ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ

ИЗМЕРЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДОМ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВАЦИИ

ГОСТ 23.209—79

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ:

И. И. Карасик, канд. техн. наук; **Н. П. Кукол; В. Н. Артамонова; Н. Н. Самойлова; В. И. Постников,** д-р техн. наук, проф.; **И. А. Павлов; В. Я. Моисеев; Д. Г. Точильников; Н. А. Россинский; Л. Г. Гильман; Ю. В. Скорынин; Д. М. Овечкин; Н. И. Краснов; В. С. Архипов**

ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 ноября 1979 г. № 4517

УДК 539.538:006.354 Группа Т51

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Обеспечение износостойкости изделий

ИЗМЕРЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДОМ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВАЦИИ

Products wear resistance assurance.
Measuring of machine parts wear by the method of surface activation

ГОСТ 23.209—79

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 ноября 1979 г. № 4517 срок введения установлен

с 01.07. 1981 г.

Настоящий стандарт распространяется на детали машин, образцы и покрытия из металлических конструкционных материалов на основе железа, меди или их сплавов и композиций с относительным содержанием других элементов не более 20% по массе.

Стандарт устанавливает метод непрерывного или периодического измерения в процессе испытаний и эксплуатации местного, а также интегрального линейного износа по уменьшению интенсивности гамма-излучения, связанному с изменением при изнашивании толщины предварительно активированного в месте измерения поверхностного слоя детали или вставки.

Стандарт не распространяется на детали машин, изнашивание которых состоит исключительно в пластическом деформировании поверхностей без отделения продуктов изнашивания, а также на детали машин, в процессе работы которых продукты изнашивания не удаляются с поверхности трения.

1. АППАРАТУРА

Для измерений рекомендуется использовать спектрометр гамма-излучения СЭГ-С3—01 в комплексе с цифро-печатающим устройством УВЦ-2—95 или им подобные, позволяющие изучать энергетический состав спектра гамма-излучения и измерять интенсивность в заданном диапазоне энергии.

Допускается вместо указанного прибора применение набора из функциональных блоков, собранного по схеме черт. 1 рекомендуемого приложения 1.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

★

© Издательство стандартов, 1980

Сцинтилляционный детектор 6931—19 («Лимон») или ему подобный.

Дифференциальный дискриминатор ПД-2—1 или ему подобный.

Пересчетный прибор ПП-9 или ему подобный, обеспечивающий измерение интенсивности счета при ее оценке с экспозицией, заданной по времени или по количеству импульсов, с выводом на цифропечать.

Стабилизированный высоковольтный блок питания ВС-22, БВ-2 или им подобный, обеспечивающий питание фотоэлектронного умножителя в сцинтилляционном детекторе.

2. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЯМ

2.1. Выбирают размеры контролируемых (активируемых) площадок и места их расположения с учетом предполагаемого износа и поставленной задачи.

Необходимые размер и форма облучаемого участка детали (образца, вставки) обеспечиваются конструкцией применяемой оснастки.

Для активации участков, имеющих наибольший размер менее 20 мм, используют оснастку статического типа без перемещения детали, позволяющую регулировать размер и форму пятна диафрагмированием пучка и его проектированием под различными углами на активируемую поверхность.

Для активации участков, имеющих наибольший размер более 20 мм, используют оснастку приводного типа, которая обеспечивает перемещение детали. При этом активируются участки, последовательно проходящие под пучком (полоса, винтовая поверхность, сфера и т. п.).

Выбранные участки на поверхности детали должны создавать возможность активации прямолинейным пучком заряженных частиц. Угол падения пучка между вертикалью к активируемой поверхности и направлением пучка ускоренных заряженных частиц должен быть не более 75°. Пучок не должен перекрываться неактивируемыми поверхностями детали.

2.2. Поверхность детали подвергают в пределах выбранных участков бомбардировке протонами, ускоренными до энергии $E_p = 11{,}4 \pm 0{,}2$ МэВ на циклотроне У-150 либо других ускорителях.

Продолжительность активации выбирают в зависимости от значения электрического тока, протекающего через деталь при активизации и требуемой активности детали.

2.3. Режим активации должен отвечать следующим требованиям.

Должно обеспечиваться получение радионуклида ^{56}Co для сплавов и композиций на основе железа и радионуклида ^{65}Zn для сплавов на основе меди.

