

в случае работы на износ одноименных пар трения (сталь по стали) перенос материала оказывает влияние на износостойкость только потому, что изменяет микрогеометрию и величину объема рабочей области, непосредственно участвующей в элементарном акте износа. Наличие разноименных пар трения (высокопрочный чугун — алюминиевый сплав) приводит к тому, что перенос материала обуславливает образование новых фаз, оказывающих существенное влияние на износостойкость сплавов. В частности, после работы на износ на рабочей поверхности чугуна обнаружена фаза Fe_3AlC . А. П. Любченко и М. В. Можарова сообщили о результатах исследования микрораспределения серы и фосфора в чугунах, модифицированных магнием, церием или кальцием. С помощью радиоактивных изотопов установлено, что модифицирование не изменяет характера распределения серы и фосфора: фосфор локализуется в неграфитовой части сплава, сера — в большей мере в эвтектическом либо эвтектическом графите, в меньшей мере — в α -Fe чугуна. И. В. Царина и др. (Институт автоматизации) изложили новую методику определения температурного поля недоступных во время работы деталей машин при помощи радиоактивных изотопов. Метод основан на определении степени диффузионной подвижности атомов в исследуемом объекте, на поверхность которого нанесен тонкий слой радиоактивного вещества; этот слой затем экранируется. Результаты проведенных экспериментов позволили построить эталонную кривую, отражающую зависимость диффузионной подвижности атомов от температуры.

О. И. Вальтер сообщила о работах, проводимых на металлургическом заводе «Азовсталь». Для изучения, совершенствования и контроля технологии производства чугуна, стали и проката на заводе широко используются радиоактивные изотопы P^{32} , Ir^{192} , Ca^{45} и Co^{60} . При изучении доменного производства получены данные о механизме движения шихтовых материалов в доменной печи, определены средние скорости движения известняка, кокса, руды. Контроль за износом кладки шахты и лещади доменной печи позволил установить характер ее износа от технологического режима работы печи. В мартеновском производстве изучены и на основе полученных результатов усовершенствованы некоторые процессы плавления скрапа, шлакообразования, выявлены источники неметаллических включений в стали и т. д. Даны рекомендации

по рациональной завалке сыпучих материалов в мартеновскую печь.

Среди сообщений, посвященных использованию радиоизотопных приборов для автоматизации контроля и управления технологическими процессами, наибольший интерес представили следующие доклады. А. М. Востров и О. А. Нестриженко рассказали о системе автоматической загрузки бункеров формовочных земель во втором чугуно-литейном цехе Харьковского тракторного завода. Применение этой системы дало возможность улучшить условия труда и сэкономить 20 тыс. руб. в год.

И. Н. Плаксин (ИГД им. Скочинского), А. К. Вальтер (ФТИ АН УССР) и М. Л. Гольдин (Днепропетровский горный институт) доложили об основанной на применении радиоизотопных приборов системе автоматического регулирования замкнутого цикла измельчения железной руды по классу $\pm 0,074$ мм; промышленные испытания были проведены в 1962 г. на первой обогатительной фабрике Южного горнообогатительного комбината в Кривом Роге. Система обеспечивает устойчивую работу мельницы и постоянное поддержание плотности пульпы на сливе классификатора первой стадии измельчения в пределах $\pm (10-25)$ г/л в соответствии с заданным режимом. Специально были проведены сравнительные испытания работы автоматизированной и неавтоматизированной мельниц; расчеты показали, что внедрение системы на указанной фабрике даст годовой экономический эффект ~ 860 тыс. руб.

Л. Д. Медеян (Криворожский научно-исследовательский горнорудный институт) в докладе «Определение содержания железа в рудах с помощью двух источников проникающего излучения» изложил результаты проведенных исследований по созданию прибора для экспресс-анализа руды.

М. Л. Гольдин в докладе «Автоматический контроль общего содержания железа в пульпе на основе фото- и комптон-эффектов» показал, что при использовании двух плотномеров, работающих по компенсационной схеме, каждый из них измеряет линейные коэффициенты ослабления γ -излучения в пульпе. В этом случае, автоматически разделив показания плотномеров, в котором применяется источник мягкого γ -излучения, на показания плотномеров с источником из Cs^{137} или Co^{60} (энергия излучения 0,6—1,25 Мэв), можно определить общее содержание железа в руде.

