности материала фундамента и наличие гидроизоляции.

По результатам визуального обследования по степени повреждения и характерным признакам дефектов дается предварительная оценка технического состояния фундаментов. Если результаты визуального обследования окажутся недостаточными для оценки технического состояния фундаментов, проводят детальное (инструментальное) обследование. В этом случае (при необходимости) разрабатывается программа работ по детальному обследованию.

Основными критериями положительной оценки технического состояния фундаментов при визуальном обследовании являются:

- отсутствие неравномерной осадки, соблюдение ее предельных значений;
- сохранность тела фундаментов;
- надежность антикоррозионной защиты, гидроизоляции и соответствие их условиям эксплуатации.

Детальное (инструментальное) обследование оснований и фундаментов в зависимости от поставленных задач, наличия и полноты проектно-технической документации, характера и степени дефектов и повреждений может быть сплошным (полным) или выборочным.

Сплошное обследование проводят, если:

- отсутствует проектная документация;
- обнаружены дефекты конструкций, снижающие их несущую способность;
- проводится реконструкция здания с увеличением нагрузок (в том числе этажности);
- возобновляется строительство, прерванное на срок более трех лет без мероприятий по консервации;
- в однотипных конструкциях обнаружены неодинаковые свойства материалов и (или) изменения условий эксплуатации под воздействием агрессивных сред или обстоятельств в виде техногенных процессов и пр.

Выборочное обследование проводят:

- при необходимости обследования отдельных конструкций;
- в потенциально опасных местах, там, где из-за недоступности конструкций невозможно проведение сплошного обследования.

При инструментальном обследовании состояния фундаментов определяют:

- прочность и водопроницаемость бетона;
- количество арматуры, ее площадь и профиль;
- толщину защитного слоя бетона;
- степень и глубину коррозии бетона (карбонизация, сульфатизация, проникание хлоридов и т.д.);
- прочность материалов каменной кладки: наклоны, перекосы и сдвиги элементов конструкций;
- степень коррозии стальных элементов и сварных швов;
- деформации основания;

- осадки, крены, прогибы и кривизну фундаментов;
- необходимые характеристики грунтов, уровень подземных вод и их химический состав (если эти сведения отсутствуют в инженерно-геологических данных).

При обследовании зданий и сооружений вблизи источников динамических нагрузок, вызывающих колебания прилегающих к ним участков основания, проводят вибрационные обследования.

Вибрационные обследования проводят с целью получения фактических данных об уровнях колебаний грунта и конструкций фундаментов зданий и сооружений при наличии динамических воздействий от:

- оборудования, установленного или планируемого к установке вблизи здания или сооружения;
- проходящего наземного или подземного транспорта вблизи от здания или сооружения;
- строительных работ, проводимых вблизи от здания или сооружения;
- других источников вибраций, расположенных вблизи здания.

По результатам вибрационного обследования фундаментов делают вывод о допустимости имеющихся вибраций для безопасной эксплуатации сооружения.

После окончания шурфования и бурения выработки должны быть тщательно засыпаны с послойным трамбованием и восстановлением покрытия. Во время рытья шурфов и обследования необходимо принимать меры, предотвращающие попадание в шурфы поверхностных вод.



ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В ОГРАНИЧЕННО РАБОТОСПОСОБНОМ ИЛИ АВАРИЙНОМ СОСТОЯНИИ

При мониторинге технического состояния зданий и сооружений, категория технического состояния которых соответствует ограниченно работоспособному или аварийному состоянию, контролируют процессы, протекающие в конструкциях зданий и сооружений и грунте до выполнения работ по восстановлению или усилению объектов и во время проведения таких работ.

На каждой стадии мониторинга технического состояния конструкций зданий и сооружений и грунта проводят следующие работы:

- определяют текущие динамические параметры объекта и сравнивают их с параметрами, измеренными на предыдущем этапе;
- фиксируют степень изменения ранее выявленных дефектов и повреждений конструкций объекта и выявляют вновь появившиеся дефекты и повреждения;
- проводят повторные измерения деформаций, кренов, прогибов и т.п. и сравнивают их со значениями аналогичных величин, полученными на предыдущем этапе;
- анализируют полученную на данном этапе мониторинга информацию и делают заключение о текущем техническом состоянии объекта.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5 МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ПОПАДАЮЩИХ В ЗОНУ ВЛИЯНИЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕКОНСТРУКЦИИ ИЛИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Реализация целей мониторинга технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, осуществляется на основе:

- определения абсолютных и относительных значений деформаций конструкций зданий и сооружений и сравнения их с расчетными и допустимыми значениями;
- выявления причин возникновения и степени опасности деформаций для нормальной эксплуатации объектов;
- принятия своевременных мер по борьбе с возникающими деформациями или по устранению их последствий;
- уточнения расчетных данных и физико-механических характеристик грунтов;
- уточнения расчетных схем для различных типов зданий, сооружений и коммуникаций;
- установления эффективности принимаемых профилактических и защитных мероприятий;
- уточнения закономерностей процесса сдвижения грунтовых пород и зависимости его параметров от основных влияющих факторов.

Мониторинг технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, планируют до начала строительства или ожидаемого природно-техногенного воздействия.

Научно-техническое сопровождение и мониторинг нового строительства или реконструкции объектов допускается осуществлять в соответствии с [29].

При мониторинге технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния нового строительства или реконструкции объектов, устраиваемых открытым способом, используют данные (радиус зоны влияния, дополнительные деформации и др.) в соответствии с [30].

Оценку зоны влияния динамических воздействий на окружающие здания и сооружения при погружении свайных элемен-

тов строящихся зданий проводят в соответствии с [31].

Внешние границы мульды сдвигения на земной поверхности при подземном способе возведения объекта определяют по граничным углам, а внешние границы опасной ее части – по углам сдвигения. Значения этих углов зависят от свойств горных пород и определяются опытным путем. При отсутствии опытных данных значения граничных углов и углов сдвигения определяют в соответствии с приложением Р. Углы разрывов принимаются на 10° более углов сдвигения.

Определение значений ожидаемых максимальных сдвижений и деформаций земной поверхности и ожидаемых сдвижений и деформаций в точках мульды сдвижений при подземном способе возведения объекта проводят в соответствии с приложением С.

Общую продолжительность процесса сдвигения земной поверхности над производимой подземной выработкой и период опасных деформаций определяют в соответствии с приложением Т.

При мониторинге технического состояния зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства или реконструкции объектов при подземном способе их возведения, проводят геодезическо-маркшейдерские работы, которые выполняются в процессе всего производственного цикла строительства объекта до затухания процесса деформирования как самого объекта, так и массива грунтовых пород в соответствии с согласованной в установленном порядке проектной документацией.

