

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДИАЦИОННЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ

В. А. БЕРДОНОВ, Л. М. ДОБНЕР, Ю. С. ПРОКОФЬЕВ, Г. Т. ШКАРИНА

(Представлена научным семинаром кафедры экономики промышленности)

В настоящее время в различных отраслях промышленности широкое применение находят сварные сосуды с толщиной стенки от 10 до 400 мм. Для контроля качества сварных швов таких изделий применяются различные методы неразрушающего контроля, наибольший удельный вес среди которых имеют радиационные методы. Эти методы основаны на использовании различных источников — рентгеновских аппаратов, изотопов или бетатронов.

При практическом применении в соответствии с техническими условиями на контроль всегда приходится решать, какой из существующих методов является наиболее подходящим. В то же время опыт работы по дефектоскопии показывает, что часто целесообразно использовать не один какой-либо метод, а целый их комплекс.

При этом выбор метода контроля необходимо производить не только с точки зрения технической осуществимости, но и с учетом их экономической целесообразности.

Степень экономичности того или иного метода контроля определяется целым рядом факторов.

Как показали исследования, проведенные в НИИЭИ, при использовании различных источников и на разных толщинах стенки просвечиваемых сосудов степень влияния отдельных факторов на размер затрат по проведению контроля существенно меняется.

В предлагаемой работе учтены следующие факторы, определяющие размер приведенных затрат на контроль качества сварных швов:

- 1) вид используемого источника;
- 2) толщина стенки просвечиваемых изделий;
- 3) уровень механизации вспомогательных работ;
- 4) размер партии изделий, контролируемых с одной перенастройкой источника излучения;
- 5) различные схемы зарядки кассет и т. д.

Исследуемые варианты контроля приведены в табл. 1.

Ориентируясь на оптимальные условия контроля (оптимальное фокусное расстояние, стандартная пленка РТ-1, скорость радиометрического контроля при использовании установки СИД-1 0,2÷1 пог. м/мин., для дефектоскопа БД-3—1,5 пог. м/мин, а также сравнительно простой доступ к сварным швам), получаем зависимости нормы времени, себестоимости контроля, удельных капитальных вложений и приведенных затрат на 1 пог. м от толщины изделий.

Как показали расчеты производительности различных методов контроля, в интервале толщин до 50 мм наиболее производительным является сцинтилляционный контроль, причем с увеличением партии просвечиваемых изделий затраты времени на выполнение контролируемых операций уменьшаются. Если сопоставить установки РУП-200-5 и РИД-21, то очевидно, что на толщинах до 8 мм рентгенография производительнее, а на больших толщинах лучшие результаты дает установка РИД-21 с изотопом Jg^{192} .

Таблица 1

Диапазон толщин, контролируемых установкой					
Метод контроля	Наименование установки	Толщина, мм			
		10÷50	50÷100	100÷200	200÷400
Гаммаграфия	РИД-21	+	—	—	—
Рентгенография	РУП-200-5-1	+	—	—	—
Радиометрия	СИД-1	+	—	—	—
Гаммаграфия	ГУП-Со-60	—	+	+	—
Радиография	ПМБ-6	—	+	+	—
Радиография	Б-35	—	—	+	+
Радиометрия	БД-35	—	—	+	+

При сопоставлении бетатронной (на базе установки ПМБ-6) и гамма-дефектоскопии (с применением установки ГУП-Со-60) оказалось, что в интервале толщин 50÷200 мм бетатронная дефектоскопия в сочетании с флюоресцентными экранами значительно производительнее. При использовании установки ПМБ-6 со свинцовыми экранами выигрыш во времени по сравнению с гаммаграфией получаем для изделий с толщиной стенки свыше 120 мм.

Затраты времени на контроль при использовании сцинтилляционного дефектоскопа БД-3 существенно зависят от размера партии изделий, контролируемых с одной перенастройки. При уменьшении партии от 200 до 10 погонных метров штучно-калькуляционное время возрастает более чем вдвое.

Анализ производительности контроля с использованием установки Б-35 позволяет сделать вывод об определяющем влиянии вспомогательного времени. Так, при увеличении вспомогательного времени в два раза штучно-калькуляционное время увеличивается вдвое на толщине 200 мм и в 1,5 раза на толщине 400 мм.

Что касается комбинированных методов контроля (сцинтилляционный контроль в сочетании с рентгено- или гаммаграфией на базе различных источников), то в этом случае большое влияние на производительность оказывает процент выборочности контроля дефектов на рентгеновскую пленку. Производительность того или иного метода контроля отражает только затраты живого труда на проведение контрольных операций.

Обобщенную оценку сопоставляемых методов контроля дает показатель приведенных затрат C_n , учитывающий размер себестоимости контрольных операций и необходимые для его выполнения капитальные вложения.