Суммарная активность детали не должна превышать уровней активности, предусмотренных нормами радиационной безопасности (НРБ-76) и действующими санитарными правилами. Начальная интенсивность излучения от изотопа-индикатора активированного образца должна превышать уровень естественного фона в месте проведения испытаний не менее, чем в 2 раза.

Примечание. При несоответствии этих требований деталь, активированную до уровня, превышающего нормы, выдерживают в течение времени, необходимого для снижения суммарной активности с соблюдением необходимых мер предосторожности.

Должно обеспечиваться охлаждение детали при облучении с тем, чтобы нагрев ее при активации не вызывал необратимых явлений в поверхностном слое (изменение микротвердости и т. п.), влияющих на фрикционные свойства материала на поверхности.

Для определения угла падения пучка рассчитывают чувствительность S по формуле

$$S=\frac{\Delta n_{\text{отн}}}{\Delta h}.$$

Обозначения показателей, принятых в стандарте, приведены в справочном приложении 2.

Для плоских поверхностей выбирают угол падения пучка частиц при рекомендуемой энергии, исходя из требуемой чувствительности измерений и ожидаемой предельной величины износа по номограмме 1 или 2 справочного приложения 3.

2.4. Задание на активацию деталей оформляют по формуле, приведенной в рекомендуемом приложении 4.

2.5. При активации партии одинаковых деталей, предназначенных для повторных испытаний с целью получения статистических оценок износостойкости деталей данного вида, должно быть обеспечено воспроизведение угла падения α пучка протонов и других параметров активации.

2.6. Активированные детали консервируются пластичным смазочным материалом.

2.7. Допускается в случае измерения износа крупногабаритных нетранспортабельных деталей (направляющие станков и прокатных станов, детали крупных судовых двигателей и т. п.) применять вставки-свидетели износа.

Активацию и измерение износа вставок осуществляют аналогично активации и измерению износа деталей. Активированную вставку устанавливают в деталь заподлицо с контролируемой поверхностью трения перед испытаниями. Совпадение поверхностей трения вставки и детали обеспечивается совместной окончательной обра-

боткой. Обработка вставки после установки ее в деталь должна уменьшать толщину активированного слоя не более чем на 20%. Уменьшение активности при обработке вставки должно контролироваться и учитываться как износ, предшествующий началу испытаний. Размер активированной поверхности вставки выбирают в соответствии с п. 2.1.

2.8. После установки детали, преобразователь устанавливают вблизи исследуемого объекта так, чтобы расстояние между чувствительным элементом и активированным участком поверхности было как можно меньше, а взаимное расположение зафиксировано на все время испытаний (см. справочное приложение 5) или воспроизводилось постоянным от измерения к измерению.

При контроле износа деталей плавающего типа (например, поршневые кольца) для обеспечения постоянных условий измерения следует использовать один из приемов:

установить преобразователь по оси кольца;

активировать кольцо по всему периметру;

учесть диапазон перемещений кольца, как дистанционную погрешность $\Delta n_д$ и установить преобразователь на расстоянии, уменьшающем влияние данного перемещения до допустимых значений.

При выборе расположения преобразователя относительно активированного участка детали руководствуются требованием получения максимальной скорости счета от детали данной активности.

Дистанционную погрешность относительной скорости счета, возникающую в результате изменения расположения преобразователя относительно источника излучения, определяют по формуле

$$\Delta n_д = \frac{200\Delta l}{l_l} .$$

Если значение $\Delta n_д$, найденное по этой формуле больше требуемого, то рассчитывают расстояние l, на которое следует удалить преобразователь от исследуемого участка поверхности, задаваясь погрешностью воспроизведения положения преобразователя относительно источника излучения, чтобы уменьшить $\Delta n_д$ до заданных размеров.

При установке в эксплуатации преобразователя внешние воздействия в месте установки (вибрация, температура и пр.) ограничиваются техническими условиями на эксплуатацию фотоэлектронного умножителя и сцинтиллятора.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Выбирают режимы работы аппаратуры и устанавливают следующий порядок измерения:

на сцинтилляционный преобразователь подают высокое напряжение согласно техническим условиям на него или на фотоэлектронный умножитель (ФЭУ);

с помощью дифференциального дискриминатора снимают аппаратурный спектр гамма-излучения от активированной детали, который должен иметь характер, близкий к показанному на черт. 1 или 2 справочного приложения 6;

равномерное размещение спектра в пределах всего диапазона, охватываемого спектрометром, достигается регулировкой усиления (в том числе увеличением уровня высокого напряжения на ФЭУ до появления счета в последних каналах спектрометра).