Составлению программы наблюдений должны предшествовать оценка и прогноз геомеханического состояния породного массива в районе крупного строительства и зоне его влияния на объекты, расположенные на земной поверхности.

Оценку геомеханического состояния до начала строительных работ проводят на основании геологических данных и инженерных изысканий. При этом особое внимание уделяют определению природного поля напряжений, характеристике тектонических нарушений, трещиноватости, слоистости, водообильности, карстообразованию и другим особенностям массива.

Прогноз изменения геомеханического состояния породного массива под влиянием горных работ проводят как для типовых условий строительства и эксплуатации объекта, так и для аварийных ситуаций (разрушение крепи котлованов, прорыв в них плывунов, развитие карстовых образований, активизация древних оползней и т.д.). Прогноз состоит из определения ожидаемых параметров развития геомеханических процессов, основными из

которых являются:

- размеры и местоположения зон сдвижения;
- значения максимальных сдвижений и деформаций;
- характер распределения деформаций в мульде сдвижения;
- общая продолжительность процесса сдвижения и периода опасных деформаций.

Инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности и расположенными на ней объектами проводят с целью получения информации об изменении геомеханического состояния породного массива, на основании которой можно своевременно принимать необходимые профилактические и защитные меры.

Инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности и сооружений проводят с помощью системы реперов, закладываемых в грунт и конструкции зданий и сооружений, а за сдвижением толщи горных пород - с помощью глубинных реперов, закладываемых в скважины. На застроенных территориях, для исключения возможности повреждений подземных коммуникаций, места закладки реперов должны согласовываться с органами местной исполнительной власти. Закладка реперов и начальные наблюдения на них должны проводиться до начала строительства. Порядок разбивки наблюдательной сети реперов представлен в приложении У.

Одновременно с разбивкой наблюдательной сети реперов должны намечаться места для закладки трех исходных реперов, с помощью которых в дальнейшем будет определяться положение опорных реперов профильной линии по высоте и контролироваться их неподвижность.

Для наблюдения за отдельными зданиями и сооружениями, попадающими в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, закладываются стенные и грунтовые реперы. До начала наблюдений осуществляется обследование их технического состояния, регистрация динамических параметров, составление паспортов.

Наблюдения за сдвижением земной поверхности, а также за деформациями зданий и сооружений, попадающих в зону влияния строительства подземного сооружения, заключаются в периодическом инструментальном определении положения реперов с фиксированием видимых нарушений, а также всех факторов, влияющих на значения и характер сдвижений и деформаций. Для зданий и сооружений также проводят измерения их дина-

мических параметров.

Наблюдения за деформациями оснований зданий и сооружений проводят по ГОСТ 24846. При наблюдениях за зданиями определяют неравномерность оседаний фундаментов, фиксируют трещины и другие повреждения конструкций, надежность узлов их опирания, наличие необходимых зазоров в швах и шарнирных опорах. Для промышленных зданий определяют также относительные горизонтальные перемещения отдельно стоящих фундаментов колонн, крены фундаментов технологического оборудования, а при наличии мостовых кранов - отклонения от проектного положения подкрановых путей: поперечный и продольный уклоны, изменения ширины колеи и приближение крана к строениям.

Определение точности измерения вертикальных и горизонтальных деформаций проводят в зависимости от ожидаемого расчетного значения перемещения. При отсутствии данных по расчетным значениям деформаций оснований и фундаментов допускается устанавливать класс точности измерений вертикальных и горизонтальных перемещений:

I – для зданий и сооружений: уникальных, находящихся в эксплуатации более 50 лет, возводимых на скальных и полускальных грунтах;

II – для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах;

III – для зданий и сооружений, возводимых на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжатых грунтах;

IV – для земляных сооружений.

Предельные погрешности измерения крена в зависимости от высоты H здания или сооружения не должны превышать следующих значений, мм:

для гражданских зданий и сооружений	0,0001 H ;
для промышленных зданий и сооружений	0,0005 H ;
для фундаментов под машины и агрегаты	0,00001 H .

Геодезическими методами и приборами по наблюдательным реперам измеряют вертикальные и горизонтальные перемещения земной поверхности и, при необходимости, дна котлована. При появлении трещин на земной поверхности в пределах приоткосной зоны организуют дополнительные систематические наблюдения за их развитием по протяженности, ширине и глубине.

Одновременно с инструментальными наблюдениями на земной поверхности проводят маркшейдерские наблюдения непосредственно в подземном сооружении.

По материалам измерений, вычислений и геолого-



маркшейдерской документации составляют заключение, содержащее необходимую информацию о состоянии зданий и сооружений, попадающих в зону влияния крупного нового строительства и природно-техногенных воздействий, изменении геомеханического состояния породного массива; степени опасности и скорости развития негативных процессов (если требуется). К заключению прикладывают документацию, подтверждающую сделанные в нем выводы.

Форма заключения о техническом состоянии объекта, попадающего в зону влияния нового строительства и природно-техногенных воздействий, представлена в приложении Ф.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6 МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Мониторинг технического состояния оснований и строительных конструкций уникальных зданий и сооружений проводят с целью обеспечения их безопасного функционирования, его результаты являются основой эксплуатационных работ на этих объектах. При мониторинге осуществляют контроль за процессами, протекающими в конструкциях объектов и грунте, для своевременного обнаружения на ранней стадии тенденции негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и оснований, которое может повлечь переход объекта в ограниченно работоспособное или аварийное состояние, а также получения необходимых данных для разработки мероприятий по устранению возникших негативных процессов.

Состав работ по мониторингу технического состояния оснований и строительных конструкций уникальных зданий и сооружений регламентируется индивидуальными программами проведения измерений и анализа состояния несущих конструкций в зависимости от технического решения здания или сооружения и его деформационного состояния.

В эксплуатируемом уникальном здании или сооружении, как правило, доступ к большей части несущих конструкций существенно ограничен, а работы по традиционному обследованию технического состояния конструкций трудоемки и дороги. Для таких объектов применяют специальные методы и технические средства раннего выявления и локализации мест изменения напряженно-деформированного состояния конструкций с последующим обследованием технического состояния выявленных опасных участков конструкций.

