

Выбор системы рентгеновского контроля. Взгляд технолога

В последнее время все больше российских предприятий использует рентгеновский контроль для диагностики и локализации производственных дефектов. Одним необходимо проконтролировать качество печатных плат, другим — электронных модулей, третьим — сварных швов. Перед некоторыми фирмами встает вопрос приобретения универсальной системы для данного вида контроля. Но какую установку выбрать и какие характеристики считать предпочтительными?

Максим Шмаков

mxxm-shmakov@yandex.ru

При написании данной статьи автором двигал не только интерес к относительно новому виду контроля, но и стремление разобраться, какие характеристики являются наиболее важными при выборе рентгеновских систем контроля электронной аппаратуры. Кроме того, хотелось помочь определить наиболее передовые изделия из тех рентгеновских установок, которые представлены на российском рынке ведущими поставщиками данного оборудования:

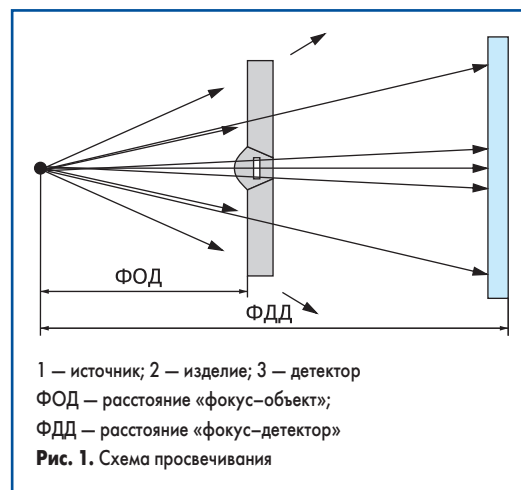
- FEIN FOCUS («Индустрия сервис»);
- Viscom («ДИАЛ-Электролюкс»);
- Phoenix X-Ray (ЗАО «Предприятие ОСТЕК»);
- X-Tek («Универсалприбор»);
- Piergiacomì (РТС «Инжиниринг»);
- Samsung («Электрон Сервис Технологии»).

К большому сожалению, автору не удалось посмотреть системы всех компаний, поскольку некоторых из них попросту нет в России, и тем более в Москве. Работу систем компаний X-Tek, Piergiacomì и Samsung автору не довелось увидеть, поэтому информация о данных установках взята либо с сайтов производителей, либо из проспектов.

Общие сведения

При радиационном контроле используют как минимум три основных элемента (рис. 1):

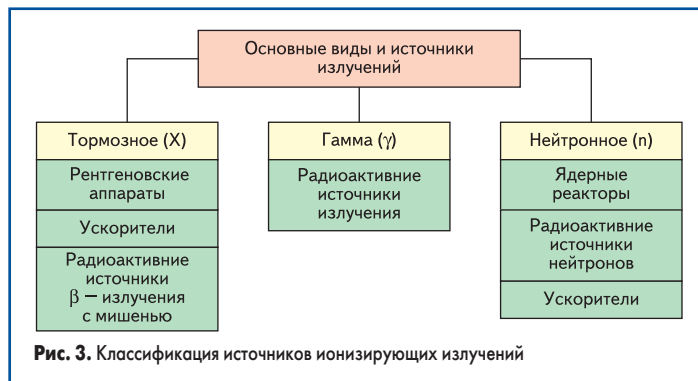
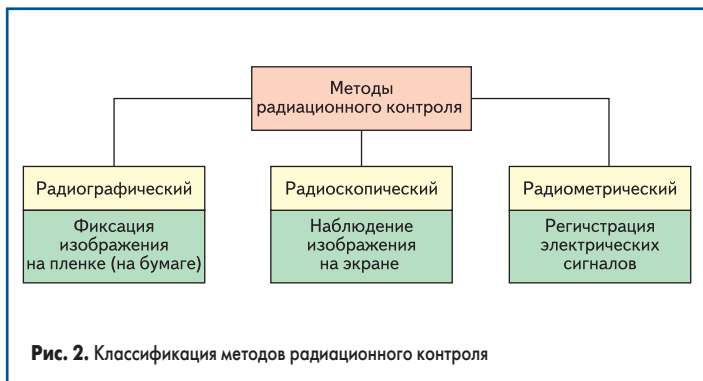
- источник ионизирующего излучения;
- контролируемый объект;
- детектор, регистрирующий дефектоскопическую информацию.



При прохождении через изделие ионизирующее излучение ослабляется — поглощается и рассеивается. Степень ослабления зависит от толщины и плотности контролируемого объекта, а также от интенсивности и энергии излучения. При наличии в веществе внутренних дефектов изменяются интенсивность и энергия пучка излучения.

Методы радиационного контроля различаются способами детектирования дефектоскопической информации (рис. 2) и соответственно делятся на радиографические, радиоскопические и радиометрические.

Изделия просвечивают с использованием различных видов ионизирующих излучений, классификация которых приведена на рис. 3.



В системах рентгеновского контроля печатных плат (ПП) применяется метод радиационной интроскопии, который позволяет преобразовывать радиационное изображение контролируемого объекта в световое изображение на выходном экране радиационно-оптического преобразователя.

Радиоскопический метод (метод радиационной интроскопии) неразрушающего контроля основан на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в световое изображение на выходном экране радиационно-оптического преобразователя, причем дефектоскопический анализ полученного изображения проводится в процессе контроля.

Сохраняя такие достоинства радиографического метода, как возможность определения характера и формы выявленного дефекта, методы радиоскопии позволяют исследовать контролируемый объект непосредственно в момент его просвечивания.

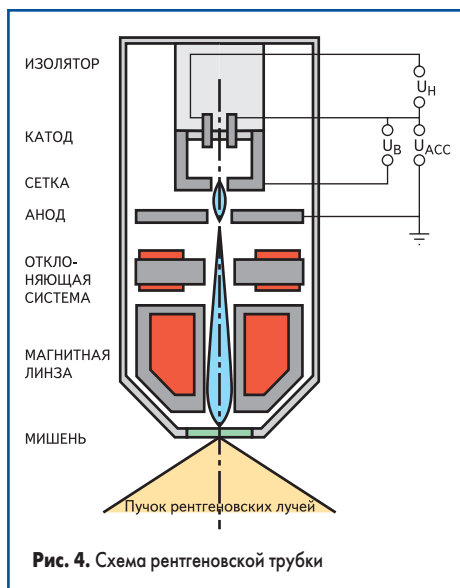
Сегодня цифровая технология рентгеновских систем обеспечивает то же качество и разрешение изображений, как и при использовании пленочной технологии, но предоставляет пользователю возможность значительно сэкономить средства и время. Результат при работе с системами рентгеновского контроля отображается эффективно и мгновенно, причем работать с таким оборудованием может даже специалист, не имеющий навыков радиолога. Кроме того, нет необходимости иметь свою лабораторию для обработки в химикатах, как это предусматривается пленочной технологией.

