УДК 620.79

**Г.С.МОРОКИНА,** *канд. техн. наук*, *доцент*, (*812*) *328-85-39*
*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург*

**G.S.MOROKINA,** *PhD in eng. sc*, *associate professor*, (*812*) *328-85-39*
*National Mineral Resources University* (*Mining University*), *Saint Petersburg*

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ДОСМОТРОВОГО КОНТРОЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСТОЧНИКОВ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

Представлен обзор применения гамма-источников в различных системах досмотрового контроля, для контроля больших толщин, проверок состояния трубопроводов и т.д. Рассмотрены вопросы построения измерительной системы и передачи данных на расстояние. Применение современных средств компьютерного моделирования для систем контроля позволяет создать комплексную систему контроля с безопасным управлением и передачей данных на расстояние.

***Ключевые слова*:** дистанционный радиационный контроль, передача данных, удаленный доступ.

# THE DEVICES FOR THE REMOTE CONTROL IN NONDESTRUCTIVE TESTING WITH AN APPLICATION OF GAMMA SOURCES

The text of this paper is concerned to the sources of gamma-ray radiation in modern devices of nondestructive testing and etr. Questions of computer construction and modulation of measuring system are considered. The second part of this article is denote to data transmission on the different distance. The results have shown that the most considerable changes are noted to the application of modern system of radiation control and computer designing allows creating the complex monitoring system with safe management for the system of radiating control.

***Key words*:** radiation control al the different distance, data transmission, remote control.

Целью данной работы является построение автоматизированной системы радиационного контроля. При применении высокоэнергетических источников присутствуют практически все процессы взаимодействия: фотоэффект, когерентное рассеяние, некогерентное рассеяние, эффект образования пары при энергии больше 1,022 МэВ. В дефектоскопии используются радионуклидные источники с энергией от 200 кэВ до 1,5 МэВ: Ir-192 и Co-60. В этом случае тип взаимодействия излучения с веществом – фотоэффект – практически отсутствует, а комптоновское рассеяние и эффект образования пары имеют большое значение. Для изотопа Co-60 (E = 1,17 МэВ и E = 1,33 МэВ) эффект образования пар играет решающую роль. Основными мерами по снижению облучения на персонал при открытых просвечиваниях являются: ограничение по времени работы, максимальное увеличение расстояния от источника ионизирующего излучения до рабочего места, использование приспособлений для временной стационарной защиты из бетона, металла и др., минимизация активности и мощности источника. Важным являет-

ся правильный выбор источника излучения. В общем случае линейный коэффициент ослабления излучения описывается формулой

$$\mu = \tau + \delta_1 + \delta_2 + \chi, \qquad (1)$$

где $\tau$ – линейный коэффициент поглощения, вызванный фотоэффектом; $\delta_1$ – линейный коэффициент поглощения, вызванный некогерентным рассеянием; $\delta_2$ – линейный коэффициент поглощения, вызванный когерентным рассеянием; $\chi$ – линейный коэффициент поглощения, создаваемый эффектом образования пар.

Массовый фактор линейного поглощения когерентной составляющей не зависит от длины волны первичных электронов и от поглощающих свойств исследуемого материала:

$$\delta_{\text{ког.мас}} \frac{\delta_{\text{ког}}}{\rho} = 0{,}2\,. \qquad (2)$$

Большинство рентгеновской техники, используемой как в медицине, так и в таможенной практике, имеет энергию $E < 200$ кэВ. В случае применения для контроля досмотровых комплексов высоких энергий безопасные условия эксплуатации определяются правильным использованием стационарных защитных средств и применением луча сканирования объекта небольшого размера. Основные меры по снижению дозовой нагрузки при работе на открытых площадках: ограничение времени при проведении работ вне стационарных защитных камер, максимальное увеличение расстояния от источника ионизирующего излучения до рабочего места персонала. При работе в полевых условиях используются приспособления для временной стационарной защиты из бетона, металла и т.д. (стены, укрепления, металлические конструкции), минимизирована мощность источника излучения при контроле. Так как снижение энергии и мощности источника излучения приводит к уменьшению степени радиационного воздействия на человека, то необходимо уменьшать эти параметры при выборе источника излучения. Однако необходимо учесть влияние снижения энергетических параметров источника ионизирующего излучения на чувствительность результатов радиационного контроля.