Для проведения контроля и ранней диагностики технического состояния оснований и строительных конструкций уникального здания или сооружения устанавливают автоматизированную стационарную систему (станцию) мониторинга технического состояния (в соответствии с заранее разработанным проектом), которая должна обеспечивать в автоматизированном режиме выявление изменения напряженно-деформированного состояния конструкций с локализацией их опасных участков, определение уровня крена здания или сооружения, а в случае необходимости - и других параметров (деформации, давление и др.). Настройку

автоматизированной стационарной системы (станции) мониторинга осуществляют, как правило, с использованием заранее разработанной математической модели для проведения комплексных инженерных расчетов по оценке возникновения и развития дефектов в строительных конструкциях, в том числе и в кризисных ситуациях.

Автоматизированная стационарная система (станция) мониторинга технического состояния оснований и строительных конструкций должна:

- проводить комплексную обработку результатов проводимых измерений;
- проводить анализ различных измеренных параметров строительных конструкций (динамических, деформационных, геодезических и др.) и сравнение с их предельными допустимыми значениями;
- предоставлять достаточную информацию для выявления на ранней стадии тенденции негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций, которое может привести к переходу объекта в ограниченно работоспособное или аварийное состояние.

При выявлении мест изменения напряженно-деформированного состояния конструкций проводят обследование этих частей с помощью методов, изложенных в разделе 5 ГОСТ Р 53778-2010, и по их результатам делают выводы о техническом состоянии конструкций, причинах изменения их напряженно-деформированного состояния и необходимости принятия мер по восстановлению или усилению конструкций.

По результатам мониторинга технического состояния оснований и строительных конструкций уникальных зданий и сооружений выдают заключение, форма которого должна быть разработана по результатам проектирования автоматизированной стационарной системы (станции) мониторинга технического состояния оснований и строительных конструкций.

Мониторинг системы инженерно-технического обеспечения уникальных зданий и сооружений проводят с целью обеспечения ее безопасного функционирования. Его результаты являются основой работ по обеспечению безопасной эксплуатации этих объектов. При мониторинге осуществляется контроль за работоспособностью и результатами работы системы инженерно-технического обеспечения для своевременного обнаружения на ранней стадии негативных факторов, угрожающих безопасности уникальных зданий и сооружений.

Для проведения контроля и ранней диагностики технического состояния системы инженерно-технического обеспечения конкретного уникального здания (сооружения) устанавливают систему мониторинга инженерно-технического обеспечения (в соответствии с заранее разработанным проектом).

Общие требования к проектированию и разработке автоматизированных стационарных систем (станций) мониторинга технического состояния оснований и строительных конструкций и систем мониторинга инженерно-технического обеспечения приведены в приложении Ц.

При мониторинге технического состояния уникальных зданий и сооружений по решению местных органов исполнительной власти, органов, уполномоченных на ведение государственного строительного надзора, или собственника объекта проводят мониторинг общей безопасности этих объектов (с комплексной оценкой риска) на случай возникновения аварийных воздействий природного и техногенного характера.

Требования к мониторингу общей безопасности объектов (с комплексной оценкой риска) на случай возникновения аварийных воздействий природного и техногенного характера представлены в приложении Ч

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7 ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Основной целью геотехнического мониторинга является выявление и предотвращение необратимых процессов в грунтовых основаниях, а также деформаций зданий и сооружений. При разработке наблюдательной сети геотехнического мониторинга принимаются во внимание особенности сооружений. Благодаря такому подходу местоположение и количество элементов наблюдательной сети для каждого конкретного объекта можно разработать индивидуально.

Основой для проектов геотехнического мониторинга служат прогнозные прочностные и деформационные расчеты оснований и фундаментов, учитывающие техногенные и природно-климатические воздействия при строительстве и эксплуатации, а также изменения этих воздействий.

Задачи, для решения которых применяется геотехнический мониторинг:

- изучение эксплуатационной пригодности зданий и сооружений;
- неразрушающий контроль качества строительных работ нулевого цикла;
- изучение экологической безопасности территорий.

Геотехнический мониторинг за зданиями и сооружениями, попадающими в зону риска, при строительстве новых объектов и реконструкции в стесненных условиях городской застройки

1. Разработка геотехнического регламента ведения мониторинга

2. Проведение геотехнического мониторинга

До начала строительства:

- Обследование технического состояния зданий, исторических объектов и сооружений с фотофиксацией дефектов, установкой маяков на трещины и т.д.;

- Организация геодезической сети наблюдений за осадками, кренами и горизонтальными смещениями охраняемых объектов;

- Определение фоновых значений уровня шума и вибраций;

В процессе строительства:

- Геодезический контроль за деформациями зданий и сооружений;

- Контроль параметров колебаний грунта и конструкций зданий при различных видах вибрационных работ;
- Отладка щадящих технологических режимов производства работ;
- Контроль технического состояния окружающей застройки;
- Контроль уровня грунтовых вод;
- Наблюдения за возводимыми конструкциями строящихся объектов;

В период эксплуатации:

- Геодезический контроль сохраняемых и вновь возведенных зданий;
3. Управление геотехническими рисками и надежностью
- Предвидение рисков и недопущение аварийных ситуаций;
 - Защита, стратегия, безопасные режимы;

При решении этих задач с помощью современных приборов и оборудования устанавливаются размеры, типы и качество устройства фундаментов, деформации сооружений, а также состояние и перемещение грунтов. Отметим, что надежность, получаемых данных об объекте и динамике его изменений служит основой при принятии оперативных решений. Вот почему на точность измерений обращается огромное внимание.

По результатам мониторинга производится комплексная оценка состояния сооружения, а также прогнозируется поведение оснований и фундаментов и развитие негативных техноприродных процессов, выдвигаются предложения по усилению фундаментов зданий.

Итак, благодаря геотехническому мониторингу можно вовремя прояснить проблемы, возникшие при строительстве и эксплуатации, своевременно принять верное решение и не допустить возможных аварийных ситуаций, а значит – сэкономить существенные средства.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО МОНИТОРИНГУ

а) Мониторинг мостов может проводиться по решениям приемочных комиссий, по требованиям проектных, эксплуатационных организаций и организаций, выполняющих работы по обследованию, а также в связи с выполнением научно-исследовательских и опытных работ, когда решение вопросов, связанных с эксплуатацией сооружения, не может быть получено только расчетным путем, по данным обследований и испытаний. Необходимость мониторинга обосновывается. Решение о необходимости проведения мониторинга оформляется в виде заявки, которая включает в себя обоснование необходимости мониторинга, требования иницилирующей организации к мониторингу.

б) Периодический мониторинг организуется в 2 стадии. На первой стадии разрабатывается Программа периодического мониторинга (Программа). На второй стадии проводится мониторинг с предварительной установкой оборудования в соответствии с Программой.

