

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.42:622.235

М.А. Волков, Д.В. Соловьев, Л.А. Белина, А.Г. Пимонов

XML-ХРАНИЛИЩЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАГРУЖАЕМЫХ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД

В настоящее время уделяется большое внимание разработке и совершенствованию бесконтактных методов контроля и прогноза динамических форм проявления горного давления. Одним из таких методов является метод регистрации электромагнитного излучения (ЭМИ). Физической основой метода является генерация электромагнитного импульса, обусловленного возникновением зарядов на образующейся поверхности трещины и механизмами его дальнейшей релаксации. Образование, рост и распространение трещин в деформируемых материалах с различными скоростями нагружения представляют интерес для описания процессов хрупкого разрушения горных пород в условиях их залегания. Для изучения механизмов разрушения очень важным является исследование всех явлений, сопутствующих трещинообразованию. Одним из таких явлений и является импульсное электромагнитное излучение [1].

Результаты исследований кинетики электромагнитных импульсов и их параметров на разных стадиях деформирования позволили перейти от качественного описания к определению механических и электрофизических характеристик разрушающегося материала, а также к решению задач по созданию работоспособного алгоритма прогноза разрушения.

В исследования разрушения твердых тел методом регистрации импульсного электромагнитного излучения весомый вклад внесли ученые КузГТУ. На основании экспериментальных данных по разрушению горных пород, полученных в научно-исследовательской лаборатории кафедры РМПИ КузГТУ было спроектировано и разработано XML-хранилище для оценки электрофизических свойств горных пород [2]. XML-хранилище – это новейший способ хранения данных и метаданных (данных о данных), а также иллюстраций, бинарных данных, электронных таблиц и документов в одном месте. Инструменты исследований усовершенствуются, что приводит к изменению данных, а XML-хранилища легко адаптируются к подобным изменениям. Существующие системы анализа, обработки и управления технологическими процессами, реализованные на любых языках программирования, могут обращаться к данным XML-хранилищ.

Сегодня большинство разработчиков программного обеспечения в качестве формата представления данных выбирают XML (eXtensible Markup Language – расширяемый язык разметки). Используя XML, можно добиться структурной независимости данных и упрощения процесса выбора необходимых поднаборов с целью их дальнейшего анализа. Язык XML содержит единственное фундаментальное понятие: теги – ключевые слова, обрамленные угловыми скобками [3].

В экспериментальных данных исследований ЭМИ были выделены сущности, положенные в основу XML-хранилища:

- образец;
- эксперимент;
- деформация;
- импульс.

Наглядное структурное представление этих данных на расширяемом языке разметки будет выглядеть следующим образом:

```

<образец с набором характеристик>
  <эксперимент с набором характеристик>
    <деформация с набором характеристик>
      <импульс с набором характеристик />
    </деформация>
  </эксперимент>
</образец>
```

Корневой (главной) сущностью из ранее приведенных является образец. Для презентативности получаемых статистических данных экспериментально исследуются не менее трех одинаковых экземпляров образцов горной породы. Поэтому дочерней (подчиненной) сущностью к образцу будет эксперимент. Количество записей об экспериментах в образце соответствует количеству экспериментов над однотипными образцами.

В рамках экспериментов образцы нагружают и в них возникают деформации, сопровождаемые электромагнитным излучением. Следовательно, данные эксперимента будут состоять из описания нагрузок и соответствующих деформаций. Основными параметрами электромагнитного излучения, зависящими от величины приложенной нагрузки, являются амплитуда импульса и интенсивность, оцениваемая количеством импульсов в единицу времени. Набором этих характеристик описывается сущность импульс.

По стандартам XML описание данных оформляется на английском языке, сами же данных могут быть представлены на любом языке. Правила описания задаются с помощью специальные схем, состоящих из правил оформления структуры и содержания данных.

