

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Н.Н. Гусев, доктор технических наук.

ООО «Научно-производственная фирма «Лидинг».

Ю.М. Глуховенко, доктор технических наук, профессор.

Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко

Российской академии наук.

М.Д. Маслаков, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрено современное состояние вопроса в области создания структурированных систем мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Проанализирована работоспособность таких систем во время чрезвычайных ситуаций, и предложены пути повышения их эффективности.

Ключевые слова: структурированные системы мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений, средства контроля напряженно-деформированного состояния строительных конструкций и грунтового основания

INFORMATION STABILITY PROVISION OF THE MONITORING OF THE TECHNICAL STATE OF BUILDINGS' ARCHITECTURAL CONSTRUCTIONS, EARTH FOUNDATIONS, AND FACILITIES IN CASE OF EMERGENCY SITUATIONS

N.N. Gucev. Limited liability «Scientific and production company» Leading».

**Yu.M. Glukhovenko. Institute of problems of transportation of N.S. Solomenko
of the Russian academi of sciences.**

M.D. Maslakov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In the article, the modern state of the issue, concerning creation of the structured systems of monitoring and management of the engineering systems of buildings and constructions, is regarded. The operating capacity of these systems in case of emergency situations has been analyzed, and the ways of its increase in effectiveness have been offered.

Keywords: the structured systems of monitoring and management of the engineering systems of buildings and constructions, control facilities of stress-strain behavior of building constructions and earth foundation

Одной из подсистем структурированных систем мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС) является система мониторинга инженерных (несущих) конструкций (СМИК), опасных природных процессов и явлений, которая осуществляет в режиме реального времени контроль изменения состояния оснований, строительных конструкций зданий и сооружений, сооружений инженерной защиты, зон схода селей, оползней, лавин в зоне строительства и эксплуатации объекта, мониторинга с целью предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Одной из целей создания СМИК наряду с предупреждением ЧС в целях недопущения потерь, ущерба здоровью людей, материального ущерба в условиях действия дестабилизирующих факторов является информационная поддержка принятия решений органами повседневного управления РСЧС по предупреждению и ликвидации аварий, ЧС.

Согласно п. 4.9 ГОСТ 22.1.12–2005 [1] системами СМИС (и в том числе СМИК) в обязательном порядке оснащают очень большой класс сооружений. Идея создания систем контроля изменения состояния оснований строительных конструкций, сооружений впервые была реализована на гидротехнических сооружениях в 30-х гг. прошлого века. Основы теории и практики создания таких систем мониторинга (по терминологии гидротехников системы контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) были заложены в ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, НИС ГИДРОПРОЕКТ им. С.Я. Жука, МИСИ им. В.В. Куйбышева, ВНИИ ВОДГЕО. Опыт гидротехников был успешно применен при контроле напряженно-деформированного состояния стартовых комплексов космодрома Байконур. Созданные на стартовых сооружениях системы мониторинга получили название систем испытаний и долговременного контроля (ИДК). Огромный вклад в теорию и практику систем ИДК внесла ВКА им. Можайского [2]. Системы КИА, ИДК и подсистемы СМИК решают схожие задачи с помощью комплектов технических средств.

У гидротехников перечень технических и программных средств мониторинга за состоянием гидротехнических сооружений определен в нормативно-технической документации в зависимости от класса сооружения [3]. Состав комплектов аппаратурных средств ИДК закреплен в Ведомственных нормативных документах. ГОСТ 22.1.12–2005, состав комплектов аппаратурных средств подсистем СМИК не регламентирует, давая его на откуп проектировщикам систем.

Территориальные и ведомственные строительные нормы [4–8] регламентируют включение в состав аппаратурных средств СМИК следующих аппаратурных средств контроля:

- геодезического контроля (осадки, крены, развороты);
- вибрационного контроля (параметры вибраций конструкций и сооружения в целом);
- тензометрического контроля (давление в основании фундаментов, напряжения в бетоне и арматуре).

Необходимо отметить, что средства КИА и ИДК создавались с целью проведения натурных исследований и контрольных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием и пространственной стабильностью конструкций в строительный и эксплуатационный периоды, для проверки правильности принятых проектных решений и последующего наблюдения за эксплуатационным состоянием сооружения, то есть не ориентировались на решение конкретной задачи мониторинга безопасности сооружения, тем более в аварийных ситуациях. С вводом в действие ГОСТ 22.1.12–2005 проектировщики подсистем СМИК пошли по пути приспособления существующих первичных преобразователей и вторичной аппаратуры для решения задач в интересах МЧС России, то есть средства приспособлялись для решения задач МЧС России, а не создавались специально под задачи МЧС России.