Показатель приведенных затрат по вариантам контроля был рассчитан по формуле

$$C_{\text{п}} = \frac{t_{\text{шк}}}{60} \left[C_{\text{эч}} \cdot P \cdot k_d + N \cdot k_{\text{п}} \cdot k_{\text{вр}} \cdot \Pi_{\text{эл}} + \sum_{d=1}^h \frac{K_d (a + b + \epsilon_n)}{F_d \cdot k_3} \right] + \Pi_{\text{п}} + \Pi_{\text{х.р}} m \text{ руб./п.м.}, \quad (1)$$

где $t_{\text{шк}}$ — штучно-калькуляционное время на контроль одного погонного метра швов;

$C_{\text{эч}}$ — часовая тарифная ставка контролеров;

P — количество контролеров, обслуживающих установку;

k_d — коэффициент, учитывающий доплаты, премии и отчисления в фонд социального страхования;

N — суммарная мощность электродвигателей и источников излучения;

k_N — средний коэффициент использования источ-

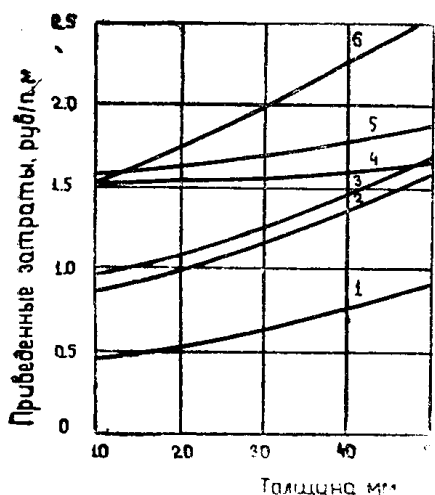


Рис. 1. График зависимости приведенных затрат на контроль от толщины стенки сосуда.

1 — приведенные затраты на контроль при радиометрии на базе установки СИД-1; 2 — приведенные затраты на комплексный контроль с использованием установок СИД-1 и РУП-200-5-1 при серийности контроля 200 погонных метров; 3 — то же при серийности контроля 10 погонных метров; 4 — приведенные затраты на контроль на базе установки РИД-21 с использованием источника Ir^{192} ; 5 — то же с использованием источника Cs^{137} ; 6 — приведенные затраты на контроль на базе установки РУП-200-5-1

ников и электродвигателей по мощности;

$k_{\text{вр}}$ — то же по времени;

$\Pi_{\text{эл}}$ — стоимость 1 квт/часа электроэнергии;

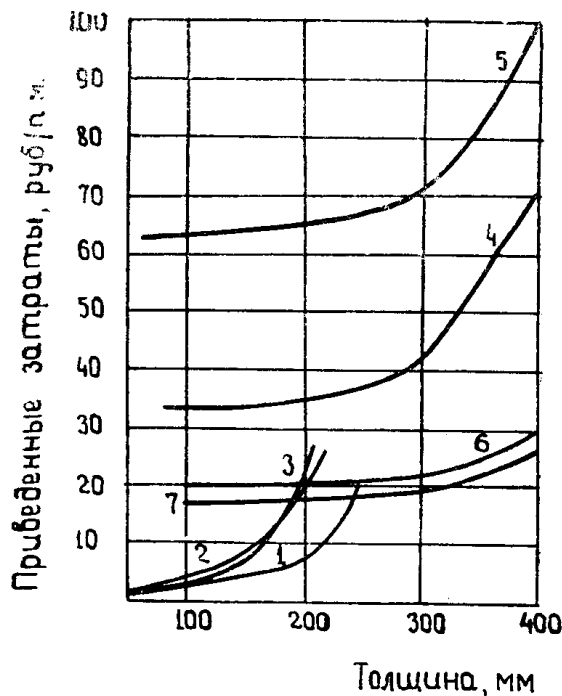


Рис. 2. График зависимости приведенных затрат на контроль от толщины стенки сосуда.

1 — приведенные затраты на контроль на базе бетатрона ПМБ-6 с флуоресцентными экранами; 2 — то же с использованием свинцовых экранов; 3 — приведенные затраты на контроль на базе установки ГУП-Со-60; 4 — приведенные затраты на контроль на базе бетатрона Б-35 при условии, что величина вспомогательного времени на экспозицию составляет 10 мин.; 5 — то же при условии, что величина вспомогательного времени на экспозицию составляет 10 мин.; 6 — приведенные затраты на комплексный контроль установками Б-35 и БД-3 (размер вспомогательного времени 10 мин. на экспозицию, выборочность радиографического контроля 50%, серийность контроля 10 погонных метров); 7 — то же для серийности контроля 200 погонных метров

- h — количество типоразмеров основных и оборотных средств, используемых при осуществлении контроля;
- K_d — стоимость единицы средства d -го типоразмера, используемого при контроле;
- v — коэффициент, учитывающий затраты на текущий ремонт;
- a — коэффициент амортизационных отчислений;
- ϵ_n — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности;
- F_d — годовой действительный фонд времени работы контрольного оборудования;
- k_3 — коэффициент загрузки контрольного оборудования;
- Π_n — стоимость пленки с учетом затрат на обработку и расшифровку в расчете на один снимок;
- $\Pi_{x,p}$ — стоимость химических реактивов в расчете на 1 снимок
- m — количество снимков на 1 метре.

Зависимость приведенных затрат на 1 погонный метр сварных швов представлена на рис. 1 и 2.

Анализируя графики, можно установить области целесообразного применения разных методов радиационной дефектоскопии. Так, в частности, радиометрический контроль на базе СИД-1 даже при наиболее неблагоприятных условиях в сочетании с 50%-ной радиографией и размере партии контролируемых изделий — 10 пог. м имеет преимущества по сравнению со 100%-ной радиографией практически на интервале толщины до 47÷48 мм. На толщине 50 мм этот метод незначительно уступает радиографии с использованием изотопа Jr^{192} .

Как видно из графика, представленного на рис. 2, в интервале толщин 100÷240 мм наиболее выгодным является применение установки ПМБ-6 с флюоресцентными экранами.

На участке от 50 до 100 мм наименьшие приведенные затраты соответствуют применению установки ГУП-Со-60. На толщинах, превышающих 200—240 мм, наиболее экономичным является использование радиометрии на базе установки БД-3.