

УДК 55:004.9

В.М. Анисимов

МОНИТОРИНГ ОСНОВНЫХ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Доказана возможность получения необходимой технической информации о состоянии несущих элементов сооружений и конструкций без нарушения их целостности. Обоснована методика неразрушающего контроля с применением геоинформационных систем.

Ключевые слова: геоинформационные системы, трещинообразование, контроль состояния железобетонных конструкций, наклонные трещины.

Многие современные железобетонные конструкции отличаются большой сложностью. В тонкостенных железобетонных оболочках или в массивных сверхмощных прессах создаются напряженные состояния, требующие детального контроля и анализа. Рассмотрим их мониторинг с применением геоинформационной системы (ГИС).

Например, в г. Екатеринбурге в 1997 г. автором в составе коллектива лаборатории горной геофизики [1-4] было выяснено, что в амфитеатре здания государственного цирка имеется диаметральная трещина. При сейсмометрическом обследовании остальных несущих элементов этого уникального здания, недоступных для внешнего осмотра, были обнаружены системы трещин, которые являлись подтверждением ранее обнаруженных. Но с объяснением происхождения установленных нарушений только за счет сейсмического влияния взрывных работ от проходки туннелей строящегося Свердловского метрополитена (ст. Геологическая) мы не согласились. Было показано, что динамическое воздействие от трамвайного движения по амплитуде составляет около 20 % от взрывного

воздействия, зато по продолжительности в 17,3 тысячи раз превышает его. С другой стороны, во время различного рода эстрадных и иных концертов в здании цирка под воздействием музыкального сопровождения находящимися в здании людьми согласованно возбуждаются сейсмические колебания, превышающие взрывные воздействия и по амплитуде, и по продолжительности. Причем при длительности концертов в 2—3 часа и средней продолжительности взрывов в 4—5 секунд оказывается, что первые почти в 2 тысячи раз превышают продолжительность последних. Таким образом, можно сделать вывод, что нарушения в виде трещин в элементах здания цирка возникли не только из-за воздействия взрывных работ.

Подобные ГИС были разработаны и использованы для мониторинговых наблюдений за состоянием здания Екатеринбургского цирка и других объектов. Результаты измерений служили основой для разработки рекомендаций по ведению взрывных работ на действующих горнодобывающих и строительных предприятиях, в непосредственной близости от которых находились объекты контроля.

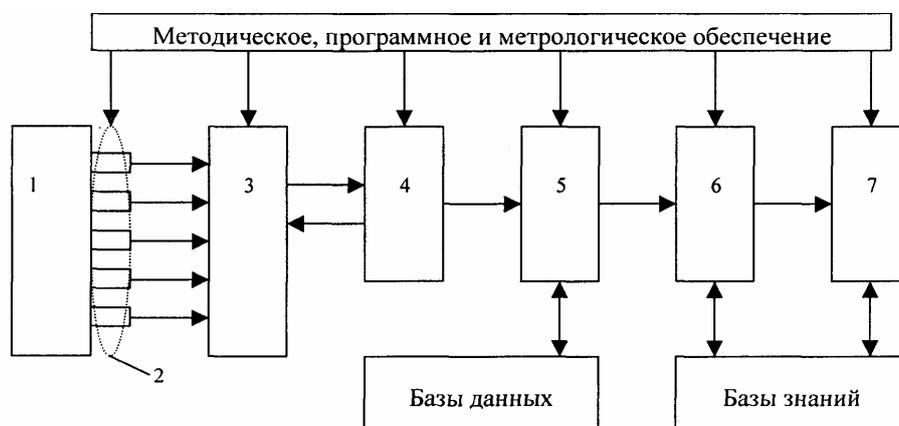


Рис. 1. Общая структурная схема разработанной геоинформационной системы
 1 — объект исследования; 2 — датчики; 3 — согласующее устройство; 4 — устройство сбора информации; 5 — подсистема предварительной обработки информации; 6 — подсистема оценки свойств, структур, строения и состояния контролируемого объекта; 7 — подсистема принятия решения на основе экспертных оценок