Рентгеновские аппараты

Со времени появления первых систем состав рентгеновской установки почти не изменился. Основными элементами являются:

- рентгеновский излучатель (рентгеновская трубка закрытого или открытого типа);
- детектор, регистрирующий дефектоскопическую информацию;
- контрольная аппаратура.

Высоковольтный генератор преобразует напряжение сети в напряжение питания рентгеновской трубки.



Контрольно-измерительная часть представляет собой группу приборов, которые служат для изменения и регулирования времени, тока, напряжения и частоты (реле времени, измерительные приборы, прерыватели, селекторы, защитные приборы и т. п.).

Рентгеновский излучатель (рис. 4) состоит из рентгеновской трубки и защитного кожуха, заполненного изолирующей средой — это трансформаторное масло, воздух или газ под давлением.

Оболочка трубки представляет собой запаянный баллон.

Необходимо учитывать, что в рентгеновских трубках напряжением до 60 кВ только 0,1% энергии электронного пучка преобразуется в энергию рентгеновских лучей. При напряжении 100 кВ КПД трубки увеличивается до 1%.

Лучевая отдача трубки зависит в основном от ускоряющего напряжения и предварительной фильтрации излучения.

С увеличением тока трубки при постоянном напряжении увеличивается интенсивность излучения. Увеличение ускоряющего напряжения при заданном анодном токе изменяет спектр излучения со смещением максимума в сторону коротких волн.

Одной из важных технических характеристик рентгеновской трубки является стабильность, в большой степени определяющая достоверность результатов исследования и продолжительность безотказной работы.

Оптические свойства рентгеновской трубки определяются формой и размерами оптического фокуса трубки. В настоящее время применяют трубки с круглым или прямоугольным (линейным) фокусом. В рентгеновских трубках с линейным фокусом размеры зоны, в которой электроны соприкасаются с мишенью, не соответствуют размерам кажущегося фокусного пятна. Эта зона представляет собой прямоугольник, тогда как кажущееся фокусное пятно является квадратом.

В основном рентгеновские трубки работают при разряжении 6–8 бар.

Как работает система контроля рентгеновским излучением?

Все начинается в вакуумной трубке, где происходит эмиссия электронов из катода, представляющим собой острие в форме иглы, с последующей бомбардировкой анода. Магнитная линза фокусирует поток электронов на тонком слое вольфрама, напыленном на мишень. В слое вольфрама поток электронов резко замедляется, что приводит к образованию рентгеновского излучения. Фокальное пятно представляет собой очень малый по размеру источник излучения, что позволяет получить контрастное изображение с микронным разрешением.

Рентгеновские трубки открытого и закрытого типа. Что необходимо учитывать при выборе

Рентгеновские трубки закрытого типа: все компоненты трубки расположены в вакуумном запаянном корпусе. Такая трубка является необслуживаемой и подлежит полной замене при окончании срока службы.

Рентгеновские трубки открытого типа: все компоненты трубки и изнашивающиеся детали доступны и заменяемы (при техническом обслуживании). Вакуум в трубке создается и постоянно поддерживается с помощью турбомолекулярного насоса. Трубки открытого типа обладают более высоким разрешением, увеличением и ремонтпригодностью, так как предусматривают замену изнашивающихся деталей.

Преимущества трубок открытого типа:

- неограниченный ресурс за счет открытой конструкции;
- лучшее разрешение (меньший размер фокусного пятна);
- минимальное расстояние фокус–объект для наибольшего увеличения;
- автоматический прогрев и тренировка трубки;
- непосредственный контроль интенсивности излучения;
- долговечный накат и стабильный фокус;
- экономия ресурса катода;
- простая замена мишени и накала за счет модульной конструкции;
- плотность детали может быть выше (большее напряжение на аноде трубки).

Преимущества прострельных трубок



Рис. 5. Рентгеновская трубка открытого типа с прострельным анодом компании Fein Focus



Рис. 6. Трубка открытого типа с направляющим анодом компании Fein Focus

Прострельная рентгеновская трубка (осевого излучения) — трубка, в которой рентгеновский пучок проходит вдоль оси трубки и выходит через анод на ее конце (рис. 5). У направленной трубки (бокового излучения) пучок выходит под углом к оси трубки (рис. 6). Прострельная конструкция позволяет уменьшить расстояние между трубкой и образцом, что ведет к росту увеличения. При этом мощность на мишени гораздо выше у трубок бокового излучения.

Различия между микрофокусной и нанофокусной трубкой

Размер фокального пятна в микрофокусных трубках составляет около 3 мкм. Даже такой размер источника излучения не предотвращает эффекта возникновения полутеней и, как следствие, размывание границ деталей

объекта на изображении. Это недостаток устаревших в нанофокусных трубках с размером фокального пятна около 1 мкм и высокой интенсивностью облучения, обеспечиваемой в случае необходимости.

Образованные в трубке рентгеновские лучи облучают образец точечным источником рентгеновских лучей (фокальным пятном), созданным в трубке, и изображение проецируется на приемник (детектор). Детектор, в свою очередь, имеет:

- преобразователь рентгеновского изображения (устройство для преобразования изображения, сформированного ионизирующим излучением в результате его взаимодействия с контролируемым объектом, в изображение другого вида);
- радиационно-оптические преобразователи, предназначенные для преобразования радиационного изображения в световое. Радиационно-оптические преобразователи, в которых за счет дополнительных источников энергии, не связанных с ионизирующим излучением, в процессе облучения происходит радиационно-оптическое преобразование с коэффициентом усиления яркости более единицы, называются усилителями радиационного изображения.

Основными метрологическими параметрами преобразователей рентгеновского изображения являются:

1. Размер рабочего поля.
2. Масштаб преобразования.
3. Коэффициент радиационно-оптического преобразования.
4. Коэффициент усиления яркости радиационно-оптического преобразования.
5. Предел разрешения.
6. Динамический диапазон.
7. Предел плотности потока энергии.
8. Яркость темного фона.
9. Геометрическое искажение радиационного изображения.
10. Степень чистоты поля зрения.
11. Зонные характеристики качества изображения.
12. Коэффициент передачи контраста.
13. Временное разрешение.

Масштаб преобразования радиационного изображения, то есть отношение линейного размера элемента преобразованного выходного изображения к аналогичному линейному размеру соответствующего элемента исходного радиационного изображения, в основном определяется размерами входных и выходных экранов радиационных преобразователей.