3.2. На основе спектра, полученного после регулировки, определяют пороги дискриминации K_1, K_2 (черт. 1, 2 справочного приложения 6) с целью настройки на измерения по радионуклиду-индикатору (верхний и нижний пороги дискриминации — установленные значения амплитуды импульсов, пропускаемых дискриминатором).

3.3. Регулировкой усиления добиваются такого положения, при котором пик поглощения регистрируемых гамма-квантов разместился бы в диапазоне a (черт. 1, 2 справочного приложения 6), примерно равном 10 В (диапазон значений амплитуды импульсов между верхним и нижним порогами).

Примечания:

1. При измерении деталей малой активности, допускается определять скорость счета в интегральном режиме с порогом дискриминации K_1 в интервале b.

2. Измерения могут производиться, если выбранный режим измерения, активность детали и расположение преобразователя обеспечивают превышение скорости счета над фоном не менее, чем в 2 раза.

3.4. Определяют продолжительность единичного измерения в импульсах

$$N=\left(\frac{100}{\Delta N_{ст}}\right)^2.$$

3.5. Продолжительность отдельных измерений, выраженную в единицах времени или в количестве импульсов, принимают одинаковой для всех последующих измерений.

Рекомендуется проводить измерения продолжительностью по времени, соответствующей постоянному набору количества импульсов N.

Один раз в сутки измеряют уровень фона. Для измерения фона преобразователь фиксируют в одном и том же положении на расстоянии не менее 2 м от источника излучения и производят измерения фона в одно и то же время.

3.6. Задаваясь постоянным значением продолжительности набора импульсов $\Delta T_{зад}$ при статистически неравноточных измерениях или количеством импульсов $N_{зад}$ при статистически равноточ-

ных измерениях, определяют, соответственно, количество импульсов N или продолжительность измерения Δt и на основании полученных данных рассчитывают скорость счета по выражениям:

$$n_i = \frac{N_{зад}}{\Delta t};$$

$$n_i = \frac{N}{\Delta T_{зад}};$$

$$\Delta T_{зад} = \frac{N}{n}.$$

Результаты измерения заносят в протокол по форме, приведенной в рекомендуемом приложении 7.

3.7. При определении износа циклически движущихся деталей измерение начальной скорости счета n_0 и текущей n_i необходимо проводить в процессе движения.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Вносят поправки на фон и естественный распад разных по календарному времени измерений по формулам:

$$n_{иi} = \frac{(n_i - n_{фi})e^{\lambda t}}{1-(n_i - n_{фi})e^{\lambda t}\cdot \tau_м};$$

$$\tau_м = \frac{n_1 + n_2 - n_{1,2} - n_ф}{2(n_1 - n_ф)(n_2 - n_ф)},$$

где индексы 1 и 2 соответствуют двум контрольным источникам, скорость счета которых измерена отдельно, а индекс 1,2 — измеренных вместе. Измерения рекомендуется проводить в следующей последовательности: n_1; $n_{1,2}$; n_2. В качестве контрольных источников могут быть использованы активированные образцы или детали. При определении $\tau_м$ необходимо обеспечить постоянные геометрические параметры измерения каждого источника.

4.2. Рассчитывают значения относительной скорости счета из выражения

$$n_{отн} = \frac{n_{иi}}{n_{и0}} \cdot 100\%.$$

4.3. По найденным значениям скорости счета с помощью тарировочных диаграмм (черт. 1, 2 справочного приложения 8) устанавливают соответствующие частным значениям времени (наработки) при испытаниях или эксплуатации уровня среднего линейного износа в месте активации и, при необходимости, строят кривую накопления износа во времени. При определении весового износа учитывают плотность материала поверхности детали.

4.4. Рассчитывают погрешность Δh линейного износа по формуле

$$\Delta h = \frac{\Delta n_{отн}}{S}.$$

Чувствительность может быть найдена также как первая производная от тарировочной функции (см. черт. 1,2 справочного приложения 8).

4.5. Если активация проводилась под углом падения пучка, отличным от указанных на номограммах (черт. 1,2 справочного приложения 8), значения износа, полученные для $\alpha = 0$ по тарировочным диаграммам, умножают на $\cos\alpha$. При активации криволинейных поверхностей пересчет производят по среднему значению $\cos\alpha$ в пределах активированного участка.