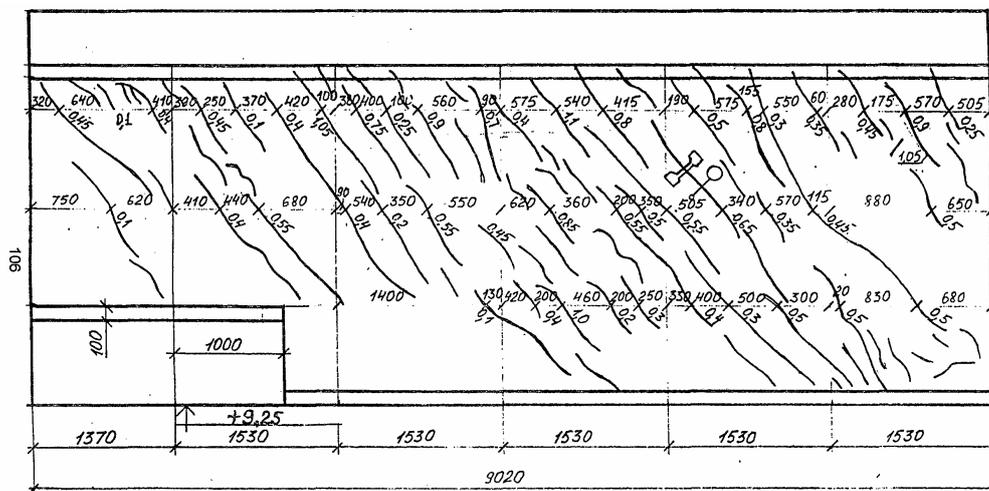
Говоря о качестве информации, следует отметить, что такие параметры качества, как репрезентативность, содержательность, достаточность, доступность, устойчивость, целиком определяются на методическом уровне разработки геоинформационных систем. Параметры актуальности, своевременности, точности и достоверности информации обуславливаются в большей степени также на методическом уровне, однако на их величину существенно влияет и характер функционирования системы, в первую очередь ее надежность. При этом параметры актуальности и точности жестко связаны соответственно с параметрами своевременности и достоверности. Отличительной чертой таких систем является многообразие типов задач и используемых данных.

Общая схема системы и описание ее работы:

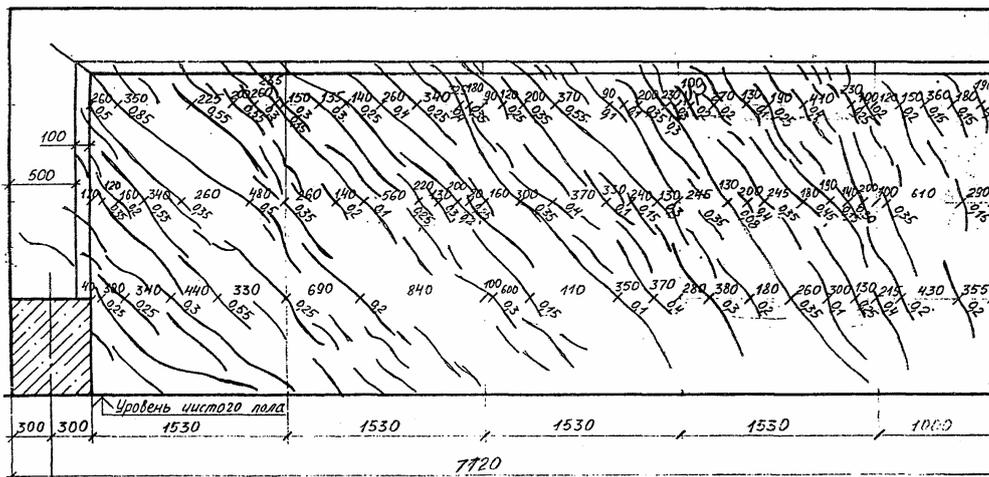
Общая структурная схема разработанных и внедренных ГИС представлена на рис. 1.