Этим обстоятельством обусловлен существенный недостаток, присущий как системам КИА и ИДК, так и СМИК, а именно, утрата или отсутствие информации о реакции строительных конструкций и сооружения в целом непосредственно во время аварии. Особенно этот недостаток проявляется при взрывных воздействиях.

Как отмечалось выше, одной из целей создания СМИК является информационная поддержка принятия решений органами повседневного управления РСЧС по предупреждению и ликвидации аварий, ЧС. Для принятия обоснованного решения по ликвидации аварии необходимо знать параметры состояния строительных конструкций и грунтовых оснований зданий и сооружений непосредственно в процессе аварии.

В случае возникновения аварии, сопровождающейся динамическими воздействиями или высокими температурами, как правило, вторичная аппаратура, источники питания и кабельная сеть выходят из строя. Достаточно утратить свою работоспособность хотя бы одному из перечисленных компонентов СМИК, как получение информации от нее прекращается и возобновляется только после проведения ремонтно-восстановительных работ на объекте, на что уходит порой несколько месяцев или лет. Причем, как показывает практика, системы мониторинга восстанавливаются в последнюю очередь. Наиболее «живучими» элементами системы мониторинга являются первичные преобразователи, так как они защищены слоем бетона или грунта.

Непосредственно после аварии, уже на стадии проведения аварийно-спасательных работ и оценки степени повреждения сооружений, остро встает вопрос выявления причин аварии и оценки значений фактических нагрузок, действовавших на сооружения, параметров напряженно деформированного состояния конструкций и грунтового основания в момент аварии. Обоснованная оценка остаточного ресурса здания или сооружения после аварии возможна только на основе анализа значений нагрузок, действовавших на сооружение, и вызванных ими изменений в напряженно-деформированном состоянии несущих и ограждающих конструкций, а также в их пространственном положении. Очевидно, что наиболее ценной является информация о реакции сооружения именно в момент аварии. Однако, как уже отмечалось, как правило, в момент возникновения аварии система мониторинга утрачивает свою работоспособность. Определяющим параметром при оценке остаточного эксплуатационного ресурса сооружения являются максимальные и минимальные значения напряженно-деформированного состояния конструкций за время действия динамической нагрузки во время аварии, которые как раз остаются незарегистрированными.

Со всей очевидностью встает вопрос создания аппаратурных средств в составе СМИК, которые бы обеспечивали регистрацию и сохранение параметров сооружения непосредственно в момент аварии или как минимум, максимальных и минимальных значений этих параметров.

В целях устранения указанного недостатка подсистем СМИК предложено [2, 3] в качестве первичных преобразователей использовать датчики с механическим запоминанием максимальных (P_{max}) и минимальных (P_{min}) значений измеряемого параметра напряженно-деформированного состояния несущих конструкций зданий и сооружений. Другими словами гарантированно получать значения P_{max} и P_{min} независимо от состояния источников питания в момент аварии.

Пусть измеряемый (контролируемый) параметр напряженно-деформированного состояния несущих конструкций зданий и сооружений (P) имеет некоторые максимально и минимально допустимые (предельные) значения соответственно $P^+_{пред.}$ и $P^-_{пред.}$ (рис. 1), а за все время эксплуатации здания в штатном режиме максимальные и минимальные значения измеряемого параметра достигали соответственно значений от P^l_{max} до P^l_{min} .

Тогда в штатном режиме эксплуатации здания или сооружения (на интервале времени $t < t_l$) должны выполняться условия:

$$P^+_{пред.} > P > P^-_{пред.} ;$$

$$P^+_{пред.} > P^l_{max} ;$$

$$P^-_{пред.} > P^l_{min} .$$

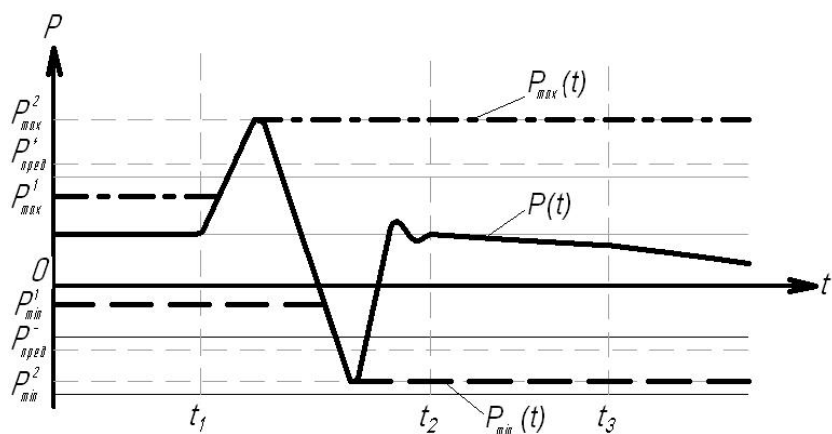


Рис. 1

Пусть при возникновении аварии (момент t_1) на сооружение начинает действовать динамическая нагрузка, вызывающая изменение измеряемого параметра на интервале времени $t_1 - t_2$ в диапазоне значений от P_{max}^2 до P_{min}^2 .