Примечание. Криволинейные активированные поверхности, для которых отношение $\frac{R}{r} \geqslant 10$, можно считать плоскими. В этом случае относительная погрешность не превышает 1%.

4.6. При необходимости уточнения оценки износа следует проводить специальную тарировку для получения тарировочных зависимостей. Для этого образцы, изготовленные из материала детали, активируют в том же режиме. Их подвергают форсированному изнашиванию, например, истиранию на доводочных плитах с применением мелкодисперсных абразивных порошковых паст, периодически контролируя изменения активности и толщину снятого слоя. Для этого используют ту же аппаратуру, что и при натурных испытаниях.

Следует стремиться к воспроизведению геометрических параметров натурных испытаний (расстояние до центра активируемого пятна, наличие экранирующих стенок корпуса и т. д.). Толщину снятого слоя, соответствующую измеренному значению активности, определяют оптико-механическим прибором (интерферометром, оптиметром и др.). Периодичность измерений активности образца по мере изнашивания рекомендуется выбирать из условия 15—20 экспериментальных точек для построения тарировочной кривой. По результатам этих измерений с учетом поправки на естественный распад и фон определяют относительную активность и строят тарировочную зависимость относительной активности от толщины снятого слоя.

Допускается тарировочные кривые, полученные для одной марки стали (или даже эталонную кривую для чистого железа), использовать для других марок с содержанием других компонентов в сплаве не более 20%, если оба материала активированы частицами одного и того же вида с одинаковой энергией. Если материалы активированы под разными углами падения пучка α_1 и α_2 и требуется провести расчет для угла α_2, то допускается преобра-

зование уже имеющихся тарировочных кривых, для чего абсциссы исходной кривой при угле α_1 необходимо умножить на коэффициент

$$K_\alpha = \frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1}.$$

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. При применении метода поверхностной активации необходимо руководствоваться действующими нормативными документами по санитарным правилам работ с использованием радиоизотопных методов.

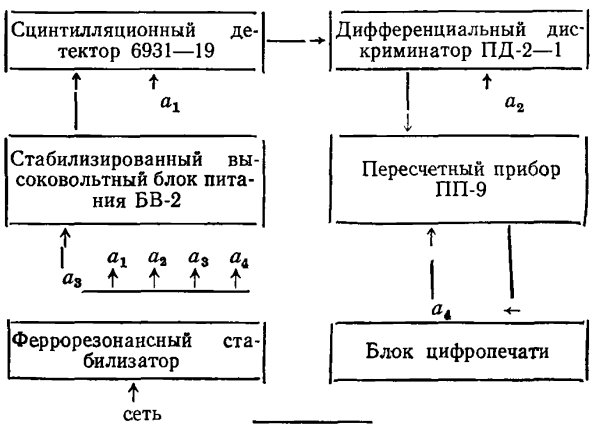
5.2. При соблюдении данных правил выполнение настоящих методических указаний не требует специальных мер защиты от радиации активированных деталей, не превышающей допустимых норм.

5.3. О применении метода поверхностной активации необходимо поставить в известность местную санэпидемстанцию.

5.4. Определение суммарной активности детали (образца) должно осуществляться и указываться в ее паспорте дозиметрической службой на месте активации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

БЛОК-СХЕМА АППАРАТУРЫ



ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ОБОЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ПРИНЯТЫХ В СТАНДАРТЕ

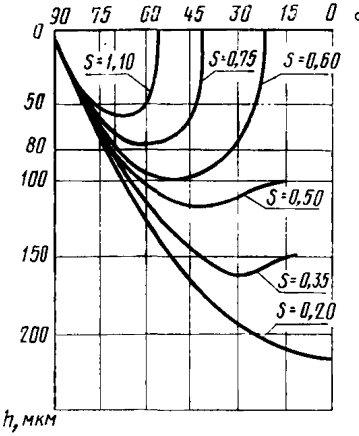
Наименование показателя	Обозначение	Размерность
Энергия бомбардирующих протонов	E_p	МэВ
Глубина активации	h_a	мкм
Угол падения пучка на поверхность при активации	α	°
Чувствительность	S	%/мкм
Результирующая погрешность относительной скорости счета	$\Delta n_{отн}$	%
Требуемая предельная погрешность измерения линейного износа	Δh	мкм
Дистанционная погрешность относительной скорости счета	$\Delta n_д$	%
Погрешность базирования датчика	Δl	мм
Расстояние между геометрическим центром активированного участка и датчиком	l_i	мм
Количество зарегистрированных импульсов при единичном измерении	N	имп
Угол падения, для которого известна тарировочная зависимость	α_1	°
Угол падения, для которого производится пересчет тарировочной зависимости	α_2	°
Заданная статистическая погрешность счета импульсов	$\Delta N_{ст}$	% (рекомендуемая принять $\Delta N_{ст}=1\%$)
Продолжительность набора импульсов при статистически равноточных измерениях	$\Delta T_{зад}$	с
Количество импульсов при статистически равноточных измерениях	$N_{зад}$	имп
Продолжительность единичного измерения	Δt	с
Начальная скорость счета	n_0	имп/с
Текущая скорость счета	n_i	имп/с
Скорость счета импульсов при измерении активности детали при данных условиях измерений	n	имп/с