Здесь различные параметры объекта исследования (1) регистрируются с помощью датчиков (2), работающих на

различных физических принципах, и посредством согласующего устройства (3) трансформируются в устройство сбора информации (4). Полученная информация об объекте передается в подсистему предварительной обработки информации (5), в которой выполняется анализ значений зарегистрированных параметров на основании статистических данных, хранящихся в соответствующей базе. Сигналы, имеющие хотя бы один недопустимый параметр, передаются в подсистему (6), в которой устанавливается, является ли сложившаяся ситуация в системе аварийной. При этом на основании базы знаний, хранящей информацию об аварийности по многим параметрам, происходит идентификация зарегистрированного параметра сигнала, вышедшего за допустимые пределы, а также анализ состояния комплекса других параметров на этом же объекте. Далее при условии, что по другим датчикам (не менее двух) наблюдаются также превышения допустимых параметров, формируется сигнал аварийной ситуации и передается в подсистему экспертной оценки.



а



б

Рис. 2. Расположение трещин а) на левой поверхности балки-консоли Б-2 по оси 10р / 11р, б) на наружной поверхности балки-стенки Б-4 по оси 11р [2]

При этом отметим, что, в соответствии с рекомендацией для характеристики изменения скоростей сейсмических волн в зависимости от изменений состояния контролируемого элемента, в конструкции здания цирка нами использован известный ряд Котельникова.

Нами проведен весьма основательный анализ практического существования «...более или менее равно-

мерной сети наклонных трещин по длине и по высоте тонкой стенки» каждой из балок, приведенных на рис. 2 (а, б) [2]. Указаны вероятные причины их возникновения, приведен разработанный принцип информационной энтропии в механике разрушения инженерных сооружений и горных пластов, установлено, что основной причиной разрушения является выделяемая условно-нормализованная

иерархия в трещинообразовании и вложенной блочности в прочностной структуре твердого тела (бетона или гранита).

Трещинообразование — результат деформации сооружений с раскрытием естественных микротрещин или развития деформаций до определенных (критических) размеров, вызывающих появление трещин с последующим их развитием до макроскопических величин.

Этот принцип используется для назначения величины масштабного коэффициента при расчете резерва живучести крупноразмерных сооружений и горных массивов. Горные пласты (массивы) с их блочной структурой представляют естественное продолжение картины предразрушения, возникающей в менее массивных железобетонных конструкциях. Отсюда следует необходимость использования критерия живучести, проверенного на железобетонных конструкциях, при составлении схемы предельного состояния горного массива в различных сечениях относительно тектонических разрушений, например, разломов. Очевидно, что после включения или дополнения этими рекомендациями соответствующих ГОСТов и СНиПов станет возможным определять резервы живучести исследуемого объекта.

В 1998 году была выполнена реконструкция основных несущих элементов здания Екатеринбургского цирка, в том числе по усилению балок Б-2. Эффективность реконструкции подтверждена инженерно-сейсмологическими исследованиями, приведенными в отчете ИГД УрО РАН, выполненном в том же году. Несмотря на то, что в течение 2004 — 2005 г.г. обследования основных несущих элементов этого уникального здания были выполнены в ещё боль-

ших объемах времени, утверждать о полной безопасности эксплуатации здания цирка в настоящее время невозможно.

В процессе реализации ГИС для здания городского цирка (г. Екатеринбург) на основании собираемых данных с помощью геофизических методов был получен геолого-геофизический разрез до глубин порядка 80-100 м. Кроме того, методом переходных процессов выполнены работы по субпараллельному профилированию северной части участка исследований. В результате установлено наличие нескольких субмеридианальных границ раздела, отождествленных с зоной разлома. Установленный факт обусловил необходимость проведения сейсмометрических исследований основных несущих колонн, в ходе которых было обнаружено существенное увеличение скоростей упругих волн на двух из 16-ти колонн, что объясняется изменением уровня грунтовых вод под зданием цирка. На этом основании в настоящее время принято решение о необходимости осуществления непрерывного контроля уровня грунтовых вод и непрерывного мониторинга сейсмических скоростей по каждой из несущих колонн.