В момент времени $t > t_1$ все элементы системы мониторинга, кроме датчиков, утрачивают свою работоспособность.

Далее, на интервале времени $t > t_2$ действие динамической нагрузки прекращается, хотя некоторое изменение в напряженно-деформированном состоянии и пространственном положении конструкций сооружения может продолжаться.

Пусть к моменту времени t_3 в результате проведения ремонтных работ работоспособность системы мониторинга восстановлена. При использовании традиционных датчиков система мониторинга после восстановления ее работоспособности может показать, что значение контролируемого параметра P лежит в пределах $P_{пред}^+ > P > P_{пред}^-$ (рис. 2) и конструкция находится в работоспособном состоянии. Однако на интервале времени $t_1 - t_3$ информация отсутствует, в то время как реально под действием динамической нагрузки во время аварии значения контролируемого параметра P превысили значения $P_{пред}^+$ и $P_{пред}^-$ и достигали значений P_{max}^2 и P_{min}^2 .

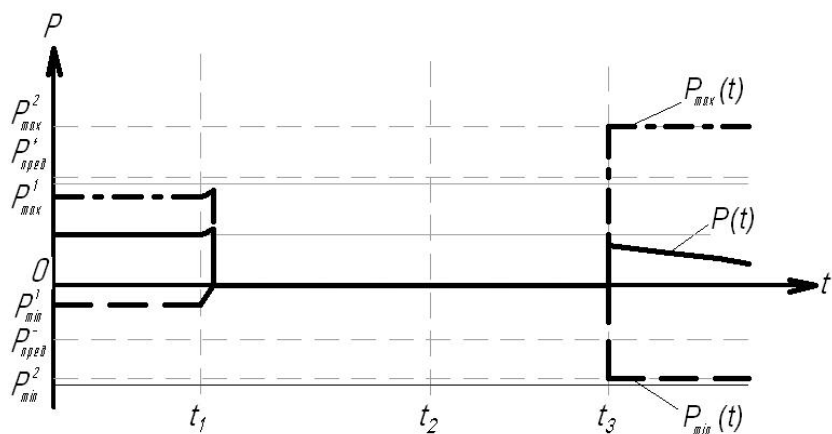


Рис. 2

Следовательно, для получения достоверных значений измеряемого параметра напряженно-деформированного состояния несущих конструкций зданий и сооружений при аварийных ситуациях, в качестве первичных преобразователей, необходимо использовать датчики с механическим запоминанием максимальных (P_{max}) и минимальных (P_{min}) значений измеряемого параметра в момент аварии, с обеспечением возможности регистрации текущего значения измеряемого параметра после восстановления работоспособности системы мониторинга (рис. 1, 2).

Предложенный подход реализован в разработке, защищенной авторским свидетельством на изобретение № 1418582, полученным Н.Н. Гусевым в соавторстве с А.М. Бобровниковым [9, 10].

Литература

1. ГОСТ 22.1.12–2005. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования: [сайт]. URL: <http://www.internt-law/gosts/gost/4774> (дата обращения: 19.08.2013).
2. Безопасность России. Безопасность строительного комплекса. М.: МГОФ «Знание», 2012. 798 с.
3. СНиП 33-01–2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения: [сайт]. URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/39/39321/index.htm> (дата обращения: 12.08.2013).
4. ТСН 31-332-2006. Жилые и общественные высотные здания: [сайт]. URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/47/47488.htm> (дата обращения: 22.08.2013).
5. МРДС 02-08. Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных. М., 2008.
6. МГСН 4.19–2005. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий комплексов в городе Москве: [сайт]. URL: <http://www.Karyatid.ru/25.htm> (дата обращения: 26.08.2013).
7. Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции. М.: Москомархитектура, 1998.
8. Обследование и мониторинг при строительстве и реконструкции зданий и подземных сооружений: учеб. пособие. М., 2005.
9. Гусев Н.Н., Бобровников С.А. Авторское Свидетельство: № 1418582 СССР, МКИ⁴ G01L 1/10. Струнный датчик: № 4178597. Заявл. 6 нояб. 1986 г.; опубл. 23 авг. 1988 г. Бюл. № 31.
10. Гусев Н.Н. Адаптация существующих систем мониторинга безопасности зданий и сооружений опасных производственных объектов и гидротехнических сооружений к работе в аварийных ситуациях // XXI в.: Человек. Общество. Наука. 2007. № 2 (1). С. 24–27.