Наименование показателя	Обозначение	Размерность
Исправленное значение текущей скорости счета	n_{ui}	имп/с
Исправленное значение скорости счета в начале испытаний (при $t=0$)	n_{uo}	имп/с
Фоновая скорость счета	$n_{фi}$	имп/с
Постоянная распада изотопа индикатора	$\lambda=\frac{\ln 2}{T^{1}/_{2}}$	сут
Период полураспада	$T^{1}/_{2}$	
Время от начала испытаний до текущего (i-го) измерения	t	сут
«Мертвое время»	$\tau_{м}$	мин
Радиус кривизны поверхности	R	мм
Длина хорды, стягивающей активированный участок на криволинейной поверхности	l	мм
Коэффициент пересчета тарировочной зависимости	$K_{т}$	—

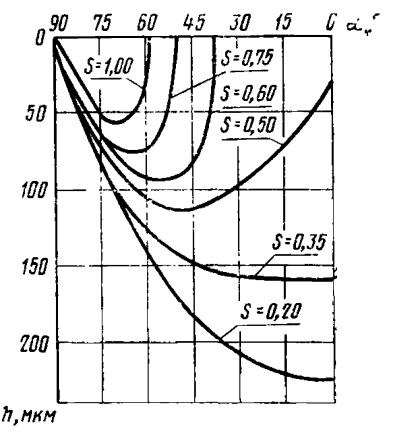
ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА

Номограммы для определения угла падения α при активации протонами с энергией $E_p = 11{,}4$ МэВ сплавов на основе меди (черт. 1) и сплавов на основе железа (черт. 2) в зависимости от глубины активации h_a или ожидаемого линейного износа



Черт. 1



Черт. 2

Пример.

Требуется определить износ образца из сплава на основе меди в диапазоне от 0 до 80 мкм с погрешностью ±10 мкм. Результирующая погрешность определения относительной скорости счета —5%. Следовательно, требуется на протяжении всех испытаний обеспечить чувствительность не менее $S = 5\%/10$ мкм $= 0{,}5\%$/мкм.

Проведем горизонталь на уровне $h = 80$ мкм (см черт. 1). Точка пересечения горизонтали с линией равной чувствительности $S = 0{,}5\%$/мкм, соответствует $\alpha = 70°$. Это означает, что требуемая точность в заданном диапазоне будет обеспечиваться при активации под углом падения 70° и менее. При пересечении в двух точках горизонтали с линией равной чувствительности, найденные значения α являются границами области углов падения, где обеспечиваются заданные требования по точности и диапазону измерения износа.

Если горизонталь касается кривой равной чувствительности, то определяют единственно приемлемое значение α.

Примечание. Номограмма может быть использована при расчете в обратном порядке для оценки точности текущих измерений. Допускается проводить интерполяционные кривые равной чувствительности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Рекомендуемое

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ЗАДАНИЯ НА АКТИВАЦИЮ

ПАРАМЕТРЫ АКТИВАЦИИ ДЕТАЛИ НА ЦИКЛОТРОНЕ

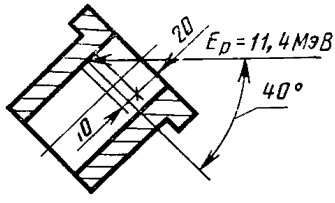
Активированная деталь

Индекс детали	Наименование	Материал	№ паспорта на активацию
02—34	Втулка	ст. 45	1

