

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ РАЗДЕЛ

УДК 621.791.75.037:621.311.6

Д. П. ИЛЬЯЩЕНКО, инж., Е. А. ЗЕРНИН, канд. техн. наук

**Технологический институт Томского политехнического университета
(Юрга, Кемеровская обл.)**

Определение потерь на разбрызгивание металла при использовании различных источников питания

Приведены результаты исследований влияния динамических характеристик источника питания на величину потерь электродного металла при ручной дуговой сварке покрытыми электродами сварочным током 80—120 А. Рассмотрен способ снижения набрызгивания с помощью применения защитных покрытий.

Research results of the power source dynamic behavior effect on the electrode metal loss at covered-electrode hand arc welding (welding current is 80—120 A) are covered. Splashing reduction method by protective coating application is considered.

Ключевые слова: ручная дуговая сварка, электрод, электродный металл, покрытие

Key words: manual arc welding, electrode, electrode metal, coating

ВВЕДЕНИЕ

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами в настоящее время остается основным способом сварки неповоротных стыков магистральных и промысловых нефтепроводов при соединении секций или отдельных труб в непрерывную нитку, а также при проведении ремонтных работ. К тому же выполнение сварочно-монтажных работ в северных районах России возможно преимущественно зимой при низких температурах воздуха (до -50°C), что является одним из препятствий для применения механизированных способов сварки [1].

Несмотря на достоинства [2, 3], этот способ сварки имеет недостатки, которые снижают эффективность его применения. К ним относятся низкая производительность сварки по сравнению с механизированными способами сварки, зависимость качества сварного соединения от квалификации сварщика, разная скорость плавления электрода в начале и конце процесса (так как ток, протекая по электроду, разогревает его, меняет сопротивление); большие потери металла на угар и разбрызгивание, огарки, в сумме составляющие до 30 % массы стержня.

К основным причинам выбрасывания капель металла из зоны сварки относятся [4]:

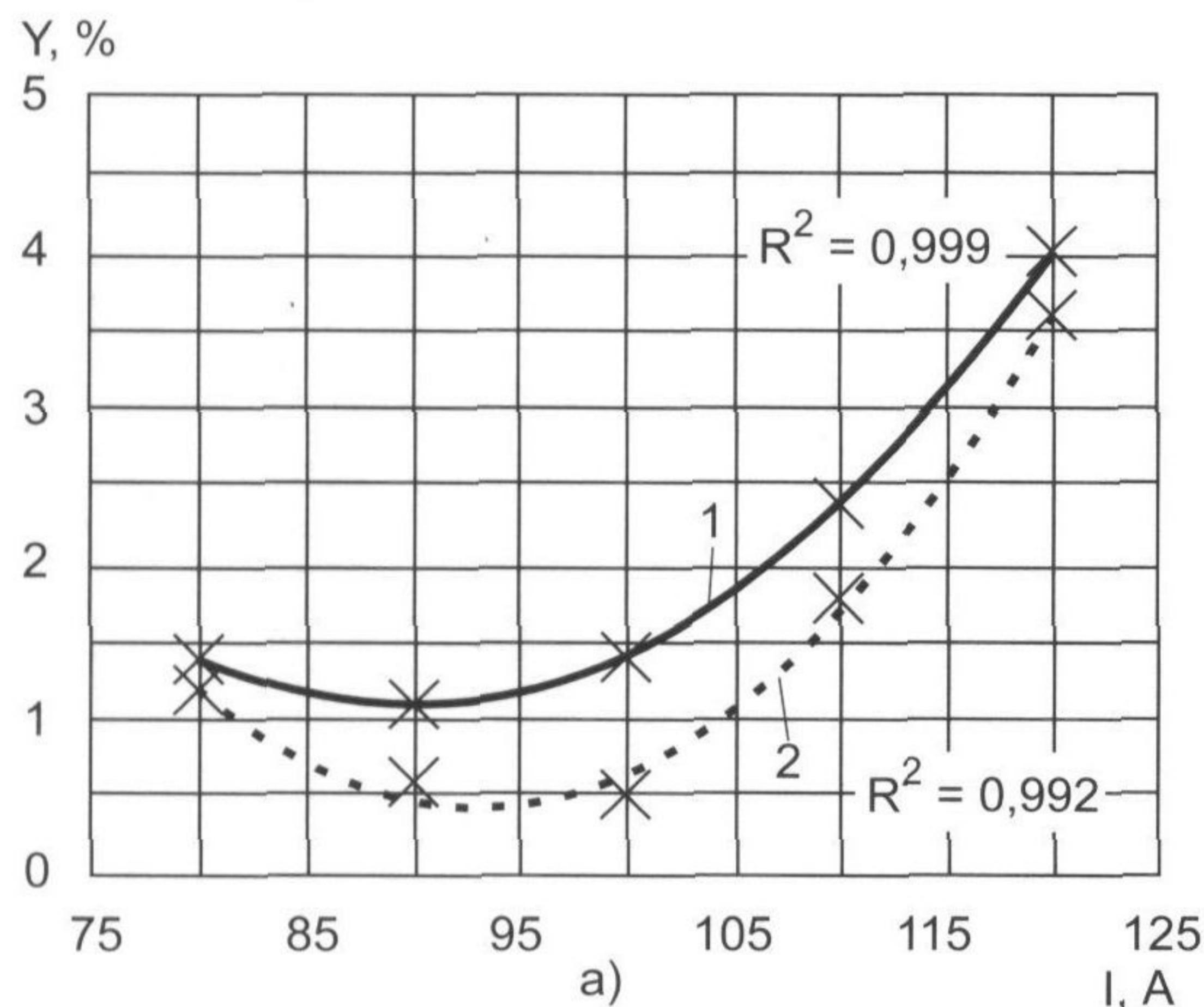
- нестабильный характер переноса металла, когда сила, отрывающая каплю от электрода, направлена в сторону от ванны, и капля выбрасывается за ее пределы; нестабильность переноса может быть вызвана условиями развития дугового разряда и металлургическими факторами, в частности интенсивным протеканием химических реакций;
- местное взрывообразное выделение газов в объеме металла, вызываемое металлургическими реакциями и приводящее к выбросу частиц металла из капель или, что бывает реже, из ванны;
- разрушение мостика жидкого металла, образующегося при переносе металла с короткими замыканиями в результате резкого увеличения плотности тока при сужении перемычки; разбрызгивание в значительной степени зависит от динамических характеристик источника тока;
- недостаточная стабильность процесса сварки. Интенсивность разбрызгивания металла зависит от многих факторов [5]:
 - вида покрытия электродов (составляющих компонентов электродного покрытия) и состояния поверхности кромок основного металла;
 - характеристики источника питания (в работах [6, 7] установлена зависимость между динамиче-