Непрерывный мониторинг организуется в 3 стадии. Первая стадия – разработка проекта СНММ (Проект СНММ), вторая стадия - ввод в действие СНММ, третья стадия – проведение мониторинга.

в) Перечень объектов исследовательского мониторинга, находящихся на автомобильных дорогах федерального значения, составляет Федеральное дорожное агентство.

Объекты контрольного мониторинга, находящиеся на автомобильных дорогах федерального значения, назначают органы управления федеральных автомобильных дорог по согласованию со службой дорожного хозяйства.

г) Размещение заказов на разработку Программы или Проекта СНММ контрольного мониторинга, ввод в действие СНММ и проведение работ по мониторингу этого вида выполняет орган управления федеральной автомобильной дороги (по принадлежности).

Для периодического мониторинга Программа может быть составлена самим органом управления федеральной автомобильной дороги на основе предложений организации, выполнявшей обследование моста, или организации, проектирующей ремонт, реконструкцию или строительство моста.

д) Контрольный мониторинг на мостах, где требуется про-

ведение неотложных работ, организует орган управления федеральной автомобильной дороги. Программу в этом случае разрабатывает организация, привлекаемая для проведения мониторинга.

ж) Программа периодического мониторинга содержит основные положения и требования в объеме, достаточном для заключения договора с исполнителем мониторинга. Рекомендуется следующее содержание Программы:

- цель мониторинга;
- система периодичности измерений и сроки выполнения работ;
- основные характеристики объекта мониторинга;
- задачи мониторинга, анализ имеющихся материалов наблюдений и обследований;
- перечень видов работ, деталей, элементов конструкции, где необходимо проводить измерения;
- применяемые средства мониторинга, порядок их установки;
- применяемые средства измерений, приборы, оборудование, порядок и место их установки, порядок измерений;
- порядок проведения инструментальных измерений;
- методика обработки данных измерений и анализа результатов;
- мероприятия по обеспечению доступа к элементам конструкции для установки датчиков, марок, снятия отсчетов;
- мероприятия по обеспечению сохранности установленных датчиков, марок и приборов от их повреждения, вандализма, хищения;
- перечень отчетных документов, сроки их представления.

и) Требования к проекту непрерывного мониторинга даются в разделе 8 Руководства по проведению мониторинга состояния эксплуатируемых мостовых сооружений.

к) Вопросы организации работ по мониторингу регулируют в рамках договора. Доступ к элементам конструкций моста обеспечивает, как правило, Заказчик (в договор эти затраты не включают).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9 СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА

а) При мониторинге моста, как правило, применяют неразрушающие методы контроля. Возможно использование псевдонеразрушающих методов (с локальным нарушением защитного слоя бетона, взятием образцов материала в виде кернов или вырезкой), которые могут применяться в начале мониторинга.

б) Номенклатура измеряемых величин, их номинальные значения и допускаемые отклонения полно и адекватно соответствуют параметрам, отражающим состояние моста.

в) Требования к точности измерений устанавливают исходя из возможности определения свойств конструкции, материалов для оценки состояния в доверительном интервале точности.

г) Применяемые средства мониторинга находятся в работоспособном состоянии в условиях эксплуатации моста.

д) При мониторинге используются технические средства со сроком службы не менее десяти лет при длительности мониторинга более 10 лет или сроком службы не менее длительности мониторинга с учетом замены неисправных и выработавших свой ресурс компонент. Применение технических средств с меньшим сроком службы допускается по согласованию с Заказчиком.

е) Измерение каждого параметра рекомендуется осуществлять не менее чем двумя датчиками, приборами или другими средствами измерения.

ж) При организации контрольного мониторинга измерения осуществляются в соответствии с методиками проведения измерений, разработанными согласно ГОСТ Р 8.563-96 и аттестованными в установленном порядке. Методики выполнения измерений обеспечивают требуемую точность измерений.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10 ПЕРИОДИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Виды работ, выполняемых при мониторинге

При мониторинге проводят работы, обеспечивающие оценку напряженно-деформированного состояния конструкции, и прогноз его изменения. Рекомендуемый перечень работ изложен в нижеследующих пунктах и относится в целом к мостам, но не означает выполнение в полном объеме для конкретного сооружения.

а) Осмотр элементов, деталей конструкций с выявлением и выделением на конструкции повреждений и дефектов - мест коррозии материала, арматуры в бетоне, трещин, мест возможной концентрации напряжений, протечек воды и т.п. Предусматривают инструментальные измерения параметров отмеченных дефектов: длины и ширины раскрытия трещин, площади и толщины продуктов коррозии, площади протечек и т.п.

б) Определение физико-механических характеристик материалов, их химический состав, содержание хлоридов в бетоне, толщины защитного слоя и глубины карбонизации бетона в соответствии с "Методикой определения содержания хлоридов в железобетонных конструкциях мостовых сооружений".

в) Контроль геометрических характеристик конструктивных элементов сооружения: очертания и формы взаимного положения сопрягаемых элементов, например, пролетных строений и опор, профиля, уклонов и углов перелома проезжей части.

г) Определение деформаций материала (бетона, стали, клеев, швов), вызванных длительными процессами (релаксации, усадки и ползучести бетона). Также от воздействия временной нагрузки (проходящего транспорта, от фиксированной - специально установленной нагрузки), характеризующей жесткостные показатели конструкции.

д) Выявление деформаций, перемещений материала в местах дефектов (трещин, концентрации напряжений и др.), влияющих на характер работы элементов конструкций, от постоянной нагрузки во времени и от воздействия временной нагрузки.

е) Исследование (определение) деформаций – напряжений в материале (бетоне, металле) конструкции от постоянной нагрузки, т.е. соответствующих состоянию конструкции на период проведения работ.

ж) Определение динамических характеристик конструкций

(частоты, амплитуды, ускорения колебаний), вызванных воздействием проходящего транспорта по сооружению или специальной прилагаемой фиксированной нагрузки.

з) Определение линейных и угловых перемещений в характерных сечениях (местах) конструкции, вызванных изменением напряженно-деформированного состояния во времени, а также от временной нагрузки проходящего транспорта и (или) от фиксированной специально установленной нагрузки. и) Фиксирование показателей влажности и температуры конструктивных элементов и сооружения на период выполняемых инструментальных работ.

к) Обработка данных инструментальных измерений, анализ работы конструкций по результатам измерений, оценка транспортно-эксплуатационного состояния сооружения и прогноз его изменения, разработка рекомендаций по эксплуатации сооружения.