М. Гольдин

Применение методов γ -дефектоскопического контроля в некоторых странах — членах СЭВ

Для обнаружения дефектов в металлических отливках, слитках, сварных швах, а также в собранных механических узлах широко применяется метод γ -дефектоскопии. Чаще всего для γ -дефектоскопии используются Co^{60} , Cs^{137} , Ir^{192} , Tu^{170} , Eu^{155} , Se^{75} . В некоторых странах сконструированы и изготавливаются научно-исследовательскими институтами и промышленностью γ -дефектоскопические аппараты.

Только в Польше для контроля качества литых и сварных швов на промышленных предприятиях эксплуатируется более 70 γ -дефектоскопических аппаратов с источниками излучения из Co^{60} , Cs^{137} и Ir^{192} . В металлургической и машиностроительной промышлен-

ности Чехословакии работает более 120 γ -дефектоскопических аппаратов с различной активностью источников.

Польские специалисты, например, применяют радиоизотопный дефектоскоп легкого типа DJ-7, разработанный для контроля литых изделий и сварных соединений. В качестве источников излучения в этом дефектоскопе применяют Cs^{137} активностью до 2 г.экв Ra или Ir^{192} активностью до 5 г.экв Ra. Конструкция дефектоскопа позволяет производить направленное просвечивание пучком, ограниченным углом 60° , или панорамное просвечивание, когда источник выдвигается снаружи защитного свинцового корпуса. В состав оснащения дефектоскопа входят контейнер с источником, штатив, склад-

ная тележка, которая помещается в легковой автомашине марки «Варшава», и рычажок, при помощи которого вынимается гильза с препаратом во время зарядки или в случае повреждения дефектоскопа. Толщина свинцовой защиты контейнера дефектоскопа составляет 65 мм, вес головки дефектоскопа — около 28 кг.

Для исследования наружных сварных соединений трубопроводов средних и больших диаметров польские специалисты также применяют γ -дефектоскоп с источником из Ir^{192} активностью до 5 г.эвг Ra. Дефектоскоп состоит из шарообразного корпуса. На ту часть корпуса, в которой находится источник насаживается добавочный свинцовый экран в виде пустотелого конуса. Головка имеет отверстие, внутрь которого с одной стороны вкладывается труба с постоянным магнитом, удерживающим ампулу с источником излучения, другой конец трубы закрывается защитным замком. Добавочная защита снимается, когда активность источника уменьшается до величины, допускающей безопасную работу с более удобной и легкой головкой. Если головку поместить в шарообразный корпус, то источник находится за защитным слоем свинца толщиной 60 мм во всех направлениях. При транспортировке дефектоскопа обе части соединяются замком. Дефектоскоп упаковывается в запираемый на замок деревянный ящик, который благодаря наличию колеса и двух ручек имеет вид тачки, легко перевозимой одним человеком.

В каждом комплекте γ -дефектоскопа имеются два приспособления для крепления головки с источником, что значительно увеличивает эффективность устройства, так как во время проведения просвечивания можно подготавливать к контролю следующий объект. Одна дефектоскопическая бригада (в зависимости от рода испытываемого трубопровода, организации и квалификации) может одновременно обслуживать несколько аппаратов. Вес дефектоскопа с ящиком не превышает 50 кг, шарообразного корпуса с головкой — 25 кг, головки — 3,4 кг, а держателя — 6,8 кг. Внутренний диаметр оболочки ампулы составляет 8,9 мм. Размеры ящика 300 × 350 × 450 мм.

В Болгарии для контроля качества сварки и литья применяются переносные γ -дефектоскопические аппараты с источником из Co^{60} активностью 0,5 г.эвг Ra. Болгарскими специалистами разработаны и проходят промышленные испытания γ -дефектоскопы типа ПМА-0,5 для контроля качества сварки стальных труб с большим диаметром, а также для проведения панорамного просвечивания различных деталей. Испытывается также дефектоскоп типа ПХА-0,5 с дистанционным выведением радиоактивного источника активностью 0,5 г.эвг Ra.