скими характеристиками источника питания и потерями на разбрзгивание электродного металла);

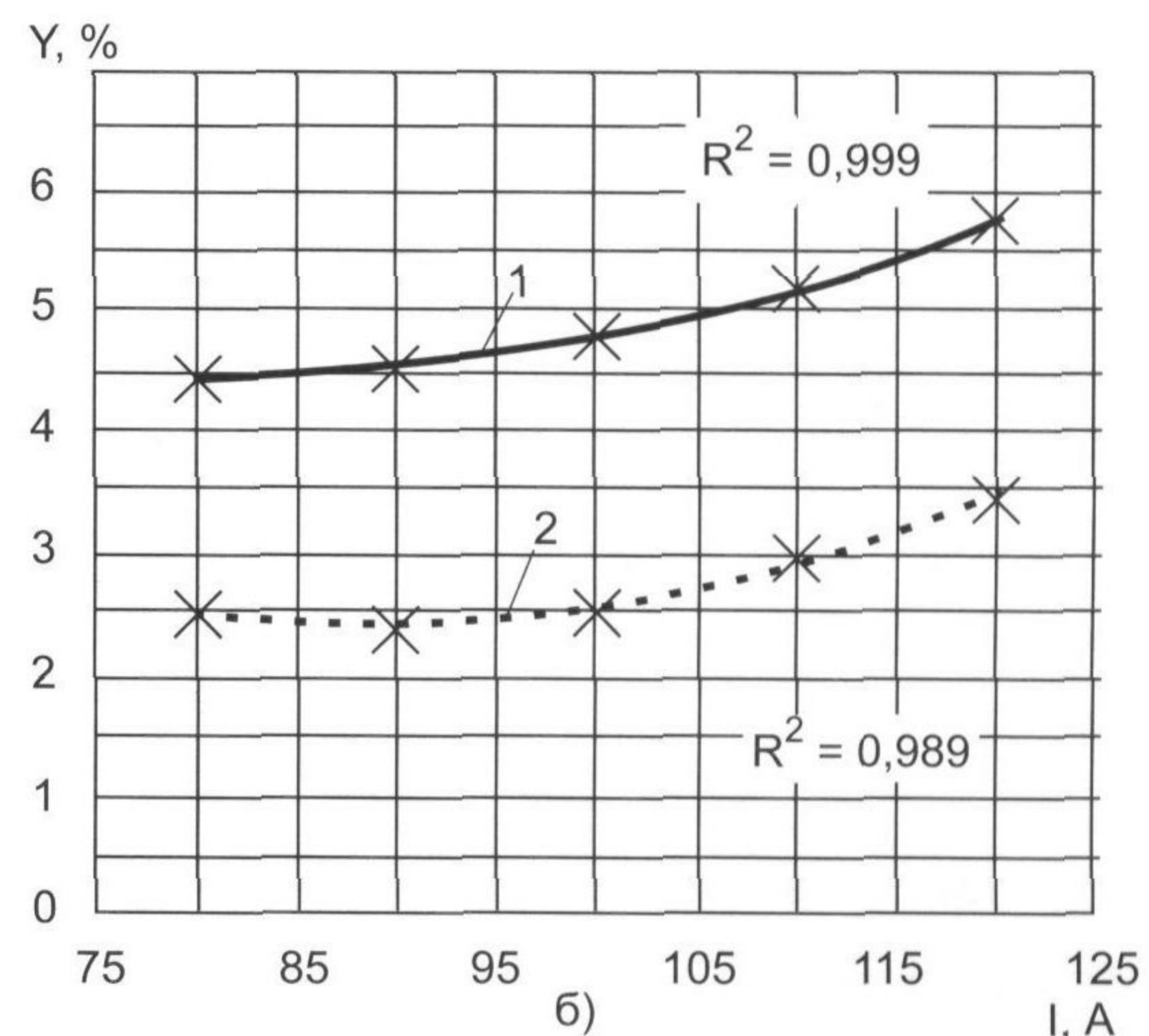
- величины и соотношения параметров режима сварки и др.