л) Для выполнения работ по определению геометрического очертания конструкций моста и (или) взаимного положения сопрягаемых элементов конструкции в характерных местах (в соответствии с Программой мониторинга) устанавливают марки, датчики, соответствующие используемым при этом измерительным средствам (геодезическим инструментам, специальным приборам снятия отсчетов датчиков, деформометров и т.п.).

м) Для определения длительных деформаций материала устанавливают марки для периодического присоединения деформометров при измерениях или датчики, предназначенные для длительной работы в натуральных условиях.

н) Для определения жесткостных показателей конструкций и (или) динамических характеристик устанавливают крепежные элементы для соответствующих измерительных устройств (тензометров, прогибомеров, угломеров, вибрографов и т.п.).

о) Для определения напряжений - деформаций бетона (металла) от постоянной нагрузки – устанавливают датчики, работающие длительное время совместно с конструкцией, или устанавливают датчики только в период измерения напряжений методом "разгрузки", путем выделения фрагмента с датчиком из конструкции (или методом частичной разгрузки, когда датчики остаются на конструкции).

п) Профиль проезжей части контролируют путем нивелирования в створах вдоль моста по краям ездового полотна и по оси проезжей части. Марки для нивелирования устанавливают в характерных местах для выявления продольных и поперечных уклонов, углов перегиба профиля вдоль проезжей части.

р) Рекомендуемые средства измерения, приборы, оборудование, методики приведены в Приложении А Руководства по проведению мониторинга состояния эксплуатируемых мостовых сооружений. При этом не исключается использование других средств для инструментальных измерений, обеспечивающих решение задач мониторинга.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ С ОЦЕНКОЙ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

а) Контроль перемещений (прогибов) конструкций в вертикальной плоскости рекомендуется осуществлять геодезическими инструментами, например, нивелированием, по маркам, размещаемым в характерных сечениях. С учетом особенностей конструкции и обеспечения сохранности марок рекомендуется их ниже следующее размещение. Возможно использование и других методов, обеспечивающих необходимую точность измерения.

1. В балочных пролетных строениях по нижней поверхности ребер вдоль оси балок, для цельнопролетных балок как минимум в трех сечениях (вблизи мест опирания и в середине), для составных по длине – как минимум в пяти сечениях (у мест опирания, в середине и четвертях).

2. В коробчатых составных по длине железобетонных пролетных строениях – внутри коробки на нижней (внутренней) поверхности верхней плиты вдоль ее оси. Для балочных неразрезных - минимум в пяти сечениях над опорными частями, в середине и четвертях. Для рамно-консольных, как минимум в трех сечениях консоли (под опорой; на конце консоли и в середине), для металлических коробчатых балок - те же рекомендации.

3. В сталежелезобетонных пролетных строениях и стальных балках (фермах) нивелировку осуществляют по маркам, устанавливаемым на нижних полках балок (ферм), как минимум в местах опирания, в середине и четвертях пролетов; в особых случаях контроля деформаций ферм - марки устанавливают в узлах панелей.

б) Контроль сохранения формы конструкции, перемещений (выгибов) элементов из вертикальной плоскости рекомендуется осуществлять теодолитной съемкой по маркам, устанавливаемым на ребрах, панелях, раскосах, поясах балок и ферм, а также на теле, столбах, подферменниках опор в ожидаемых неблагоприятных сечениях.

в) Места марок (марки) могут быть отмечены (несмываемой водой) краской и специальными пластинками, марками, которые закрепляют на конструкции приклеиванием, анкерами, заделываемыми в бетон, или винтами к металлической конструкции.

г) Нивелирование положения конструкции, как прави-

ло, выполняют с высотной привязкой к реперам. Если такая возможность отсутствует, высотную привязку осуществляют к маркам, устанавливаемым на опорах.

д) Для наблюдений за угловыми перемещениями в конструкциях пролетных строений и опор датчики, электронные угломеры (отвесы) устанавливают в местах ожидаемых максимальных величин углов поворота, как правило, по осям опирания пролетных строений, при необходимости в местах резкого изменения жесткости конструкции (изменения поперечных размеров сечения), в верхней части опор.

Учитывая ограничение средств на использование устанавливаемых стационарно датчиков на элементах конструкции, выбирают наиболее характерные места в поперечном сечении и вдоль пролетного строения моста. Для исключения случайного нарушения положения датчиков работниками эксплуатирующей организации, датчики закрывают защитным кожухом. Вместе с тем следует принимать меры по недопущению нахождения на сооружении посторонних лиц, чтобы предотвратить хищения или порчу, сдвигку датчиков.

е) Для контроля длительных деформаций в конструкции датчики линейных перемещений или марки для деформометров рекомендуется размещать в местах, где проявляется специфика работы конструкции, например, в зоне стыков объединения железобетонной плиты с металлической балкой в сталежелезобетонных конструкциях, в стыках составных по длине железобетонных пролетных строений.

При этом для контроля работы стыков рядом устанавливают марки с базами, перекрывающими и не перекрывающими стык.

Марки под деформометры устанавливают по специальным шаблонам, обеспечивающим последующую точную установку деформометров на участке, имеющем плоскую поверхность.

ж) Для оценки напряженного состояния железобетонных конструкций определяют установившиеся в процессе эксплуатации напряжения в бетоне. При определении напряжений на плоскости учитывают случай плоского напряженного состояния и на площадке исследования напряжения (далее "точка") размещают датчики в двух взаимно перпендикулярных направлениях. При этом для "точки" в каждом направлении устанавливают (наклеивают) не менее трех дублирующих друг друга датчиков для обеспечения достоверности исследования. Поэтому площадку исследования напряжений в бетоне по возможности размещают на участке конструкции, где напряжения в бетоне практически не

изменяются.

Для повышения точности измерения рекомендуется исследование проводить в местах (элементах), где ожидаются наибольшие сжимающие напряжения. При этом исключаются места в зонах действия местных напряжений, где их величина может резко отличаться в точках, отстоящих друг от друга даже на небольшие расстояния - порядка 5-10 см (например, в надпорных участках, в зоне резкого изменения жесткости сечения, вблизи стыков составных по длине конструкции, в зонах объединения элементов в раму и т.п.).

з) Анализ результатов инструментальных измерений рекомендуется выполнять с учетом влияния на деформации конструкций температурно-влажностных условий на время измерений.

При замерах температуры конструкции и воздуха учитывают особенности работы конструкции, район эксплуатации и расположения сооружения относительно воздействия солнечных лучей. Например, для сталежелезобетонных конструкций необходимо измерять температуру железобетонной плиты, металлических балок, в том числе крайних, находящихся под воздействием солнечных лучей. Для коробчатых балок – температуру верхней плиты, ребер, нижней плиты и крайних ребер, подверженных нагреву солнечными лучами, температуру воздуха также внутри коробки.