Экран, на котором происходит первичное преобразование радиационного изображения в изображение другого вида (яркость, проводимость, электронный поток и т. д.), называют входным, а экран, на котором формируется изображение, непосредственно воспроизводимое глазом человека, или изображение другого вида, удобное для регистрации и анализа, — выходным.

Качество радиационно-оптических преобразователей в значительной степени определяется свойствами их входных экранов.

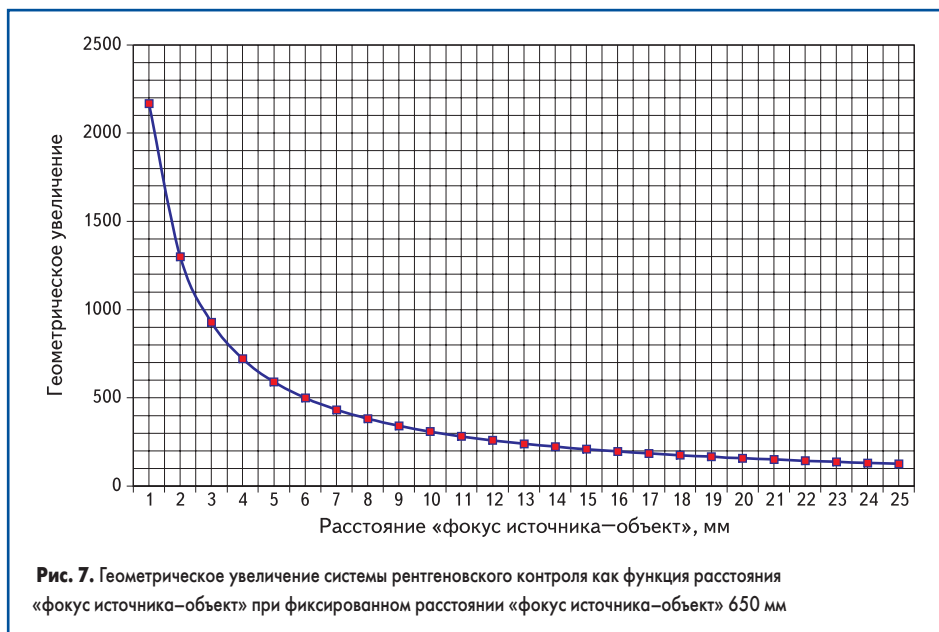


Рис. 7. Геометрическое увеличение системы рентгеновского контроля как функция расстояния «фокус источника—объект» при фиксированном расстоянии «фокус источника—объект» 650 мм

Входной экран должен обладать следующими свойствами:

1. Высоким поглощением рабочего пучка ионизирующего излучения.
2. Высокой эффективностью преобразования.
3. Высоким пространственным разрешением.
4. Согласованностью спектральной характеристики экрана со спектральной характеристикой работающего с ним фотокатода.

Для экрана выбирают материалы, флуоресцирующие под действием ионизирующего излучения, но наилучший компромисс между поглощением и пространственным разрешением может быть получен только с применением материалов, содержащих атомы с высоким атомным номером и имеющих высокую плотность.

Кроме экранов, флуоресцирующих под действием ионизирующего излучения, в радиоскопии используются входные экраны, материал которых изменяет свое сопротивление при облучении его указанным выше излучением, то есть выполненных в виде экранов фоторезистивного типа. К этим материалам относятся материалы с удельным сопротивлением $1-10^{18}$ Ом·см, включая металлы и сверхпроводники.

После столь сложного преобразования изображение попадает на экран монитора.

Основным принципом передачи изображений в радиационно-телевизионных установках является поэлементная передача значений интенсивности ионизирующего излучения, осуществляемая путем развертки пространственно-временного поля контролируемого объекта на передающей стороне и свертки изображения на приемной стороне.

Основные характеристики телевизионных систем радиационных интроскопов условно можно разделить на две группы: общие (технические) и специальные.

К первой группе обычно относят световую чувствительность системы, световую характеристику, разрешающую способность, контрастную чувствительность, отношение сигнал/шум, число передаваемых градаций яркости и другие параметры.

Специальными характеристиками телевизионных систем считаются детальность передачи телевизионных сигналов, масштаб изображения и т. д. [1]

Геометрическое увеличение равно отношению расстояния между фокальной точкой и приемником (детектором) к расстоянию между фокальной точкой и образцом. Учитывая, что расстояние между фокальной точкой и приемником ограничивается размерами самой системы и поэтому является фиксированным, максимальное геометрическое увеличение системы достигается при минимальном расстоянии между источником (фокусом источника) и контролируемым объектом (рис. 7).

Хотелось бы отметить, что если необходимо проверить пайку BGA или какой-либо другой микросхемы или компонента, то следует учитывать их высоту, поэтому вряд ли можно получить геометрическое увеличение более 600 \times .

Разрешение зависит также от величины фокусного пятна, или фокуса, — площадки внутри рентгеновской трубки, излучающей рентгеновский пучок. Уменьшение фокального пятна приводит к увеличению разрешения.

Детектор собирает рентгеновское излучение, прошедшее через деталь, и обрабатывает информацию в реальном времени, чтобы получить видимое для человеческого глаза изображение. Наиболее распространенные детекторы комбинируют видеокамеру и усилитель изображения, преобразовывающие рентгеновское изображение.

Прикладные требования

Кроме совершенной конструкции и лучшей рентгеновской трубки рентгеновская система должна иметь:

- удобный интерфейс пользователя;
- возможность автоматизации:
 - анализ BGA, QFP, Flip Chip и т. д.,
 - подсчет пустот,
 - контроль провисания проводников,
 - обработка в реальном времени,
 - программируемое управление;
- гибкие возможности обработки изображения,
 - ...и главное — быть простой и удобной!

Компьютерная томография

Высокоэффективный метод радиационного контроля удачно сочетает информационные достоинства рентгеновского излучения с последними достижениями вычислительной математики и цифровой техники в решении обратной задачи интроскопии.

Существо метода компьютерной томографии (КТ) сводится к реконструкции пространственного распределения линейного коэффициента ослабления (ЛКО) рентгеновского излучения по объему контролируемого объекта в результате вычислительной обработки теневых проекций, полученных при рентгеновском просвечивании объекта в различных направлениях (рис. 8). Обнаружение и детальное изучение дефектов в объеме контролируемого изделия осуществляет оператор путем визуального анализа изображений отдельных плоских сечений (томограмм) реконструированной пространственной структуры ЛКО. Таким образом удается детально контролировать геометрическую структуру и характер объемного распределения плотности элементного состава материалов без разрушения сложного изделия.

Различные объекты размером не более 150 мм в диаметре полностью пронизываемы для рентгеновского излучения во всех плоскостях и направлениях.