В Венгрии в промышленных условиях эксплуатируется большое число γ -дефектоскопических аппаратов, которые используются для контроля качества сварных швов труб диаметром от 600 до 1200 мм, имеющих толщину стенок от 10 до 60 мм. На металлургических заводах γ -дефектоскопические аппараты используются для контроля качества литья толщиной от 10 до 150 мм. Разработан и находится на промышленных испытаниях переносный γ -дефектоскопический аппарат, источник излучения в котором может выдвигаться на 3—4 м. В этой установке могут применяться различные γ -источники активностью до 5 г.эвг Ra. Только на Чепельском металлургическом комбинате в 1960 г. было сделано 24 000 γ -снимков. В результате внедрения γ -дефектоскопического контроля значительно сократился брак литья и сварных швов, а экономический эффект составил несколько миллионов форинтов.

В промышленности ГДР для γ -дефектоскопического контроля качества литья, а также проверки сварных швов используются несколько десятков γ -дефектоскопических аппаратов типа TUR-M-Co-1,3 и TUR-M-Ir-16 с кобальтовыми и иридиевыми источниками, а также выпускаемые заводом им. Тельмана дефектоскопы с иридиевыми источниками активностью до 30 кюри.

В Польше и ГДР изготавливаются различного рода вспомогательное оборудование и приспособления для успешного проведения γ -дефектоскопического контроля.

В качестве усиливающих экранов при радиографических исследованиях применяются экраны, сделанные из свинцовой фольги, наклеенной на эластичную придающую жесткость подложку. Расположенные по обеим сторонам фотопленки экраны усиливают эффект облучения, сокращая время просвечивания в два—четыре раза. Толщина свинцовой фольги составляет 0,05, 0,10, 0,15 и 0,20 мм. Свинцовые усиливающие экраны изготавливаются попарно и имеют следующие размеры: 6 × 24, 6 × 36, 6 × 48, 6 × 72, 10 × 12, 10 × 24, 10 × 36, 10 × 48, 10 × 72, 13 × 18, 18 × 24, 24 × 30, 30 × 40 мм.

При радиографических исследованиях предметов с искривленными поверхностями или сварных швов с криволинейной поверхностью применяются гибкие кассеты из специальной фольги, которая в достаточной степени защищает пленку от просвечивания и дает возможность поместить кассету вместе с усиливающими экранами и фотопленкой в непосредственном соприкосновении с исследуемым предметом. Фольга, из которой изготовлена кассета, достаточно мягка и сохраняет эластичность при низких температурах, например в зимних условиях. Каждая кассета состоит из двух конвертов, вкладываемых один в другой. Такая конструкция обеспечивает светонепроницаемость кассет и не требует операции по загибу и обертке. Во внутренний конверт вкладывается фотопленка с усиливающими экранами. Конверт имеет увеличенные размеры, что позволяет сравнительно легко осуществлять эти манипуляции. При необходимости провести исследования без усиливающих экранов конвертам с пленкой можно придавать жесткость, помещая их в картонки соответствующих размеров. Гибкие кассеты имеют различные стандартные размеры.

Внутренний конверт, заряженный фотопленкой с экранами, помещается в наружный. Для облегчения этой операции на внутреннем конверте имеется специальный карманчик, в который можно вложить, например, линейку соответствующей длины и с ее помощью правильно установить фотопленку. Для удобства проведения дефектоскопических работ и обозначения радиограмм изготавливаются комплекты свинцовых букв и цифр размером 8 × 12 мм. Свинцовые цифры, прикрепленные к специальным лентам, применяются для обозначения радиограмм при исследовании длинных отрезков сварных швов. Особенно пригодны они при исследовании швов по окружности трубопроводов и резервуаров. Комплект состоит из 10 отрезков длиной 1 м, отрезки можно легко соединить в одну ленту длиной 10 м.

Кроме того, изготавливаются вакуумные кассеты, которые обеспечивают особенно плотное прилегание усиливающих обложек к пленке и позволяют получить изображения наивысшего качества. Вакуумные кассеты имеют размеры 10 × 24 и 10 × 48 мм; поставляются они вместе со специальным уплотняющим устройством и ручным вакуумным насосом.

На предприятиях Румынии для контроля качества сварных швов и литья применяются переносные γ -дефек-

тоскопические аппараты с источниками излучения из Co^{60} и Cs^{137} .

Учитывая, что дефектоскопический контроль изделий с помощью рентгеновских аппаратов и радиоактивных изотопов практически ограничен толщиной стали до 150 мм, для дефектоскопии ответственных толсто-стенных узлов и деталей турбин, котлов, работающих под высоким давлением, и других изделий в Чехословакии разработаны и применяются в промышленности бетатроны на энергию до 15 Мэв.