и) При определении перемещений в конструкции в вертикальной плоскости (прогибов, выгибов) для случая, когда нивелирование выполнено в привязке к маркам, установленным на опорах, анализ результатов выполняют с учетом возможных изменений во взаимном положении опор (при их просадке или выпирании).

к) При анализе изменения напряженно-деформированного состояния конструкции по данным инструментальных измерений учитывают в математической модели фактическое состояние конструкции и условий работы (фактические геометрические характеристики и постоянные нагрузки).

Например, учитывают фактические геометрические характеристики сечений конструкции на момент исследований (измерений), включение в работу балок пролетных строений железобетонных плит на большей ширине, чем принимают при проектировании, степень включения в работу сечения слоев дорожной одежды (в зависимости от температурных условий), а также фактическую постоянную нагрузку.

При анализе работы опор, их податливости, учитывают фактическое состояние конструкции, уровни заделки опор в грунт

те, уровни воды. Проектные данные податливости опор, рассчитанные в экстремальных условиях, могут существенно отличаться и для сопоставительного анализа, как правило, неприемлемы.

При анализе рекомендуется учитывать влияние на напряженное состояние температурно-влажностных показателей конструкции на момент исследований. В частности, появление напряжений в конструкции вследствие различия температуры в элементах сечения – плитах, ребрах, особенно в коробчатых сечениях и сталежелезобетонных конструкциях.

В железобетонных конструкциях пролетных строений учитывают сезонные деформации бетона, вызванные изменением влажности. Температурно-влажностные условия влияют также на реактивные усилия в опорных частях и опорах.

л) Для выявления фактических параметров жесткости конструкций, определения центра тяжести сечения при необходимости проводят исследования работы конструкции под испытательной нагрузкой. Фактическую постоянную нагрузку определяют на основе тщательных геометрических замеров при необходимости с взятием кернов по слоям дорожной одежды.

м) Изменение напряжений в бетоне и металле с момента их определения методом "разгрузки", как правило, выявляют расчетным путем по результатам последующих инструментальных измерений деформаций и перемещений элементов конструкций. При необходимости напряжения в бетоне и металле определяют повторно в период проведения мониторинга.

н) При анализе изменений напряженно-деформированного состояния учитывают также результаты наблюдений за развитием имеющихся в конструкции повреждений и дефектов.

о) Прогнозирование изменений напряженно-деформационного состояния пролетного строения осуществляют на основе выявленной за период мониторинга тенденции, характеризующей наличием (отсутствием) необратимых перемещений, деформаций, развитием (или стабилизацией) повреждений и дефектов. При наличии тенденции развития негативных процессов в изменении деформированного состояния критериями прогноза сроков работоспособного состояния пролетного строения служат допускаемые нормативами величины прогибов, углов поворота и напряжений в элементах конструкции.

п) В соответствии с результатами мониторинга даются рекомендации по дальнейшей эксплуатации моста в части:

- необходимости и сроков проведения профилактических, планово-предупредительных или ремонтных работ;



- необходимости и сроков продолжения мониторинга с проведением дополнительных исследований в системе надзора за сооружением.

р) При анализе работы сооружения следует учитывать требования нормативной документации к сооружениям и материалам конструкции

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12 СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА МОСТА

а) Требования к СНММ, относящихся, как правило, к классу измерительных информационных или измерительных контролируемых автоматизированных систем управления, соответствуют ГОСТ 24.104-85.

б) СНММ в необходимых объемах выполняет сбор, обработку, анализ и накопление информации о состоянии моста, и предоставление ее персоналу; выработку и передачу сигналов персоналу о критическом состоянии моста; обмен информацией (документами, сообщениями и т.п.) с взаимосвязанными автоматизированными системами.

в) В СНММ предусматривается возможность контроля метрологических характеристик измерительных каналов.

г) Для эффективного выполнения техническими средствами своего назначения при функционировании СНММ предусматривается защита технических средств СНММ от воздействия внешних электрических и магнитных полей, а также помех по цепям питания.

д) Программное обеспечение СНММ разрабатывается достаточным для выполнения всех функций СНММ, реализуемых с применением средств вычислительной техники, а также содержит средства организации всех требуемых процессов обработки данных, позволяющих своевременно выполнять все автоматизированные функции во всех регламентированных режимах функционирования СНММ.

е) В программном обеспечении СНММ реализуются меры по защите от ошибок при вводе и обработке информации, обеспечивающие заданное качество выполнения функций СНММ.

ж) Форма представления выходной информации СНММ согласуется с заказчиком (пользователем) системы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №13 РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА МОСТА

а) При разработке проекта СНММ выполняются следующие работы.

1. Сбор исходных данных об объекте мониторинга, условиях его эксплуатации, в т.ч. по проектно-исполнительной документации и непосредственно на мосту.

2. Проведение научно-исследовательских работ.

3. Разработка концепции мониторинга. Формулирование задач мониторинга. Определение номенклатуры измеряемых и контролируемых параметров. Разработка функциональной структуры СНММ. Разработка схем кабельных соединений СНММ. Принципиальные требования к устройствам сбора и обработки данных, условиям передачи информации и предоставления ее обслуживающему персоналу, коммуникационной схеме, программному обеспечению мониторинга и другим элементам. Используется опыт создания аналогичных или близких систем мониторинга на отечественных и зарубежных мостах.

4. Разработка и утверждение технического задания на создание СНММ (ТЗ на СНММ) в соответствии с ГОСТ 34.602-89.

5. Определение полной номенклатуры оборудования.

6. Разработка рабочих чертежей размещения средств мониторинга: первичных преобразователей, усилителей, контроллеров, кабельной системы, оборудования диспетчерской и другого оборудования, с привязкой к конструкциям и помещениям моста.

7. Расчетное (с использованием конечно-элементной модели) обоснование допусков изменения контролируемых параметров.

8. Сметные расчеты стоимости реализации системы мониторинга.

9. Разработка документации на СНММ в объеме, необходимом для описания полной совокупности принятых проектных решений и достаточном для дальнейшего выполнения работ по созданию СНММ. Виды документов - по ГОСТ 34.201-89.

10. Разработка решений по алгоритмам решений задач и применяемым языкам, по организации и ведению информационной базы, системе классификации и информации. Разработка программ и программных средств системы, выбор, адаптация и (или) привязка приобретаемых программных средств, разработка про-

граммной документации в соответствии с ГОСТ 19.101-77.