Формализованное структурное представление образца будет выглядеть следующим образом:

```

<?xml version="1.0" encoding="Windows-1251" ?>
<model id="идентификатор образца в системе">
  <title>Наименование образца</title>
  <desc>Описание образца</desc>
  <created>Дата изготовления</created>
  <height>Высота образца</height>
  <diameter>Диаметр образца</diameter>

  <experiment id="идентификатор эксперимента
    в системе" group="группа эксперимента">
    <title>Наименование эксперимента</title>
    <date>Дата проведения эксперимента</date>
    <v>Предел измерения напряжения</v>
    <t>Предел измерения времени</t>
    <picture1>Иллюстрация образца до
      эксперимента</picture1>
    <picture2>Иллюстрация образца после
      эксперимента</picture2>
    <picture3>Иллюстрация образца: вид
      сбоку</picture3>

    <deformation id="идентификатор деформации
      в системе">
      <p>Нагрузка в делениях</p>
      <l>Деформация в делениях</l>
      <picture1>Иллюстрация деформации (1-ая серия
        импульсов)</picture1>
      <picture2>Иллюстрация деформации (2-ая серия
        импульсов)</picture2>
      <picture3>Иллюстрация деформации (3-я серия
        импульсов)</picture3>

    <impulse id="идентификатор импульса
      в системе">
      <tn>Время нарастания импульса в делениях
      </tn>
      <tr>Время релаксации импульса в делениях
  
```

```

    </tr>
    <a>Амплитуда импульса в делениях</a>
  </impulse>
  </deformation>
  </experiment>
</model>
```

XML-хранилище создается на основе системы управления XML-базами данных. Разработанные коммерческие и открытые XML-базы данных весьма различаются как по своим функциональным возможностям, так и в отношении архитектурной организации. Было предпринято несколько попыток классификации систем. Наиболее известной и используемой, но при этом не вполне обоснованной и убедительной, является классификация Рональда Буре [4]. В этой классификации насчитывается 37 XML-баз данных, среди которых 11 открытых и бесплатных систем. В результате анализа существующих открытых систем управления XML-базами данных была выбрана наиболее мощная и функциональная Sedna XML DBMS, разрабатываемая исследовательской группой MODIS ИСП РАН. При проектировании и разработке СУБД Sedna разработчики преследовали две основные цели.

Во-первых, система должны быть полнофункциональной. Это означает, что в ней обязаны присутствовать все традиционные механизмы систем баз данных:

- управление внешней памятью;
- средства запросов и обновления данных;
- управление параллельно выполняемыми транзакциями;
- оптимизация запросов и т.д.

Во-вторых, система должна поддерживать среду выполнения приложений, интенсивно обрабатывающих XML-данные. Для этого требуется тесная интеграция функциональных возможностей средства управления XML-данными и языка программирования [5].

Оформление данных в формате XML и создание XML-хранилищ было бы бесполезно без инструментов создания, проверки и обработки XML-данных, таких как XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformation – расширяемый язык сти-