Основные характеристики бетатрона следующие:

	3—15 Мэв, с плавной регулировкой
Энергия	
Интенсивность γ -излучения при максимальной энергии на расстоянии 1 м от мишени	40 мквт/см ² вольфрам, толщина 1 мм
Мишень	
Радиус стальной орбиты . .	11,5 см
Импульсное напряжение . . .	50 кВ
Ярмо электромагнита	прямоугольное
Вакуумная камера	стеклянная, литая
Частота возбуждения	50 гц
Потери в электромагнитах . .	4 квт
Потребляемая электрическая мощность всей установки	8 квт
Вес электромагнита	500 кг
Вес бетатрона со станиной . .	1500 кг
Вес батареи конденсаторов с трансформатором питания	1330 кг
Вес пульта управления	120 кг

Малый размер фокусного пятна (около $1 \times 0,1$ мм) обуславливает высокую разрешающую способность бетатрона. Станина бетатрона отлита из серого чугуна и сконструирована так, что дает возможность просто и точно устанавливать пучок γ -лучей по отношению к облучаемому предмету. Отклонение в вертикальном направлении осуществляется электромотором, управляемым с помощью кнопок, находящихся непосредственно на станине. Изменение направления пучка в горизонтальной плоскости осуществляется путем поворота рычага, который укреплен на несущей вилке. В корпусе станины смонтированы электронные схемы, обеспечивающие работу бетатрона. Станина может передвигаться на колесах с резиновыми покрышками.

Пульт управления металлический. Он содержит все необходимые измерительные приборы и регулировочные элементы, а именно: регулятор максимальной энергии, регулятор интенсивности, экспонометр, элементы управления, устройство для дистанционной подстройки емкости, индикатор максимальной энергии, индикатор интенсивности, прибор для контроля важнейших рабочих параметров.

Источник питания выполнен в виде отдельного металлического шкафа и содержит основную батарею конденсаторов, подстроечный конденсаторный блок, трансформатор питания, защитные и предохранительные приборы. Подстройка емкости производится дистанционно с помощью двух кнопок, находящихся на пульте управления. Все части бетатрона соединены между собой кабелями, длина которых неограничена. Смена ускоряющей камеры производится весьма просто и продолжается не более 1 ч, включая время, требуемое на устировку. Камера вынимается вместе с полюсами электромагнитов.

В. И. Сидицын

Дозиметры и радиометры на выставке приборов ядерной техники стран — членов СЭВ

В сентябре 1963 г. на ВДНХ в павильоне «Атомная энергия в мирных целях» демонстрировалась выставка ядернофизических, дозиметрических и радиометрических приборов, организованная Выставочным комитетом Постоянной комиссии Совета экономической взаимопомощи по использованию атомной энергии в мирных целях. В трех больших залах было экспонировано более 320 изделий ядерного приборостроения Болгарии, Венгрии, Германской Демократической Республики, Румынии, СССР и Чехословакии. Выставка не только ознакомила специалистов с уровнем развития ядерного приборостроения в социалистических странах, она позволила также обобщить опыт разработки и изготовления аппаратуры, что будет способствовать внедрению лучших образцов в производство, и наметить перспективные дальнейшие развития этой отрасли промышленности. Участники выставки провели семинар, на котором были прочитаны лекции и доклады о стандартизации и унификации ядернофизической, дозиметрической и радиометрической аппаратуры, о новых разработках ядерной электронно-физической аппара-

туры, дозиметров нейтронов и новых типов детекторов.

Более трети экспонатов (129 приборов) представили предприятия и научные учреждения СССР, затем идут ВНР (58), ГДР (42), ПНР (33), ЧССР (31), НРБ (16), РНР (15). Ниже кратко охарактеризованы наиболее интересные дозиметры и радиометры, показанные на выставке.

В разделе индивидуальных дозиметров привлек внимание комплект карманных дозиметров типа «Булет» (с зарядным пультом), предназначенных для контроля и сигнализации превышения заранее заданной дозы внешнего γ - или рентгеновского (свыше 80 кэв) облучения в диапазоне от 16,5 мр до 50 р (СССР). Срабатывание звуковой и световой сигнализации при превышении установленной дозы выгодно отличает эти дозиметры от широко распространенных индивидуальных дозиметров конденсаторного типа или фотокассет, где величина дозы может быть установлена только в результате дополнительных операций. Относительно небольшие габариты (120×56×38 мм), вес (300 г)