

УДК 004.925.8:004.946:620.179.152

ЦИФРОВАЯ СИМУЛЯЦИЯ ПРИ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ
ПОДГОТОВКЕ И ОЦЕНКЕ НАВЫКОВ СПЕЦИАЛИСТОВ
ПО РАДИАЦИОННОМУ ВИДУ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

В. С. КУВШИННИКОВ, канд. техн. наук

Научный руководитель Е. Е. КОВШОВ, д-р техн. наук, проф.

АО «НИКИМТ-Атомстрой»

Москва, Россия

Потребность различных отраслей промышленного производства в специалистах по неразрушающему контролю (НК) не только в Российской Федерации и Республике Беларусь, но и в ряде других дружественных государств неуклонно возрастает. Специалисты по различным видам и методам НК обеспечивают качество, надежность и своевременную сдачу продукции в эксплуатацию, в первую очередь, в ресурсодобывающей, перерабатывающей и энергетической отраслях. Это позволяет увеличивать объемы производства в других сферах, нуждающихся как в специалистах НК, так и в сотрудниках смежных специальностей. От оперативности, объемов и уровня качества подготовки специалистов зависит очень многое.

Среди наиболее востребованных методов НК, в числе которых визуальный и измерительный контроль, акустический контроль (ультразвуковой), контроль проникающими веществами (капиллярный) и радиационный (радиографический контроль (РК): рентгено- и гаммаграфирование). Хотя и ультразвуковой и капиллярный контроль сопряжены с угрозами для здоровья персонала, наиболее опасными являются методы контроля проникающим ионизирующим излучением. Это налагает существенные ограничения на условия практической подготовки специалистов. Во-первых, к практическим занятиям не могут быть допущены лица до 18 лет, что ограничивает возможности профильных колледжей, профессиональных технических училищ по подготовке и выпуску аттестованных специалистов с удостоверениями 1-го уровня, затягивает получение квалификаций 2-го и 3-го уровней. Во-вторых, организация практических занятий требует оборудования и аккредитации лаборатории, удовлетворяющей строжайшим требованиям, а также наличия опытного специалиста-инструктора с необходимым уровнем компетенций и аттестации. При этом требуются периодические процедуры по продлению сроков действия аккредитации, переподготовка сотрудников, поверка оборудования и закупка нового дорогостоящего инвентаря с коротким сроком эксплуатации, а также приобретение расходных материалов и утилизация опасных отходов.

Перечисленное выше приводит к снижению «пропускной способности» учебного процесса, сокращению реального времени практики, увеличению

времени отрыва обучаемых от их основной деятельности на срок командирования к месту проведения практических занятий. Таким образом, приведенные выше факторы отрицательным образом влияют на продолжительность, стоимость и качество обучения.

К настоящему времени использование компьютерных средств в задачах обучения получило широкое распространение с применением цифровых образовательных ресурсов различных форм: от цифровизации учебных материалов до интерактивных тренажеров с виртуальной (VR) и дополненной реальностью (AR), включая иммерсионные тренажеры и другие инструменты погружения в образовательный процесс. Используя доступные средства человеко-машинного взаимодействия, можно добиться значительных результатов при развитии личных профессиональных навыков.

Трехмерное моделирование с погружением в VR-среду, применительно к РК, хорошо зарекомендовало себя в качестве эффективного инструментального средства как при подготовке и переподготовке профильных специалистов, так и на различных конкурсах профессионального мастерства. На площадках конкурсов в условиях несовместимых с выполнением полноценного РК действующими радиографическими (РГ) аппаратами требуется оценить уровень продемонстрированного мастерства при настройке множества параметров экспонирования, а также получить наглядный экземпляр результатов контроля, который корректно отражает недостатки и демонстрирует изъяны, возникшие в случае нарушения требований, предъявляемых к процедуре контроля.

Разработанные математические модели и алгоритмы позволяют наглядно отразить на цифровой тени результаты экспонирования. К ним можно отнести связь выбранного соотношения между анодным напряжением и величиной экспозиции с контрастностью изображения, выбранного фокусного расстояния и размера фокусного пятна источника с наблюдаемыми размерами геометрической нерезкости, связь между чувствительностью выбранного детектора и рассчитанными параметрами экспонирования с полученной оптической плотностью (для пленочного детектора) на расчетной толщине, связь выбранной схемы контроля и установленного ракурса с наблюдаемыми границами и геометрией проекции объекта на детекторе, а также результаты влияния другой входной информации в соответствии с особенностями реализации РК.

Симулятор промышленной радиографии позволяет применять цифровые двойники РГ-аппаратов на стационарных и переносных штативах при контроле лабораторных образцов стандартизированных сварных соединений, а также других объектов контроля, формировать двойник РГ-изображения в виде цифровой тени как на плоских, так и на изогнутых детекторах при произвольном расположении источника лучевого воздействия и вспомогательной оснастки, включая индикаторы чувствительности, маркировочные знаки, ограничительные метки и т. д.