Новизна метода обусловила и принципиально новые возможности неразрушающего контроля (НК) методом КТ:

- полное 3-мерное представление объекта;
- неразрушающий метод получения сечений объекта;
- получение измерений в трех плоскостях;
- контроль разрушений во внутренних полостях;
- полнота анализа состояния объекта (2D и 3D-изображения);
- способность воспроизводить внутреннюю структуру толстых, неоднородных промышленных изделий сложной формы без взаимного наложения теней различных элементов;
- в десятки раз большую, чем у традиционной радиографии, чувствительность к локальным нарушениям сплошности, включениям, изменению градиента плотности и малым отклонениям геометрической структуры.

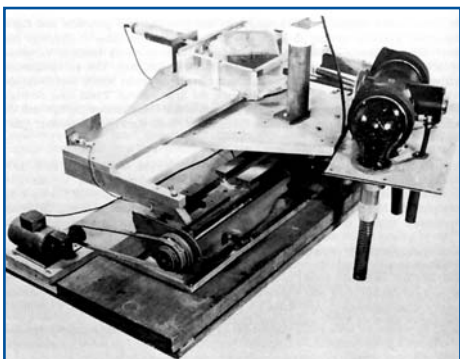


Рис. 8. Первый компьютерный томограф (Г. Н. Хонсфилд, А. М. Кормак)

При контроле ряда изделий методом КТ важную роль играет возможность получения количественной информации о контролируемой структуре, что создает предпосылки для автоматизации расшифровки результатов контроля и повышения эффективности их дальнейшего использования.

Достоинства метода КТ при контроле объемной структуры современных промышленных материалов и многослойных конструкций столь значительны, что существенно расширяют сложившиеся представления о потенциальной эффективности применения ионизирующих излучений неразрушающего контроля в целом.

Немного о безопасности

Ни для кого не секрет, что рентгеновские лучи опасны для жизни человека и влияют на изменения на генетическом уровне. Исходя из этих соображений системы разработаны в соответствии со строжайшими международными стандартами безопасности. Они соответствуют ROV от 18.6.2002 (<1 мкЗв/ч) для механизмов полной защиты, американским стандартам безопасности и защиты от радиации в соответствии с ANS/NBS CFR Sect.1020.40 (классификация защитных инсталляций) и японским стандартам.

Конструкция систем оснащена свинцовыми экранами, чтобы снизить влияние радиационного излучения на оператора. Толщина свинцовой стенки должна составлять не менее 1,6 мм (стандарт MIL-STD-883G).

На рис. 9 представлена схема рентгеновской кабины системы FXS-160.40 TIGER с указанной толщиной свинцового слоя. Когда напряжение на трубке составляет 160 кВ, а мощность — 10 Вт, данная конструкция рентгеновской камеры обеспечивает дозы рентгеновского излучения на расстоянии 10 см от внешней поверхности меньше чем 1 мкЗв/час. Это меньше уровня естественной радиации в окружающей среде и значительно ниже самых строгих мировых стандартов защиты от радиации.

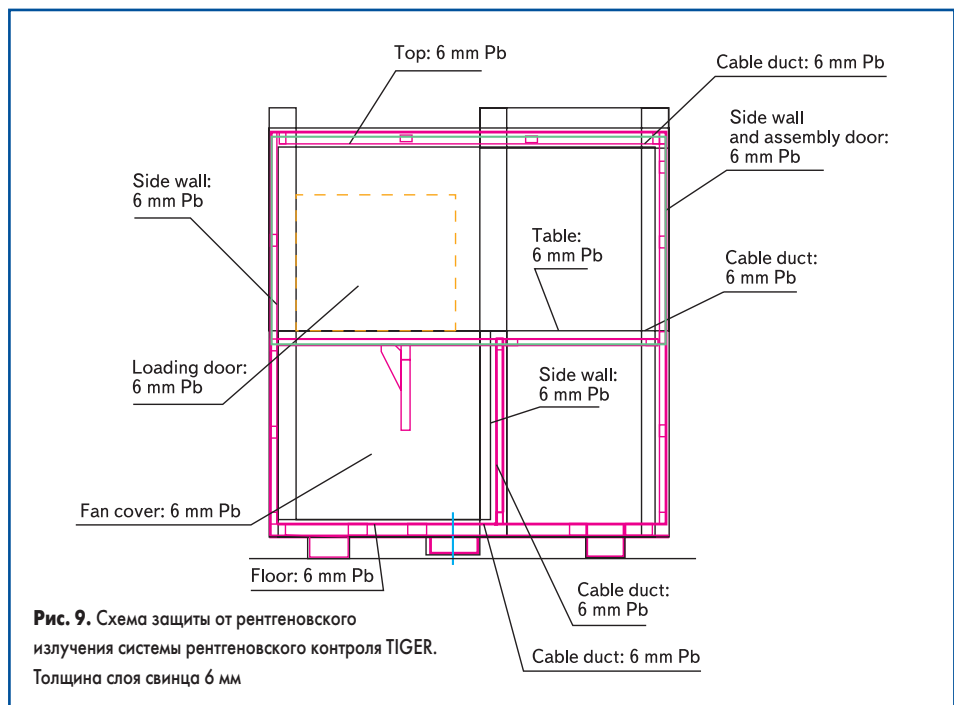


Рис. 9. Схема защиты от рентгеновского излучения системы рентгеновского контроля TIGER. Толщина слоя свинца 6 мм

Рассмотрение систем хотелось бы начать с немецких представителей, так как они являются первооткрывателями данного вида излучения.

FEINFOCUS (Германия, «Индустрия Сервис»)



Рис. 10. А. Рейнхольд — управляющий директор Feinfocus, разработчик первой запатентованной микрофокусной рентгеновской трубки. Совместно со своей командой совершил прорыв в микрофокусной радиоскопии

1982 год — Альфред Рейнхольд (рис. 10) разработал первую запатентованную микрофокусную рентгеновскую трубку (рис. 11).

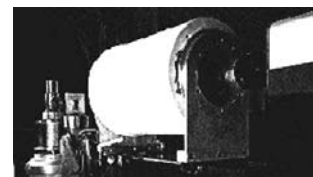


Рис. 11. «Люси I», ноябрь 1982 года

Наиболее интересными вариантами систем рентгеновского контроля, представленных сегодня на российском рынке, являются:

- TIGER
- FOX
- COUGAR



Рис. 12. Система рентгеновского контроля TIGER (FXS-160.40).

FXS-160.40 (TIGER) (рис. 12)

Презентация FXS-160.40 (TIGER) состоялась в 2000 году.

Данная система спроектирована специально для рынка печатных плат: контроль BGA, Flip-Chip, паяные соединения активных и пассивных компонентов, подсчет пустот, гибридные компоненты. Кроме того, система пригодна для контроля электромеханических компонентов: сенсоры, реле, плавкие предохранители, катушки, проводники внутренних соединений и т. д.