Результаты исследований показали, что при работе в полевых условиях на открытых площадках, судах, верфях, стройплощадках замена жесткого иридиевого источника излучения на селеновый повышает чувствительность контроля при некоторых толщинах. Таким образом, возможна замена иридиевого источника излучения при работе на открытых площадках менее энергетическим источником на основе селена.

При конструировании для объектов машиностроения, атомной, химической, нефтяной и газовой промышленности проводится предварительное компьютерное моделирование узлов неразрушающий контроль деталей на имитационных моделях, поэтому проекты должны быть созданы на единой платформе. В современном машиностроении система MSC (Mathematics Subject Classification) является платформой, на которой базируются мощные программные средства: Nastran, Dytran, Marc, Mentat – средства конечно-элементного анализа. Patran обеспечивает импорт геометрических моделей из CAD-систем, создание расчетных моделей, запуск на расчет, графическое отображение и обработку полученных результатов. Кроме того, Patran дает возможность транспортировать разработанные проекты из программного средства ProEngineer, уже широко применяемого в отечественной промышленности. В дополнении к возможностям MSC.Nastran и MSC.Dytran по решению нелинейных задач, с помощью программного средства MSC.Marc возможно решение задач, в которых разработанные конструкции подвергаются большим линейным и угловым перемещениям, а материалы имеют нелинейные свойства, которые могут быть исследованы в сложных конструкциях.

MSC.Marc является сложной универсальной конечно-элементной программой, в которой реализуется метод построения физических параметров с применением метода математического моделирования путем построения интерполяционной сетки с заданными граничными условиями в нодальных узлах сетчатой структуры (рис.1).

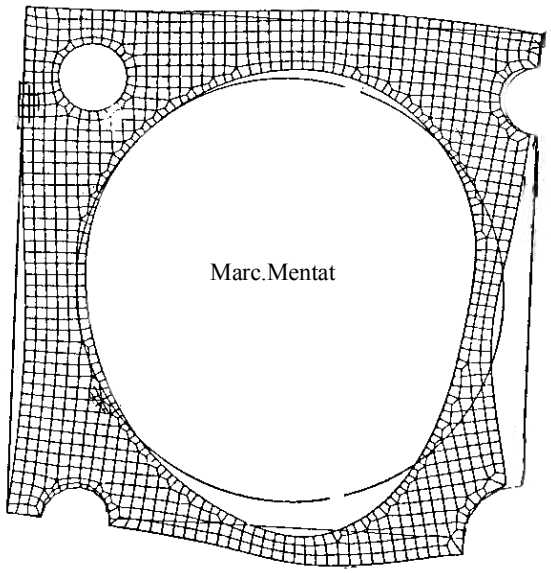



Рис.1. Деформация пластины с одной закрепленной точкой при наложенной нагрузке в программе Marc.Mentat (2D-модель)

Метод интерполяции с помощью конечно-элементной сетки позволяет проводить операцию по реструктурированию отдельного участка или фрагмента разрабатываемой детали или конструкции, а также испытания приложенной нагрузки на разрабатываемую деталь. Следующий этап – присвоение свойств материала и испытание нагрузкой созданной модели. Фрагменты детали под различной нагрузкой выделяются цветовым разрешением при компьютерном моделировании отдельных узлов приборных устройств.

В основе компьютерного моделирования лежит применение конечно-элементного анализа с помощью аппроксимирующих функций – интерполяции, экстраполяции и т.д. Применение эффективно при разработке сложных композитных деталей и необходимости проведения углубленного анализа работы конструкции в различных условиях, а также в случае высоконелинейного поведения конструкций и решения задач передачи энергии.

При создании измерительной системы, в которой для передачи информации на расстояние используются современные технологии передачи информации на средства удаленного доступа, возможно применение программируемых аппаратных средств на базе Trace mode 6 (TM 6). Данная интегрированная программная среда позволяет создать виртуальный прибор с заданными проектными параметрами.

Виртуальный прибор дает генерированный сигнал, дополнительно задается помеха, которая выводится на дисплей. Появляется возможность создания лабораторной работы для студентов приборостроительной специальности. Trace mode 6 широко применяется в различных отраслях промышленности: атомной, нефтяной, газовой и т.д. Ресурсы данного программного средства позволяют создать не только измерительную систему с передачей несколько тысяч данных по каналам связи, но и высокую степень защиты данных на случай аварийного сбоя компьютерного центра или системы передачи данных. Для этого в системе предусматривается система двойного резервирования. Значения передаваемого сигнала выводятся на окно монитора (рис.2) с рассчитанными отклонениями и интервалами аварийного сбоя системы.