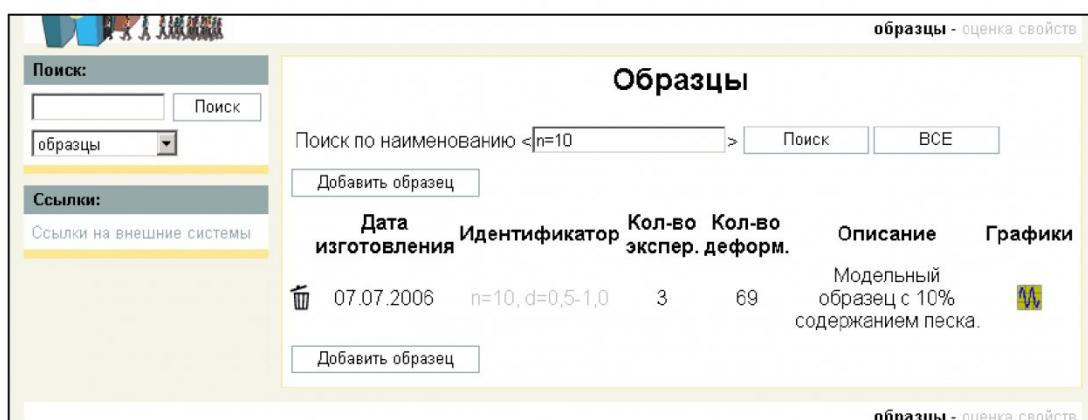


Рис. 1. Общий вид веб-приложения Scirock

n=10, d=0,5-1,0

Описание	Модельный образец с 10% содержанием песка.
Дата изготовления	07.07.2006
Высота образца (мм)	10
Диаметр образца (мм)	41
Изменить образец	

Эксперименты

Добавить эксперимент	Версия для печати					
Дата проведения	Наименование	Кол-во деформ. импульсов	Кол-во импульсов	Группа	Образец после	Графики
07.07.2006	Эксперимент N1, точечный индентер	23	28	1		
11.07.2006	Эксперимент N2	28	46	2		
12.07.2006	Эксперимент N3	18	25	3		

[Добавить эксперимент](#)

[Версия для печати](#)

Рис. 2. Интерфейс модуля описания образца и серии экспериментов над ним

лей преобразования XML-данных) и XSD (XML Schema – правила оформления структуры и описания данных). С использованием этих

инструментов и практически любого из существующих языков программирования можно создать графическую оболочку для данных XML-

Эксперимент N3

Дата проведения	12.07.2006	
Предел измерения напряжения	0.05	
Предел измерения времени	50	
Образец до эксперимента	Образец после эксперимента	Образец вид сбоку

Деформации

P (дел.)	P/P _{max} (дел.)	P (10 ³ Н)	Q (МПа)	L (дел.)	E	Нимп	Тобщ1	A1	Изображение
0.32	0.0348	0.5120	4.5294	0.06	0.0024	1	6.1	3	
0.49	0.0533	0.7840	6.9356	0.12	0.0048	1	4.1	2.5	
0.62	0.0674	0.9920	8.7757	0.16	0.0064	1	4.1	2.5	
0.74	0.0804	1.1840	10.4742	0.19	0.0076	1	1.5	2.5	
0.76	0.0826	1.2160	10.7573	0.36	0.0144	5	8.1	2.5	
1.5	0.1630	2.4000	21.2314	0.5	0.0200	1	7.3	2	
3.48	0.3783	5.5680	49.2569	1.06	0.0424	1	3.01	3	
4.46	0.4848	7.1360	63.1281	1.24	0.0496	1	4.01	3	
5.72	0.6217	9.1520	80.9625	1.5	0.0600	1	4.1	2.5	
7.15	0.7772	11.4400	101.2031	1.75	0.0700	1	4.1	1.4	
7.95	0.8641	12.7200	112.5265	1.9	0.0760	1	3.1	1	
7.7	0.8370	12.3200	108.9880	1.94	0.0776	1	2.6	1.5	
8.24	0.8957	13.1840	116.6313	1.99	0.0796	1	4	0.5	
9.2	1.0000	14.7200	130.2194	2.05	0.0820	1	3.1	1	
8.9	0.9674	14.2400	125.9731	2.14	0.0856	3	1.51	2	
8.9	0.9674	14.2400	125.9731	2.17	0.0868	2	2.6	1.5	
9.1	0.9891	14.5600	128.8040	2.19	0.0876	1	0.6	1.5	
9.2	1.0000	14.7200	130.2194	2.23	0.0892	1	0	0	

Рис. 3. Форма для вывода на печать описания эксперимента



Рис. 4. Интерфейс модуля описания электромагнитных импульсов

хранилища. Одним из перспективных на сегодняшний день является интерпретируемый язык программирования Python, разрабатываемый в течение 10 лет и прекрасно зарекомендовавший себя в иностранных и российских академических разработках.