Дата активации	Вид частиц	Энергия частиц, МэВ	Угол падения частиц, °	Средний ток, мкА
25.10.80	*P*	11,4	40	По согласованию с исполнителем, исходя из допустимого нагрева детали

Дата получения	Активность на момент получения, мкКи	Радионуклидиндикатор	Период полураспада, сут	Количество облучения, мкА-ч
10.11.80	10	^{56}Co	77,3	Исходя из пп. 9 и 11

Схема активации (эскиз)



Ответственный за проведение испытаний Подпись

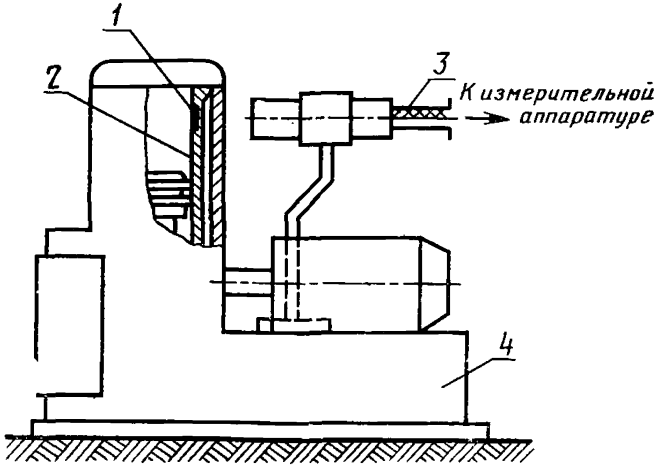
Дозиметрист Подпись

Исполнитель Подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

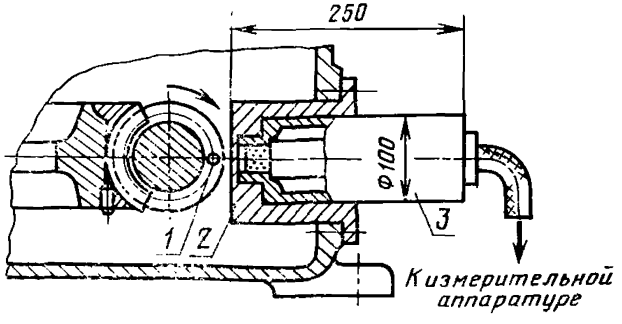
ТИПИЧНЫЕ СХЕМЫ УСТАНОВКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Крепление на кронштейне



1—активированный участок; *2*—исследуемая деталь; *3*—преобразователь на кронштейне; *4*—испытательный стенд

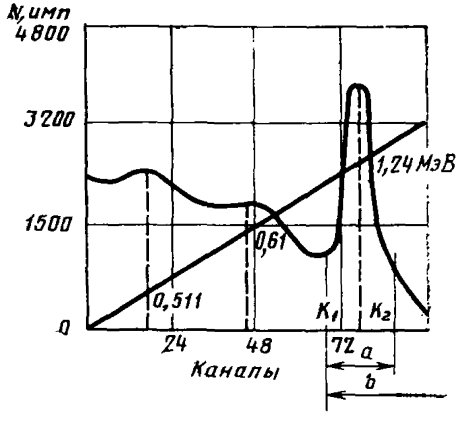
Крепление в стакане в смотровом окне червячного редуктора



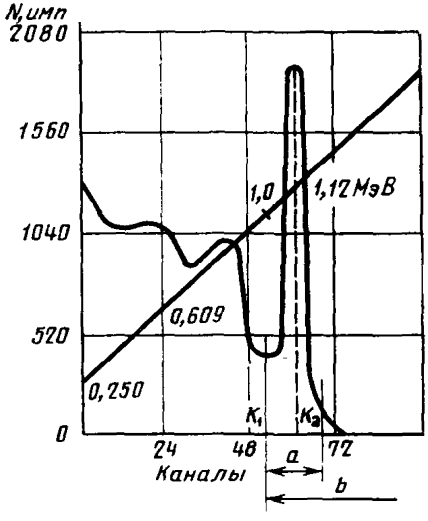
1—активированный участок; *2*—стакан; *3*—сцинтилляционный преобразователь

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

Аппаратурные спектры гамма-излучения поверхностей деталей из сплавов на основе железа (черт. 1) и сплавов на основе меди (черт. 2)



Черт. 1



Черт. 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Рекомендуемое

ОБРАЗЕЦ ПРОТОКОЛА ИЗМЕРЕНИЯ ИЗНОСА МЕТОДОМ ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВАЦИИ

а) Исходные данные

Текущие измерения интенсивности гамма-излучения активированной детали и обработка результатов