Технические особенности:

- манипулятор с предотвращением столкновений;
- технология AIM с интуитивным позиционированием детали;
- контроль третьего измерения при высоком увеличении;
- динамическая обработка изображения в реальном времени;
- открытая рентгеновская трубка с замкнутым контролем интенсивности;
- возможность контроля больших плат.

Особенности конструкции манипулятора (рис. 13)

Манипулятор находится в рентгеновской камере и используется для перемещения эле-

ментов с помощью дистанционного управления (рис. 14):

- предметный стол с исследуемым объектом перемещается горизонтально по осям X и Y;
- различные углы обзора достигнуты через вращение и наклон детектора (B);
- изображение детали и/или увеличение регулируются с помощью вертикального движения рентгеновской трубки по оси Z.



Рис. 14. Система поворота усилителя изображения в системе рентгеновского контроля FXS-160.40 (TIGER)

Как видно из рис. 13, конструкция манипулятора обеспечивает движение трубки (по оси Z), а не детали, что в свою очередь уменьшает геометрическое увеличение системы ввиду сокращения расстояния от детектора до источника излучения.

FOX-160.25 (рис. 15)

Презентация FOX-160.25 состоялась в 2001 году.

FOX-160.25 — промышленная нанофокусная рентгеновская система контроля, позволяющая выявлять субмикронные дефекты и отлично подходящая для контроля полупроводниковых компонентов, а также для других задач, где требуется исключительно высокое увеличение и точные двумерные измерения. Опционально система может быть оборудована модулем аксиальной компьютерной томографии.



Рис. 15. Система рентгеновского контроля FOX-160.25

Преимущества мультифокусной трубки

- Нанофокусный режим:
 - распознавание деталей вплоть до 250 нм;
 - меньший размер фокусного пятна (нанометры);
 - больший контраст;
 - большая четкость.
- Микрофокусный режим (стандартный):
 - стандарт систем FEINFOCUS (таблица 1).
- Режим полной мощности:
 - большая мощность — до 10 Вт;
 - большая энергия излучения;
 - большие контраст и четкость для материалов высокой плотности.

Технические особенности

- мощная нанофокусная трубка;
- увеличение до 7200 раз;
- геометрическое увеличение до 2400 раз;
- модульная компактная конструкция;
- прецизионный быстродействующий манипулятор;
- 5 степеней свободы (2D-измерение длины);
- обработка изображения в реальном времени;
- простота в обслуживании;
- малые габариты;

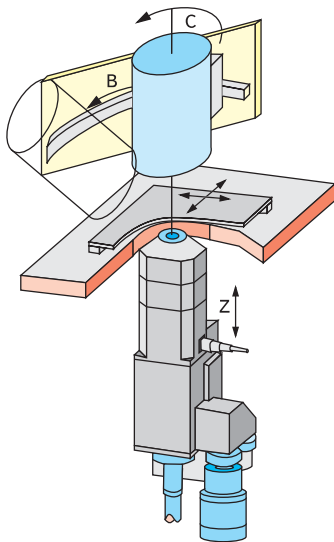


Рис. 13. Конструкция манипулятора системы FXS-160.40 (TIGER)

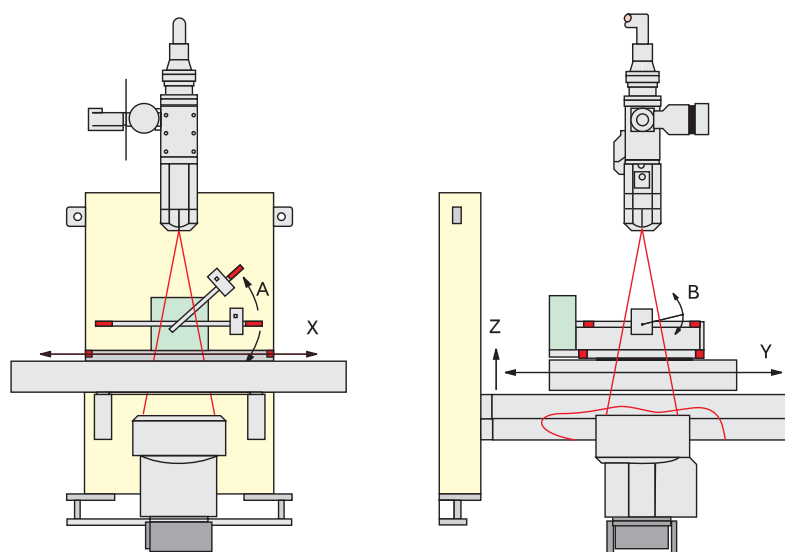


Рис. 16. Конструкция манипулятора системы рентгеновского контроля FOX-160.25

- лазерный визир;
- цифровой детектор реального времени;
- возможность контроля больших плат.

Особенности конструкции манипулятора (рис. 16)

Манипулятор находится внутри рентгеновской камеры (рис. 17):

- оси X, Y для перемещения детали по горизонтали;
- ось Z для перемещения усилителя изображения по вертикали;
- ось поворота (A) с держателем для больших деталей (300–400 мм) и съемная ось вращения (B);
- для сохранения увеличения при наклоне детали используется конический анод.

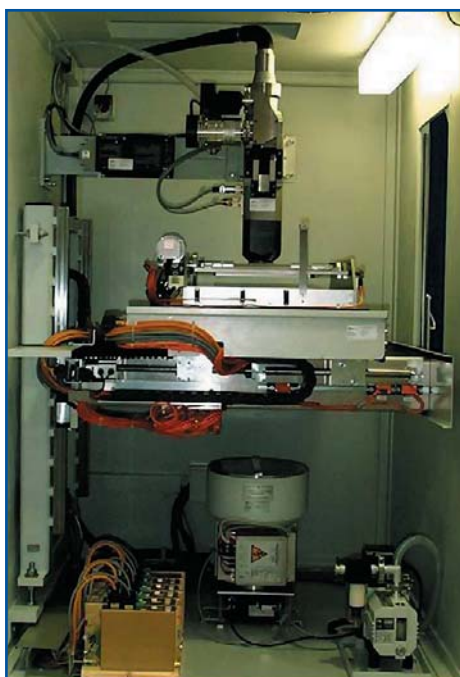


Рис. 17. Конструкция манипулятора системы рентгеновского контроля FOX-160.25

COUGAR-VXP (рис. 18)

COUGAR-VXP — универсальная рентгеновская платформа, которая может быть модифицирована в зависимости от требований заказчика. Варианты исполнения — начиная



Рис. 18. Система рентгеновского контроля COUGAR

Таблица 1. Технические требования систем рентгеновского контроля компании FEINFOCUS