Программное обеспечение Trace mode 6 дает широкие возможности при создании приборов и систем радиационного контроля с блоками аварийного переключения при сбое системы. При создании приборов на базе среды Trace Mode 6 проектирование проводится при помощи процедуры автопостроения: с помощью консоли «источники/приемники» создается узел излучения и приемное устройство, затем выбирается тип генерируемого сигнала из библиотеки сигналов: синусоида, случайное число и т.д. При изучении вопросов радиационного контроля и безопасности Trace Mode 6 дает широкие возможности не только для создания приборов радиационного контроля, но и систем контроля с передачей данных различными способами, а также с демонстрацией систем аварийного подключения в случае сбоя автоматизированной системы контроля, что является важным при создании проектов для особо опасных объектов.

Рассмотрим примеры создания измерительной системы в среде TM6 для студентов приборостроительной специальности. При создании приборов, позволяющих в качестве регистрирующего устройства использо-

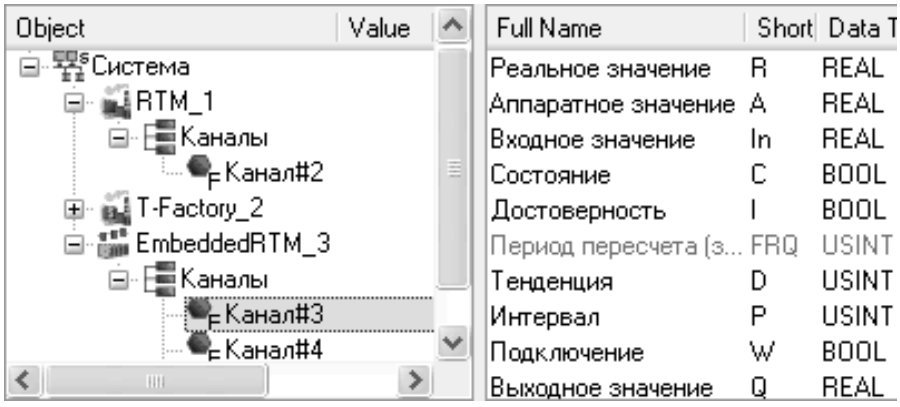



Рис.2. Создание системы мониторинга реального времени

вать созданный стрелочный прибор на мониторе ПК, в графе «текст» задается радиационный параметр.

Вновь созданный прибор можно запустить в автоматизированном режиме для контроля созданного объекта консолью «генерация профайла». Тренд размещается в шаблоне «экран». Встроенные автоматизированные системы обработки данных сокращают время расчетов. По протоколу DDE с приложением MS Windows разрабатывается система передачи данных досмотрового рентгеновского контроля с поста таможенного контроля на удаленную точку с применением модулей TM6: Scada Mobile, Wi-Fi и т.д. Преимуществом применения данного программного средства в учебном процессе многих специальностей является возможность широкого применения Trace mode в различных отраслях промышленности, предоставление бесплатной версии TM6 фирмой Адастра, возможность изучения современных языков программирования студентами, не владеющими основами программирования, но являющимися активными пользователями ПК. При использовании университетского сервера с базой практических и лабораторных работ применение отечественного программного обеспечения Trace mode дает несомненные преимущества, так как возможна бесплатная загрузка базовой версии программного обеспечения на сервер университета и работа студента в удаленном доступе. Такая технология позволяет применять новые программные средства, требующие большого количества оперативной и кэш-памяти на «тонком» компьютере, имеющем технические характеристики ниже требований, предъявляемых создателями программного средства к аппаратному обеспечению. Таким образом, у студентов и специалистов появляется возможность учебы в режиме он-лайн с применением программных продуктов на базе MSC: Patran, Nastran, Marc, Mentat и отечественной программной среды Trace Mode, а также возможность заниматься научно-исследовательской работой не только в аудиториях университета, но и на рабочих местах в удаленном доступе.

Рассмотренная в данной статье схема проектирования измерительной системы для научно-производственного сектора экономики позволяет создавать приборные системы для проведения измерения до несколько тысяч параметров одновременно с передачей данных в удаленную точку, что является весьма важным при проведении измерений в опасных или агрессивных средах, т.е. при отсутствии персонала в точке измерений.

Исследование проведено в рамках НИР ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы», проект П-1095.