б) При проведении исследовательских работ при разработке проекта СНММ выполняются исследования с использованием пространственной конечно-элементной модели моста, в ходе которых:

- оценивается отклик конструкции на действие временных нагрузок: подвижных, температуры, ветра и пр. с определением диапазонов изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций моста;

- определяются динамические характеристики моста - основные формы и частоты свободных колебаний. При необходимости выполняются другие исследования.

в) При вводе в действие СНММ выполняются следующие работы в соответствии с проектом СНММ.

1. Подготовка объекта мониторинга к монтажу СНММ.
2. Поставка оборудования.
3. Монтаж средств мониторинга.
4. Пусконаладочные работы.
5. Подготовка персонала, обслуживающего СНММ.
6. Проведение предварительных испытаний.
7. Проведение опытной эксплуатации в течение 3-6 мес.
8. Проведение приемочных испытаний.
9. Передача СНММ в постоянную эксплуатацию.

г) Испытания СНММ производятся при вводе в эксплуатацию и периодически в процессе эксплуатации, в том числе путем проведения статических и динамических испытаний моста в соответствии со СНиП 3.06.07-86. Могут использоваться другие методы испытаний, в том числе методы активной вибродиагностики в соответствии с "Методическими рекомендациями по вибродиагностике автодорожных мостов". Испытательная нагрузка при испытаниях не создает усилий в любых элементах сооружения выше пределов, установленных в СНиП 3.06.07-86.

д) Организация, производящая ввод в действие СНММ, сопровождает работу СНММ в соответствии с гарантийными обязательствами и осуществляет послегарантийное обслуживание. Гарантийный срок эксплуатации СНММ – 12 месяцев со дня ввода системы в постоянную эксплуатацию.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №14 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАБОТЕ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА МОСТА

а) В ходе своей работы СНММ информирует персонал о текущем состоянии моста.

б) Оценка состояния моста производится с позиций требований действующих нормативных документов ОДН 218.017-03, ВСН 4-81 (90), СНиП 3.06.04-91, СНиП 3.06.07-86 по отдельным контролируемым параметрам и в целом по сооружению.

в) При оценке исправного состояния моста проверяется нахождение контролируемого параметра в пределах допусков, которые задаются в проекте СНММ и могут быть уточнены в процессе опытной эксплуатации СНММ.

г) В качестве контролируемых параметров могут использоваться величины, получаемые прямыми измерениями или косвенно, на основании результатов прямых измерений других величин, функционально связанных с искомой величиной.

д) К числу контролируемых параметров, получаемых косвенно, можно отнести отклонение действительных перемещений (балансира в опорной части, наклона опор, пилона и т.п.) от теоретических значений, полученных исходя из температуры элемента или всего моста; весовую оценку транспортного потока, полученную из сигналов от датчиков, регистрирующих прогибы или деформации балки жесткости; оценку вероятности гололеда на ездовом полотне моста и т.п.

е) В случае обнаружения неисправности в работе моста СНММ указывает на элемент конструкции, в котором диагностируется дефект – на переместившуюся опору, заклиненный деформационный шов и т.п.

ж) При накоплении СНММ информации целесообразно выделить для длительного хранения существенных событий, возникающих при эксплуатации моста.

з) Информацию о событиях, выделенных для хранения, следует помещать в базу данных. Работа с базой данных обеспечивает возможность более аналитической обработки и проведение обобщающих исследований процессов эксплуатации моста, формирование отчетов о его работе и т.п.

и) При анализе событий, вызванных нахождением временных подвижных нагрузок на мосту, целесообразно иметь синхронизированные изображения, полученные от видеокамер, реги-

стрирующих дорожную ситуацию на мосту.

к) Персонал получает информацию о текущем состоянии моста через станцию оператора - одну или несколько ЭВМ, на мониторах которых отображаются текущие значения прямых и косвенных параметров мониторинга, результаты оценки состояния моста.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №15 ПРОВЕДЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

В данной работе приведены рекомендации по проведению инструментальных измерений применительно к видам работ, выполняемых при мониторинге (см. раздел 7 Руководства по проведению мониторинга состояния). При этом не исключены другие методы и технологии проведения инструментальных измерений, обеспечивающих решение задач мониторинга.

При осмотре выполняют инструментальные измерения обнаруженных дефектов: площади протечек, нарушение защитного слоя, сетки трещин, длины и ширины раскрытия трещин. Для измерений используют стальные линейки, штангенциркули, мерные шаблоны, щупы и другие средства измерения. Для наблюдения за развитием трещины, кроме того, устанавливают "маячки". Эти виды работ выполняются при обследовании (диагностике) сооружений и не являются специальными.

Измерение толщины деталей и элементов металлоконструкций в местах, где измерения линейкой, штангенциркулем, шаблоном не могут быть выполнены, осуществляют приборами УЗК (ультразвукового контроля). При этом выполняют зачистку поверхности металла (с двух сторон) от краски и продуктов коррозии, калибровку прибора на соответствующую марку (тип) металла, корректировку режима калибровки в местах, где доступно непосредственное измерение толщины, например, штангенциркулем, шаблоном. Измерения прибором выполняют не менее 3 раз, а при отклонении от средней величины более чем на 15% повторяют измерения.

Прочностные характеристики бетона (марку бетона) определяют, как правило, неразрушающими методами (СНиП 2.03.01-84*), например, с использованием молотка "Шмидта". При этом на защитной поверхности бетона (15×15 см) замеры выполняют в 3 серии по 10 "ударов" молотком.

В необходимых случаях прочность бетона определяют в лаборатории при испытании на прессе образцов, взятых из бетона конструкций (ГОСТ 28570-90, ГОСТ 22690-88). Отбор кернов осуществляют буровой установкой с использованием кольцевых коронок. В лабораторных условиях из кернов готовят образцы стандартных размеров для испытания.

Толщину защитного слоя бетона определяют измерителями

толщины защитного слоя с предварительной зачисткой поверхности (снятие цементного "молока").

Глубину карбонизации бетона определяют по внутренней поверхности отверстий диаметром 10-12 мм, пробуренных в бетоне на глубину защитного слоя. Измерения выполняют в местах, внешне неблагоприятных (например, увлажненные, со следами выщелачивания и т.п.)

Содержание хлоридов в бетоне определяют по образцам (пробам), взятым при бурении скважин диаметром 10÷18 мм. При этом отбор проб осуществляют в местах, внешне неблагоприятных, на глубину защитного слоя бетона. Работы выполняют в соответствии с действующими методиками (Методика определения содержания хлоридов в железобетонных конструкциях мостовых сооружений).

Физико-механические характеристики металла определяют по образцам, отобранным с соответствующих исследуемых конструкций.