	FXS-160.40 (TIGER)	FOX-160.25	COUGAR SMT
Рентгеновская трубка			
Тип трубки	Открытая микрофокусная трубка Открытая мультифокусная трубка (опция)	Открытая микрофокусная трубка Открытая мультифокусная трубка (опция)	Открытая микрофокусная трубка Открытая мультифокусная трубка
Мишень	Прострельная	Прострельная	Прострельная
Материал мишени	Вольфрам	Вольфрам	Вольфрам
Диапазон напряжения, кВ	10–160	10–160	10–160
Диапазон тока, мкА	10–300	10–300	10–500
Мощность трубки, Вт	64	48	64
Мощность на мишени, Вт	10	10	10
Разрешение, мкм	<1	<0,5	<1 <0,5 (нанофокусный режим)
Геометрическое увеличение	636°	2400°	1200°
Общее увеличение	2800°	7200°	6000°
Угол излучения	Без коллиматора 170°, конический	Без коллиматора 170°, конический	Без коллиматора 170°, конический
Минимальное расстояние от фокуса до объекта, мм	<1	Без коллиматора 0,25	
Детектор	6-дюймовый двухформатный с цифровой ПЗС камерой 752×582 пикселя 1000×1000 пикселя (опция)	9-дюймовый трехформатный с цифровой ЛВС камерой 752×582 пикселя	Цифровой плоский КМОП детектор 1032×1024 пикселя
Обработка изображения			
Программное обеспечение	8 бит 16 бит (опция)		16 бит
Опционально	Анализ VGA Подсчет пустот AVI-регистратор	Анализ VGA Подсчет пустот AVI-регистратор	Анализ VGA Подсчет пустот AVI-регистратор
Манипулятор			
Манипулятор	Джойстик, мышка	Джойстик, мышка	Джойстик, мышка
Движение детали по оси X, мм	610	300	310
Движение детали по оси Y, мм	460	400	310
Движение трубки по оси Z, мм	300	300	200
Поворот усилителя	0–360°	–	0–360°
Наклон усилителя	0–60°	–	0–72°
Наклон столика (A)	–	±45°	–
Поворот столика (B)	–	n×360°	–
Размеры			
Номинальная площадь, мм	610×460	400×300	
Расстояние от фокуса до плоскости X–Y, мм	<1–300	0,25–300	
Высота образца	<90	300–600	
Макс. поле зрения, мм	68×51	70×50	42×42
Время			
Скорость по осям X, Y, мм/с	0,2–25	0,05	
Скорость по оси Z, мм/с	1–50	0,1–50	
Скорость наклона, °/с	1–20	1–20	1–20
Скорость поворота, °/с	7–20	7–20	7–20
Вес детали, кг	5	10	5
Габариты			
Длина, мм	1700	1705	1000
Ширина, мм	1880	1460	1000
Высота, мм	2150	2060	2000
Масса, кг	2700	2550	1450

от простой системы для контроля дефектов до системы планарной компьютерной томографии для послыйного исследования образцов. COUGAR-VXP предназначена как для лабораторных, так и для производственных условий благодаря малым размерам и весу, а низкая базовая стоимость делает выгодным соотношение цена/качество.

Данная система является усовершенствованной системой FXS-160.40 (TIGER).

Начальная конфигурация

COUGAR-VXP поставляется в двух базовых конфигурациях: экономичная модель для анализа отказов (F/a) и усовершенствованная

модель для анализа поверхностного монтажа (SMT).

Стандартная платформа предлагает пользователю широкий ряд возможностей, включая микрофокусный рентгеновский аппарат открытого типа на 160 кВ и систему обработки изображения в реальном времени. Пользователь может добавлять такие усовершенствования, как мультифокусный рентгеновский аппарат, цифровой детектор (DDD), 16-битная обработка изображения и стабилизация истинной интенсивности (TXI), которая поддерживает стабильный уровень выходной интенсивности для 100%-ной устойчивости рентгеновского изображения.

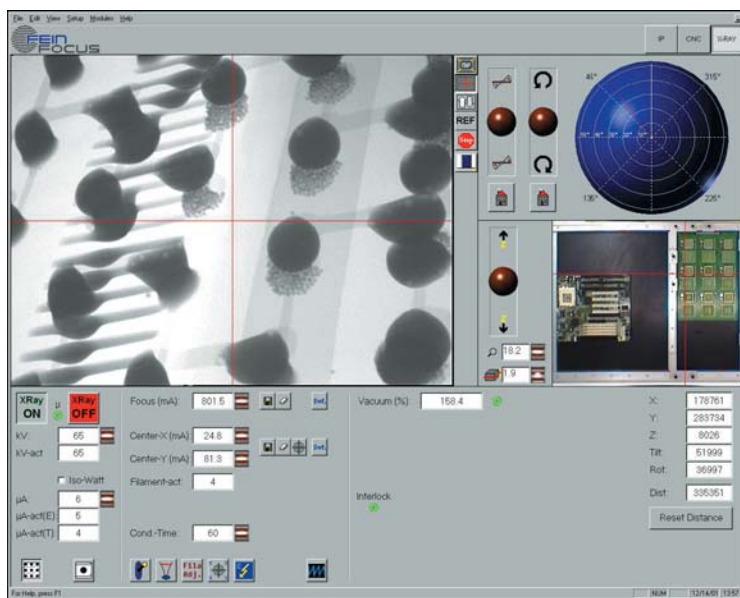


Рис. 19. FGUI — Графический пользовательский интерфейс FEIN FOCUS

Viscom (Германия, «ДИАЛ-Электролюкс»)

Viscom — первая компания, разработавшая комбинированные системы инспекции печатных плат. Компания Viscom создана в 1984 году. Все эти годы исследования и разработки велись в тесном сотрудничестве с потребителями, что позволило отслеживать самые последние тенденции и мгновенно реагировать на любые изменения в промышленности. Накопленный опыт предоставляет возможность инженерам и конструкторам компании постоянно вести разработки новой продукции и совершенствовать старые системы.

Х8008 — полуавтоматическая система рентгеновского контроля (рис. 20)

Х8008 — универсальная и недорогая система рентгеновского контроля печатных плат, работающая как автономное устройство в ручном или полуавтоматическом режиме. В основном система предназначена для мелкосерийного производства, опытных партий и инспектирования образцов. Х8008 применяется для контроля паяных соединений BGA, CSP, FlipChip-компонентов, деформации выводов



Рис. 20. Полуавтоматическая система рентгеновского контроля Х8008

QFP-компонентов, контактных площадок и проволочных соединений внутри чип-компонентов или корпусных компонентов, а также для дефектоскопии сварных швов и литых деталей.