Разбрзгивание электродного металла сопровождается его набрызгиванием на поверхность

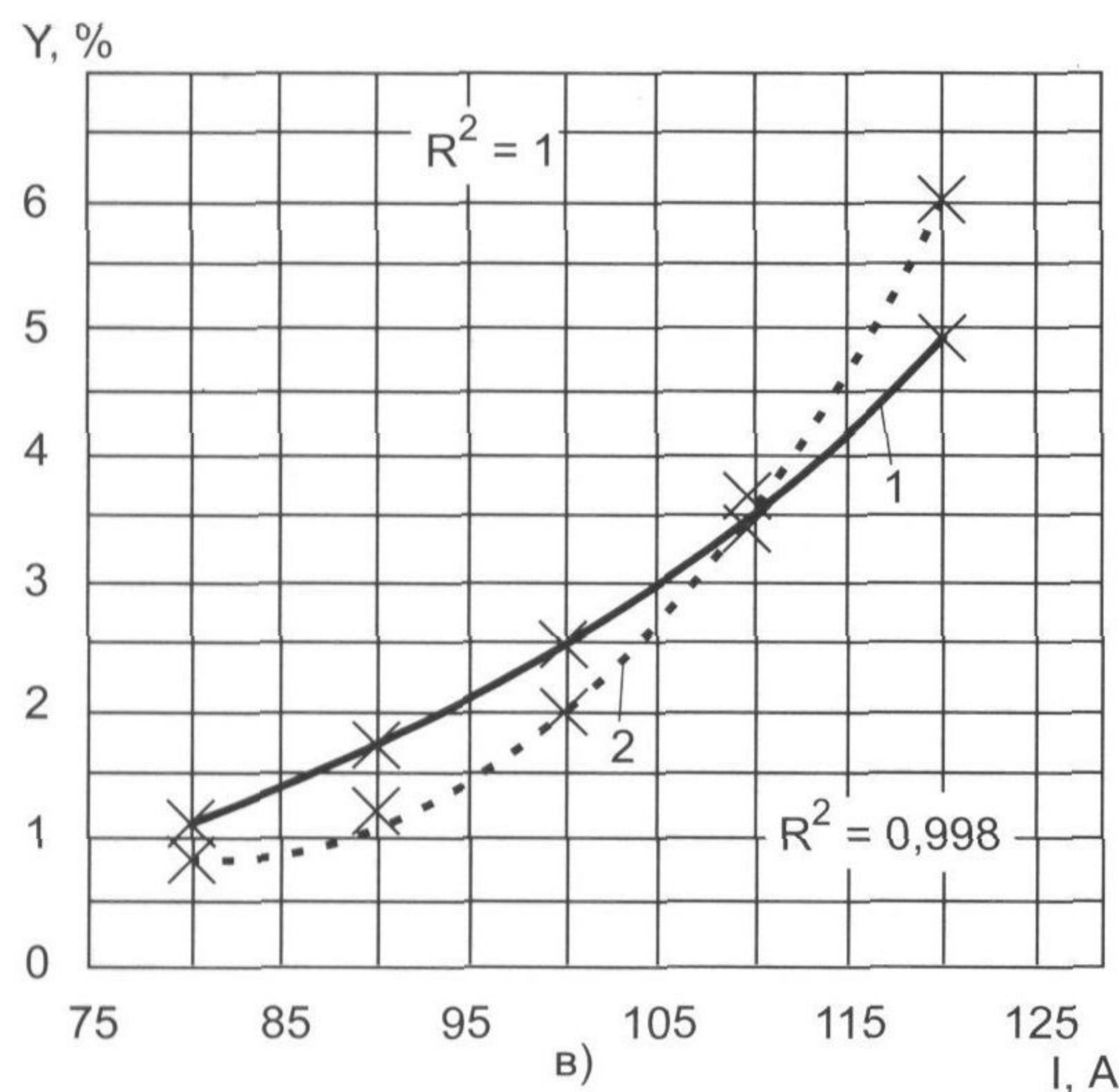
свариваемых деталей при сварке покрытыми электродами, которое может достигать существенных значений. Установлено [2], что трудоемкость по отчистке поверхности свариваемых изделий от брызг расплавленного металла составляет от 20—40 % основного времени сварки.