Графическая оболочка изменения и анализа данных XML-хранилища реализована в виде веб-приложения, доступного в сети Интернет/Инtranet. Веб-приложение состоит из двух частей: серверной и клиентской. Серверная часть построена на базе веб-сервера Apache HTTPD, наиболее часто используемого для построения веб-приложений. В качестве клиентской части выступает приложение Microsoft Internet Explorer (интернет-обозреватель, доступный во всех версиях операционной системы Windows).

Общий вид веб-приложения представлен на рис. 1. С помощью кнопки «Добавить образец» происходит добавление информации о новом образце, указывается его описание, вводятся данные о сериях экспериментов над образцом. Поскольку образцов очень много, в интерфейсном модуле реализован поиск по идентификатору образца для выбора интересующей группы.

Интерфейс модуля описания образца и серий экспериментов над ним представлен на рис. 2. С помощью кнопки «Изменить образец» происходит измене-

ние характеристик образца или уточняется его описание. С помощью кнопки «Добавить эксперимент» добавляется новая серия экспериментов, вводятся данные о нагрузках и соответствующих деформациях образца. Для вывода этой информации на принтер необходимо воспользоваться кнопкой «Версия для печати».

Форма вывода на печать описания эксперимента, состоящего из нагрузок и соответствующих деформаций образца, представлена на рис. 3.

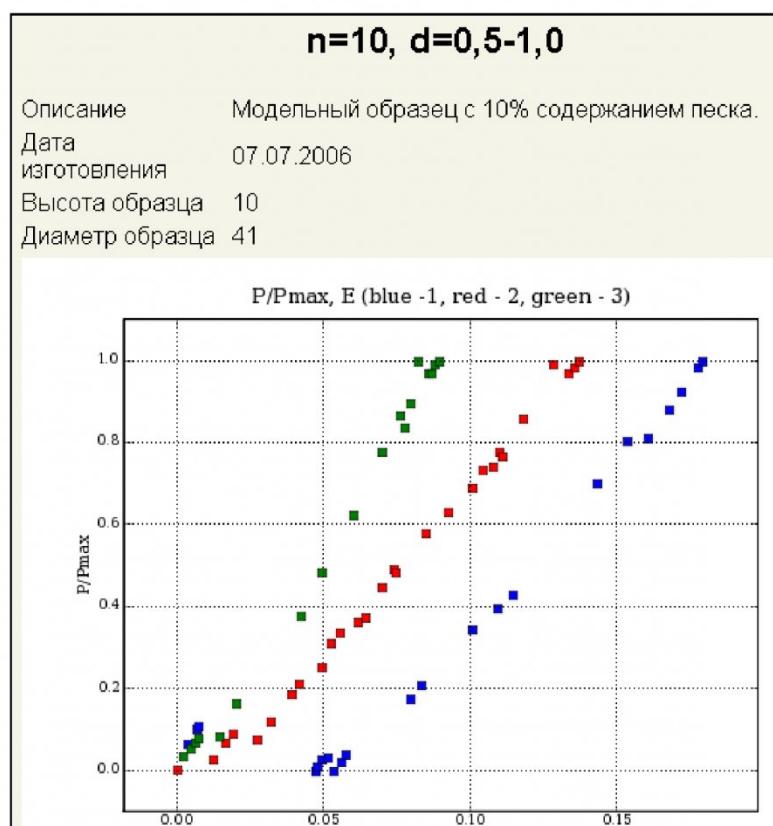


Рис. 5а. Зависимости экспериментальных данных

При нажатии на изображение электромагнитного импульса в любой строке будет отображен интерфейс модуля описания импульсов, представленный на рис. 4.

После нажатия на кнопку «Изменить деформацию» можно изменить деформационные характеристики и добавить изображения серий импульсов. Возможно добавление трех серий импульсов. С помощью кнопки «Добавить импульс» происходит добавление электромагнитного импульса на основании изображений, полученных с осциллографа.

По данным любого или всех экспериментов над образцом строятся графики зависимостей характеристик электромагнитного излучения. Графики зависимостей относительной нагрузки от деформации, времени нарастания импульса от относительной нагрузки представлены на рис. 5.