Цельнометаллическая микрофокусная рентгеновская трубка имеет разрешение менее 7 мкм. Модульность рентгеновской трубки гарантирует долгий срок службы и надежную работу.

Опционально Х8008 может комплектоваться джойстиком для перемещения трубки. Основными преимуществами системы являются компактный дизайн, простота в эксплуатации и приемлемая цена, что делает Х8008 очень привлекательной системой даже для начинающего производства.

Х8011 — система для рентгеновского инспектирования печатных плат и неразрушающего контроля сварных швов (рис. 21)

Х8011 — мощная и высокопроизводительная система рентгеновского контроля, позволяющая инспектировать как электронные компоненты, так и большие и блоки весом до 10 кг и размерами 370×510 мм. Опционально Х8011 может быть оснащена специальной наклон-



Рис. 21. Высокопроизводительная система для рентгеновского инспектирования печатных плат и неразрушающего контроля сварных швов Х8011

но-поворотной системой, позволяющей не только позиционировать изделие по осям X, Y, Z, но и производить инспектирование под большими углами наклона. При этом диапазон перемещения по оси Z составляет 300 мм, что предоставляет возможность осуществлять инспекцию объектов с большой высотой. Также с помощью Х8011 можно производить неразрушающий контроль различных деталей, например, контролировать сварные швы на наличие микротрещин, корпуса тяжелых и габаритных экранированных печатных плат на наличие деформации и т. д.

Цельнометаллическая микрофокусная рентгеновская трубка имеет фокус менее 1 мкм и увеличение объекта 1250[×]. Модульность рентгеновской трубки гарантирует долгий срок службы и надежную работу.

Опционально система может быть модифицирована для осуществления томографической рентгенодефектоскопии, с помощью которой выполняется снимок слоя, лежащего на определенной глубине исследуемого объекта. Это особенно актуально для проверки многослойных печатных плат, кристаллов и микросхем.

Х8011 может работать в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах, она



Рис. 22. Рентгеновская трубка ХТ9160-Т и вакуумная система VS9071-А



Рис. 23. Моторизованная система вращения печатной платы в системе рентгеновского контроля Х8011

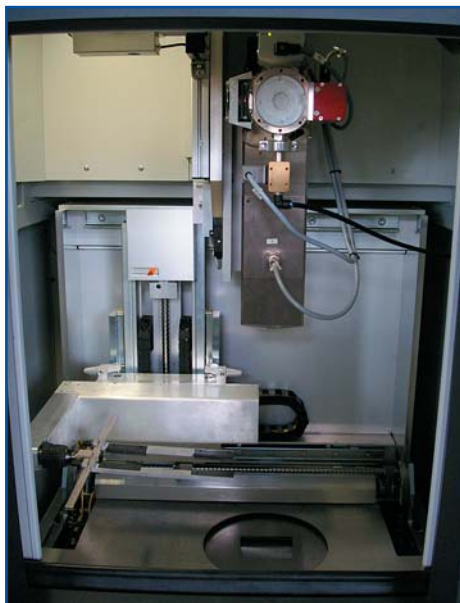


Рис. 24. Конструкция кабины системы рентгеновского контроля X8011

адаптирована для интегрирования в технологическую линию поверхностного монтажа.

X8050 — инспекционная система рентгеновского контроля (рис. 25)



Рис. 25. Инспекционная система рентгеновского контроля X8050

Базовая модель серии X8050 может использоваться как ручная, полуавтоматическая или полностью автоматическая система, в зависимости от производства, на котором она функционирует. Система предназначена не только для работы в составе производственной линии, но и как отдельное устройство.

Система X8050 оборудована рентгеновской микрофокусной трубкой Viscom с уникальной системой TAF (система автофокуса), гарантирующей отличное качество изображения. Рентгеновская трубка Viscom обладает практически неограниченным сроком службы. В зависимости от конкретной задачи может быть выбран оптимальный источник рентгеновского излучения с потенциалами 120, 160, 200 или 225 кВ и трубкой с прямым или отраженным лучом.

Система может быть оборудована различными цифровыми датчиками для получения наиболее качественного изображения в случаях, когда необходима инспекция объекта, расположенного к трубке под большим углом.

Таблица 2. Технические требования систем рентгеновского контроля компании Viscom

	X8008	X8011	X8050
Рентгеновский контроль			
Рентгеновская трубка	Открытая цельнометаллическая трубка серии Viscom XT9000-T с прострельной мишенью	Открытая цельнометаллическая трубка серии Viscom XT9000-T с прострельной мишенью	Открытая цельнометаллическая трубка серии Viscom XT9000-T с прострельной мишенью
Напряжение трубки	10–120 кВ	10–100 кВ / –120 кВ / –160 кВ / –200 кВ	10–120 кВ / –160 кВ / –200 кВ / –225 кВ
Ток трубки	5–1000 мкА	5–1000 мкА	5–1000 мкА / 3000 мкА
Мощность трубки	Макс. 40 Вт	Макс. 40 Вт	
Фокус	<7 мкм	< 5 / <3 / 1 мкм	<7 / <5 / <3 / <1 мкм
Точность распознавания	<3 мкм	< 2 / < 1 / 0,5 мкм	<3 / <2 / <1 / <0,5 мкм
Геом. увеличение	>300°	> 1250°	С коллиматором >300° Без коллиматором > 1500°
Детектор	6" single-field (одиночное поле) 6" dual-field (двойное поле) (опция)	6" single-field (одиночное поле) 6" dual-field (двойное поле) (опция) 9" triple-field (тройное поле) (опция)	6" single-field (одиночное поле) 6" dual-field (двойное поле) (опция) 9" triple-field (тройное поле) (опция)
Опции	Цифровой плоскопанельный детектор	Цифровой плоскопанельный детектор, угол поворота детектора 0–60° (I.V.I.S.), модуль моментального снимка PenCam	MPIXel рентгеновская камера, цифровой плоскопанельный детектор от 5×5" до 20×20" с разрешением контраста 12/16 бит
Оптические сенсоры	–	–	Модульная камера для автоматической оптической инспекции (опция)
Программное обеспечение			
Пользовательский интерфейс	Viscom VMC	Viscom EasyPro	Viscom VMC или EasyPro
SPC	–	Viscom SPC-Package (опция)	Viscom SPC-Package (опция)
Ремонтная станция	–	Viscom S6002 HARAN (опция)	Viscom S6002 HARAN (опция)
Опционально	Анализ BGA Анализ проводных соединений Анализ Flip-Chip	Анализ BGA Анализ проводных соединений Анализ Flip-Chip	Анализ BGA Анализ проводных соединений Анализ Flip-Chip
Компьютер			
Операционная система	Windows 2000	Windows 2000	Windows 2000
Процессор	Intel PENTIUM processor technology	Intel PENTIUM processor technology	Intel PENTIUM processor technology
Инспектируемые объекты			
Манипулятор	по 3 осям (X-Y-Z)	по 3 осям (X-Y-Z)	по 3 осям (X-Y-Z)
Перемещение по горизонтали (X/Y)	210×210 мм	320×460 мм	715×560 мм
Перемещение по вертикали (ось Z)	300 мм	300 мм	300 мм
Ось детектора	–	–	70°/60° (опция)
Вращение/наклон	360° (опция)	360°/+/-45°	360°/+/-45°
Габариты	260×260 мм	370×510 мм	765×610 мм
Максимальный вес	3 кг	10 кг	15 кг
Скорость инспекции	Переменная	Переменная	Переменная, 10–25 см ² /с
Общие данные			
Требования к электропитанию	110/230 В 1 фаза, 16/32 А	110/230 В 1 фаза, 16/32 А, 2000 кВ·А	208/400 В 1 фаза, 16/32 А,
Давление воздуха	6–8 бар (90 psi)	6–8 бар (90 psi)	6–8 бар (90 psi)
Габаритные размеры системы	600×725×1600 мм	1050×1462×1900 мм	1770×1800×1825 мм
Вес	300 кг	1600 кг	2800 кг