Вид испытаний	Индекс детали	Активность на момент установки, мкКи	Основной радионуклид	Постоянная распада, $ч^{-1}$	Начальная скорость счета, имп/с	Скорость счета фона, имп/с	Начало отсчета времени	Параметры тарировочной кривой
Контрольные	02–34	8	^{56}Co	$3{,}7 \cdot 10^{-4}$	50	5	15.11.76 $9_ч$	$E_р=11{,}4$ $\alpha=0$

б) Текущие данные

Дата	Время	Наработка, моточас	Индекс этапа испытаний	Скорость счета, имп/с. измеренная n_t	Скорость счета, имп/с. средняя $\tilde{n}_t$	Скорость счета, имп/с. „чистая" $\overset{*}{\tilde{n}}=\tilde{n}_t-n_ф$	Время с начала испытаний, ч	Поправка на распад $e^{\lambda t}$	Приведенная скорость счета $n_t=\overset{*}{n}\cdot e^{\lambda t}$, имп/с	Относительная скорость счета n_{ut}/n_{uo}, %	Износ, мкм	Примечание
15.11.76	9 ч	7	1	50 48 52	50	45	1	1	45	100%	0	Начало испытаний. При отладке стенда наработки 7 ч

Ответственный за проведение испытаний
Подпись

Дозиметрист
Подпись

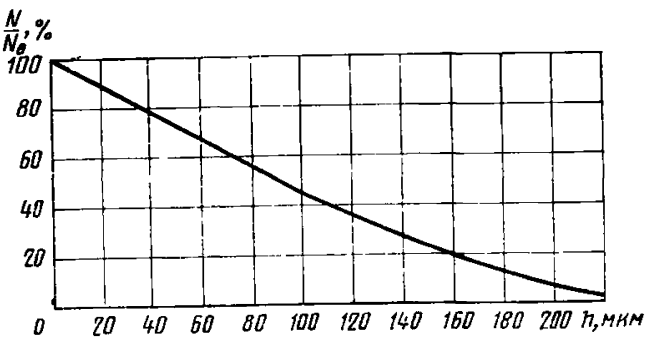
Исполнители
Подписи

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Справочное

Тарировочные диаграммы для сплавов на основе меди (черт. 1) и для сплавов на основе железа (черт. 2), активированных протонами с энергией

$E_p = 11{,}4$ **МэВ**
$Cu + P_e = 11{,}4$ МэВ

$\frac{N}{Na}$	100	95	90	85	80	75	70	65	50	55
h	0	8,51	17,63	26,33	35,16	44,2	53,51	67,72	71,65	80,91
$\frac{N}{N_0}$	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
h	90,96	100,95	110,71	120,65	157,37	145,0	157,36	170,32	187,1	207,3

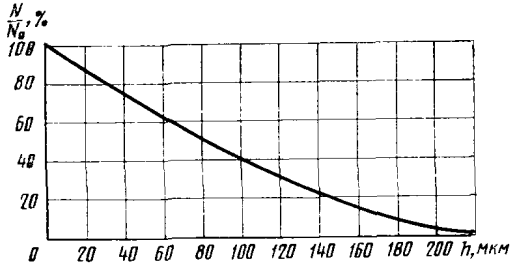


Черт. 1

1. При активации под углом α значения абсцисс умножить на $\cos \alpha$.
2. При исследовании деталей из сплавов, плотность которых отличается от плотности меди более чем на 3%, значения абсцисс умножить на P_1/P_2, где P_1 — плотность меди, P_2 — плотность сплава на основе меди.

$E_e + P_e = 114$ МэВ

$\frac{N}{Na}$	100	95	90	85	80	75	70	85	60	55
h	0	7,75	15,54	23,26	31,01	38,81	46,72	54,72	62,97	71,44
$\frac{N}{N_0}$	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
h	80,17	89,18	98,57	108,6	119,2	139,63	143,75	157,18	173,53	194,7



Черт. 2

Редактор *С. И. Бобарыкин*
Технический редактор *Н. П. Замолодчикова*
Корректор *С. С. Шишков*

Сдано в набор 10.12.79 Подп. в печ. 14.02.80 1,25 п. л. 1,13 уч.-изд. л. Тир. 16000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 3304

gost.e-ecolog.ru