При этом используют стандартные методики определения марки металла, предела прочности и текучести, относительного изменения, ударной вязкости, свариваемости (ГОСТ 22536.0-87, ГОСТ 18895-97, ГОСТ 1497-84, ГОСТ 1759.0-87, ГОСТ 6996-66*, ГОСТ 12004-81*, ГОСТ 14098-91, ГОСТ 7564-97). Для неразрушающего контроля твердости металла используют твердомеры.

Наблюдения за взаимным положением сопрягаемых элементов осуществляют с использованием обычных средств измерения (линеек, штангенциркуля, шаблонов). Особый интерес представляют элементы мостового сооружения, работающие как механизмы: деформационные швы и опорные части. Например, в опорных частях фиксируют их положение относительно подферменников опор и балок пролетных строений, смещение опорных частей, наклон валков, выпирание резины и т.п. Для измерения перемещений в швах заделывают марки в сопрягаемые элементы балок в зоне опорных частей и конструкций деформационных швов.

Наблюдения за изменением геометрического очертания балок пролетных строений и опор выполняют геодезическими инструментами по маркам, установленным в характерных местах конструкции. В отличие от геодезических работ, выполняемых при обследовании сооружений, марки устанавливают в местах, где они не могут быть нарушены при ведении работ по содержанию сооружений. Марки могут быть заделаны в бетон, приклеены к материалу или нанесены краской. Например, для контроля вер-

тикальных перемещений марки для нивелирования в балках открытого профиля устанавливают на нижнем поясе, для коробчатых сечений - на верхней плите внутри коробки.

Для контроля смещений элементов в горизонтальной плоскости (теодолитной съемкой) марки могут быть установлены в узлах панелей ферм и на средних участках соответствующих раскосов и поясов, в местах верхнего и нижнего поясов балок и на участках сплошной стенки.

Для выявления смещений опор в горизонтальной плоскости марки устанавливают в верхней и нижней частях тела опоры (стойки) по возможности на обеих противоположных гранях.

Наблюдения за угловыми перемещениями проводят по установленным в конструкции электронным угломерам (датчикам). Снятие отсчетов осуществляют с помощью периодически подключаемого измерительного блока. Датчики устанавливают в характерных местах, где угловые перемещения наибольшие (в подопорных участках балок, в верхней части опор). Датчики (угломеры) устанавливают на шпильки, заделанные в бетоне или металле (например, клеем), прибор фиксируют на шпильке клеем с регулировкой его положения (нейтрального) измерительным блоком. Базовый отсчет выполняют после отверждения клея.

Измерение температуры элементов сооружения выполняют приборами контактного измерения (пирометрами, электротермометрами) или датчиками, заделываемыми в материал конструкции (термопарами, датчиками "Боттон" и т.п.). Датчики устанавливают в сечениях конструкции, позволяющих выявить среднюю температуру балок пролетных строений, элементов поперечного сечения пролетных строений, материала непосредственно в местах, где измеряют деформации материала и т.п.

Датчики заделывают в скважинах бетона или плотно фиксируют на поверхности материала термомастой или механическими зажимами. При использовании зажимов в материале заделывают анкерные дюбели. Измерения температуры термометрами выполняют периодически подключением измерительного прибора. Датчик "Botton" сохраняет информацию о температуре и влажности. Для считывания данных датчик демонтируют и устанавливают в считывающее устройство.

Измерения длительных деформаций материала конструкции выполняют с использованием оптоволоконных датчиков, электрических датчиков сопротивления, деформометров и др.

Оптоволоконные датчики закрепляют по концам базы измерения вдоль защитной поверхности материала (без выступов и

наплывов). Для крепления датчиков в материале конструкции заделывают анкеры. Электрические датчики сопротивления приклеивают по всей предварительно зачищенной поверхности материала. Для

деформометров в материале конструкции заделывают или наклеивают специальные марки, устанавливаемые по шаблону для обеспечения точной установки деформометров, имеющих фиксированную базу измерения.

Жесткостные характеристики конструкции определяют от устанавливаемой нагрузки, проводимой периодически при длительных наблюдениях. Применение механических тензометров, индикаторов, прогибомеров не отличается от их использования при испытаниях мостовых сооружений.

Динамические характеристики конструкции определяют по методике "Методические рекомендации по вибродиагностике автодорожных мостов".

Для определения напряжений в бетоне методом "разгрузки" используют следующие приборы и оборудование:

- измеритель деформаций;
- молоток "Шмидта" – измеритель прочности бетона;
- измеритель толщины защитного слоя бетона и определитель местоположения арматуры в бетоне;
- "пистолет" горячего воздуха – для сушки бетона при наклейке датчиков;
- шлифовальная машинка – для зачистки поверхности бетона;
- стабилизатор напряжения;
- подмости;
- оборудование для резки бетона с алмазным диском;
- тензодатчики;
- специальные клеи для наклейки тензодатчиков;
- электростанция мощностью 2,2 кВт.

Разметку локальных мест наклейки датчиков проводят на поверхности бетона, исключая места расположения арматуры, определяемые измерителем толщины защитного слоя на площади примерно 50×30 см.

Поверхность бетона зачищают от наплывов и цементного молока.

На зачищенной бетонной поверхности блока в местах, где отсутствовали трещины и раковины, шлифовальным камнем готовят не менее 6 площадок бетона на площади примерно 10×4 см под наклейку тензодатчиков.



Готовые площадки повторно проверяют на наличие раковин и трещин, открывающихся по мере зачистки бетона, и из них выбирают окончательно рабочие площадки под наклейку датчиков. При выявлении сплошных дефектных участков все операции по подготовке поверхности повторяют на новом месте.

В каждой точке измерения накладывают не менее 3 тензодатчиков в направлении действия нормальных напряжений и 3 датчиков в перпендикулярном направлении. Наклейка датчиков проводится при помощи клея, время схватывания и выдержки клея не менее 60 мин.

Перед разгрузкой части удаленной бетонной конструкции с наклеенными тензодатчиками (далее – "фрагмент" бетона) осуществляют замер показаний. После стабилизации показаний измерителя деформаций по периметру ("вокруг") датчиков делают прорезы алмазным диском и удаляют "фрагмент" бетона с наклеенным на него датчиком. Тем самым "фрагмент" освобождается от усилий, воспринимаемых им в конструкции, и возникающие деформации соответствуют этим усилиям.

Снятие отсчетов (показаний) с тензодатчиков выполняют после устройства прорезей и после удаления "фрагмента" бетона из конструкции (полной разгрузки) и принятия им в обоих случаях температуры окружающего воздуха.