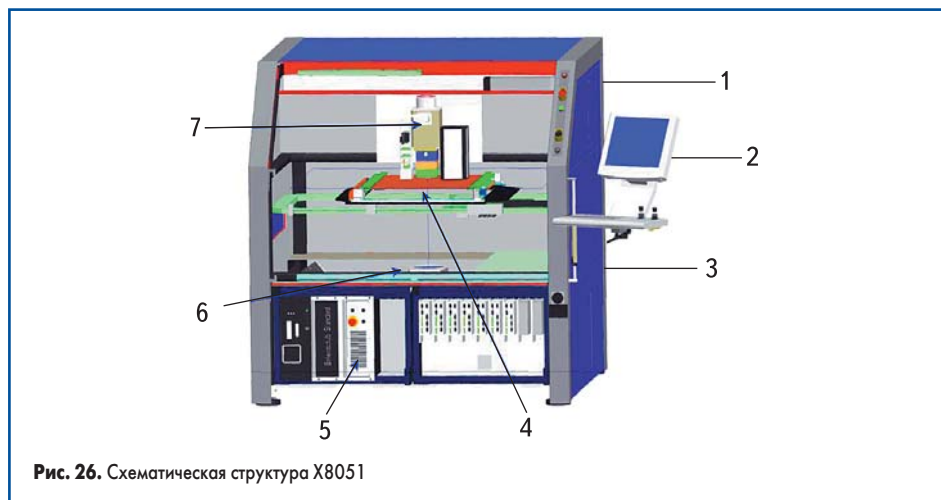


Рис. 26. Схематическая структура X8051

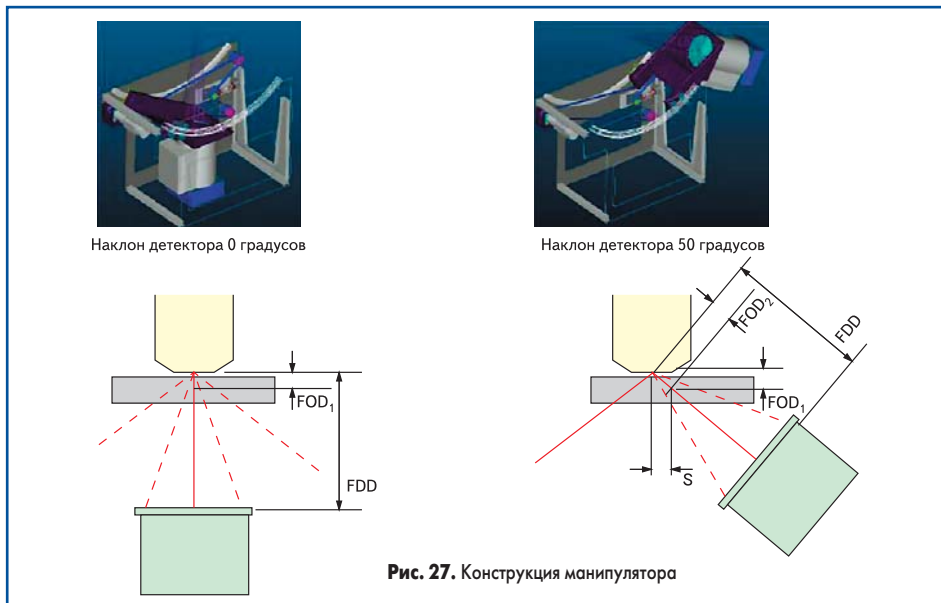


Рис. 27. Конструкция манипулятора

Датчики используются для определения угла наклона поворотного стола.

Рентгеновские системы серии X8050 могут инспектировать площадь размером 765×610 мм, что делает возможным проведение проверок поверхностей больших печатных плат и блоков весом до 15 кг.

Опционально серия X8050 оборудуется отдельной станцией программирования в режи-

ме offline, ремонтной станцией и серверами SPC, а также модулем компьютерной томографии.

Рассмотрим подробнее систему рентгеновского контроля Viscom 8051 (рис. 26, 27, 28, табл. 2.).

1. Полностью защищенная рабочая камера в соответствии с немецким законодательством ROV от 18 июня 2002, американским и японским законодательствами.

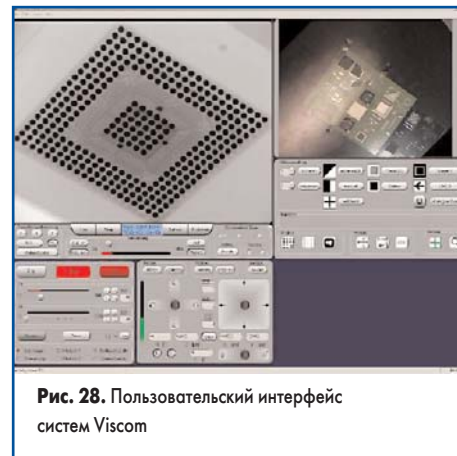


Рис. 28. Пользовательский интерфейс систем Viscom

2. Панель управления.
3. Поднимающиеся крышки для загрузки РСВ.
4. Высокоскоростные манипуляционные системы с транспортировкой РСВ (двойной трек) оси X/Y/Z.
5. Рентген-контроллер и система контроля управления с наклонной рамой.
6. Усилитель наклонного изображения (ITIS — интеллектуальная система наклонного изображения), наклон 0–70°.
7. Рентгеновская трубка Viscom и оптические сенсорные модули (ортогональный и угловой).

Продолжение следует