Таким образом, в настоящее время для обоснования безопасности эксплуатации здания существует весьма острая необходимость выполнения повторных обстоятельных исследований. Это позволит продолжить безопасную эксплуатацию уникального по конструкции здания цирка, несмотря на выявленные нарушения в основных несущих элементах здания.

В заключение отметим:

- анализ полученных результатов при практическом использовании ГИС показал правильность выбранных принципов построения структур-

ной схемы и применения выбранных геофизических методов;

• при применении ГИС дается оценка технического состояния объектов и определяется вероятный период их безаварийной работы, без разбора конструкции;

• представляется, что развитие геоинформатики как научного базиса и геоинформационных технологий как прикладного инструментария обеспечит интеграцию данных, знаний и методов для расширения круга решаемых задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геомеханика* в горном деле: Доклады международной конференции 19-21 ноября 2002г. - Екатеринбург :ИГД УрО РАН 2003.- 301с. Мухаметшин А.М., Ведерников А.С., Кадыкова Т.В., Панфилов С.С., Скоробогатов С.М., Анисимов В.М. «Некоторые результаты анализа экспериментальных исследований динамического воздействия на инженерные сооружения».

2. *Скоробогатов С.М.* Принцип информационной энтропии в механике разруше-

ния инженерных сооружений и горных пластов. - Екатеринбург: УрГУПС. 420 с. с илл.

3. *Классификация* — каталог деформаций сооружений от взрыва скваженных зарядов ВВ. – Губкин 1985.- 45 с.

4. *Обследования* и оценка состояния основных несущих элементов здания Екатеринбургского государственного цирка: Отчет о НИР / .ИГД УрО РАН; Руководитель А.М. Мухаметшин; № 0105 / 04. - Екатеринбург, 2005. – 80 с., прилож. 8. **ИДБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Анисимов В.М. — кандидат технических наук, начальник отдела ООО «СТК».



СЕРИЯ КНИГ «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ»

Начало на стр. 18.

Сегодня в продаже на сайте www.gornaya-kniga.ru Вы можете найти книги по обогащению:

1. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование полезных ископаемых. Т.2. Технология переработки и обогащения полезных ископаемых
2. Абрамов А.А. Собр. Соч. Т. 1. Обогащительные процессы и аппараты
3. Абрамов А.А. Собр. Соч. Т. 6. Флотация. Физико-химическое моделирование процессов
4. Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов. В 2-ух книгах. Кн. 1. Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo, Cu-Zn руды. Кн. 2. Pb, Pb-Cu, Zn, Pb-Zn, Pb-Cu-Zn, Cu-Ni, Co-, Vt-, Sb-, Hg-содержащие руды
5. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения
6. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т. 1. Обогащительные процессы
7. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т. 2. Технологии обогащения полезных ископаемых
8. Бадеников А.В. Флотация оловянно-свинцовой руды на анолите и католите
9. Бадеников А.В., Бадеников В.Я. Энергетические воздействия на компоненты флотации
10. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля
11. Кармазин В.В., Младешкий И.К., Пилов П.И. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых
12. Кармазин В.И., Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Т. 1. Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых
13. Меретуков М.А., Рудаков В.В., Злобин М.Н. Геотехнологические исследования для извлечения золота из минерального и техногенного сырья
14. «Обогащение полезных ископаемых». Отдельный выпуск горного информационно-аналитического бюллетеня. Выпуск 14. Выпуск 15
15. Татауров С.Б. Трансформация и переработка золотосодержащего сырья в криолитозоне
16. Федотов К.В., Никольская Н.И. Проектирование обогащительных фабрик
17. Рафиенко В.А., Малюк О.П. Обогащение кварцевых песков