Созданное XML-хранилище является универсальным способом хранения данных, легко адаптируемым к изменениям методов исследования. На данный момент в XML-хранилище заносятся экспериментальные данные по разрушению мо-

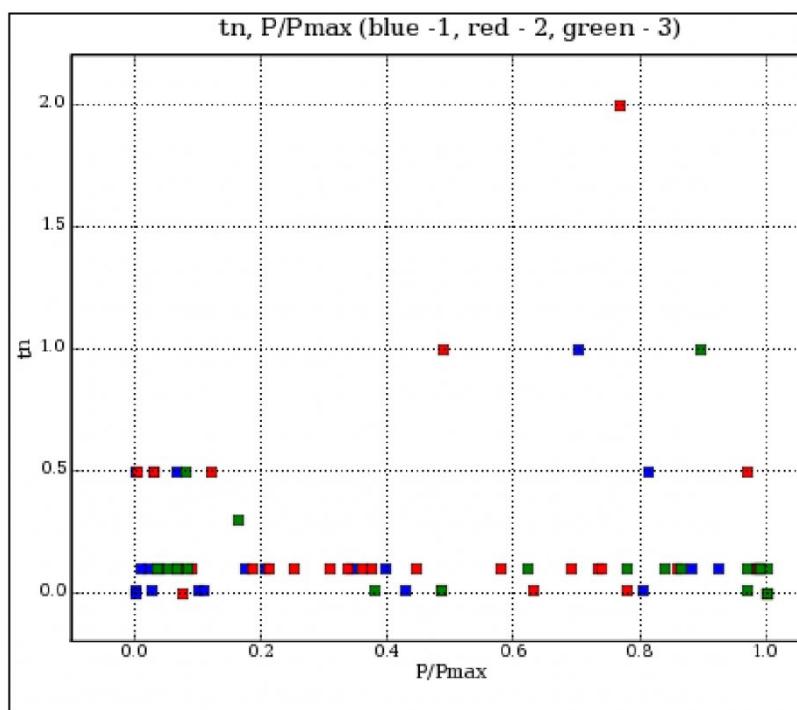


Рис. 5б. Зависимости экспериментальных данных

дельных образцов и образцов горных пород, полученные в научно-исследовательской лаборатории кафедры РМПИ КузГТУ. Рассчитанные оценки электрофизических характеристик образцов и построенные графики качественно и количественно совпадают с ранее полученными в лаборатории с использованием других программных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Егоров П.В., Колтакова Л.А., Мальшин А.А., Колмагоров В.М., Коноваленко В.А. Исследование разрушения твердых тел методом регистрации импульсного электромагнитного излучения. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2001.– С. 15-19.
- Волков М.А. Программный комплекс оценки электрофизических свойств горных пород// Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс-2006. Материалы XI Международная научно-практическая конференции, 23-24 нояб. 2006 г.– Кемерово, 2006.– С.318-320.
- Волков М.А. Архитектура открытой системы исследований на основе XML-хранилища// Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды V Всероссийской научно-практической конференции.– Новокузнецк: СибГИУ, 2005.– С. 390-391.
- Ronald Bourret. XML и базы данных// Школы консорциума W3C [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://xml.nsu.ru>, свободный.
- Гринев М., Кузнецов С., Фомичев А. Особенности СУБД Sedna. XML-СУБД Sedna: технические особенности и варианты использования// Журнал “Открытые системы”.– 2004. – №8 [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2004/08/>, свободный.

□ Авторы статьи:

Волков

Михаил Анатольевич
– аспирант каф. вычислительной техники и информационных технологий

Соловьев

Дмитрий Валерьевич
– аспирант каф. разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом

Белина

Любовь Александровна
– канд. техн. наук,
доц. каф. разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом

Пимонов

Александр Григорьевич
– докт. техн. наук,
проф., зав. каф. вычислительной техники и информационных технологий