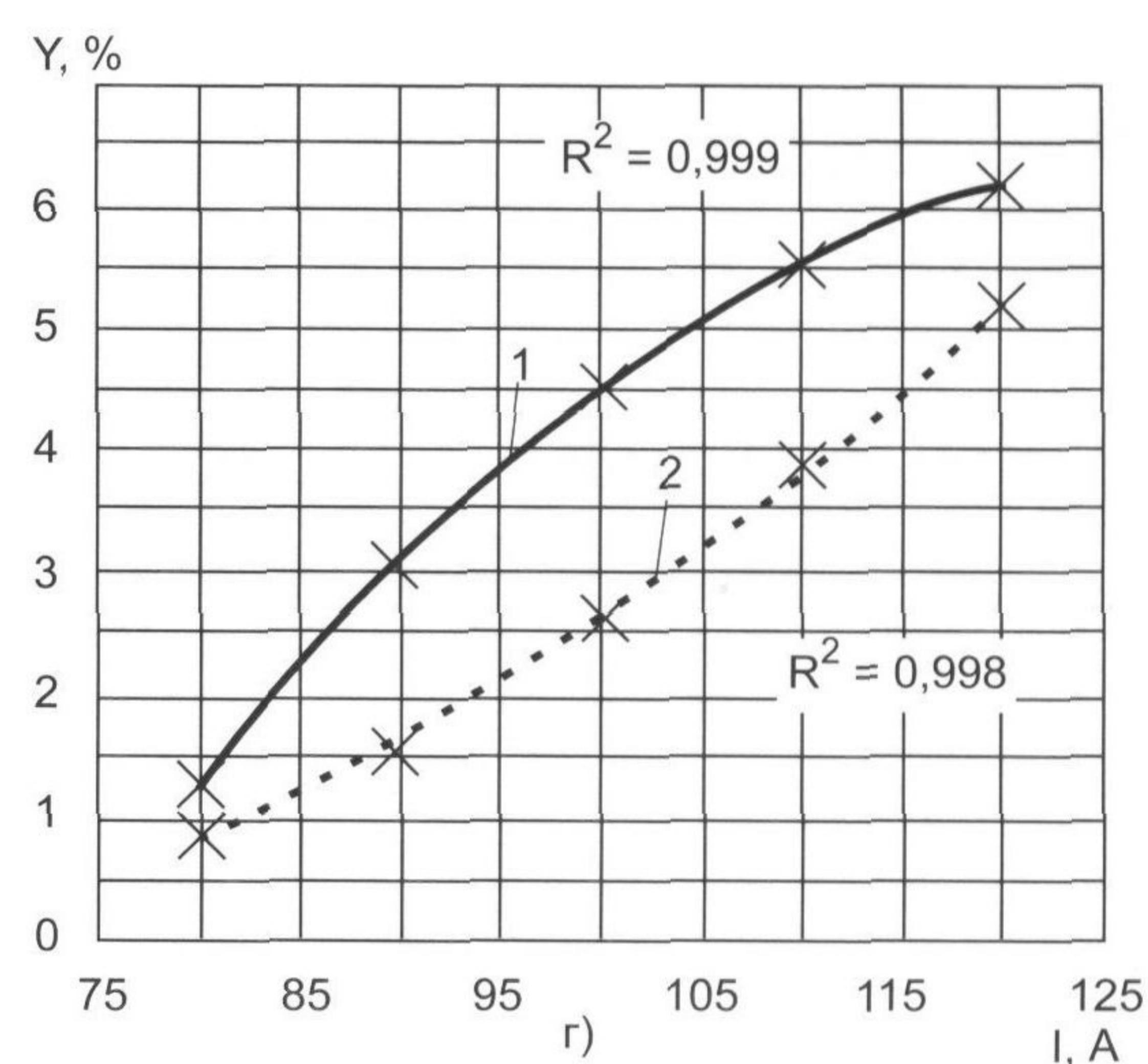
a) ОК 53.70 (ЭСАБ) (рутиловое покрытие)



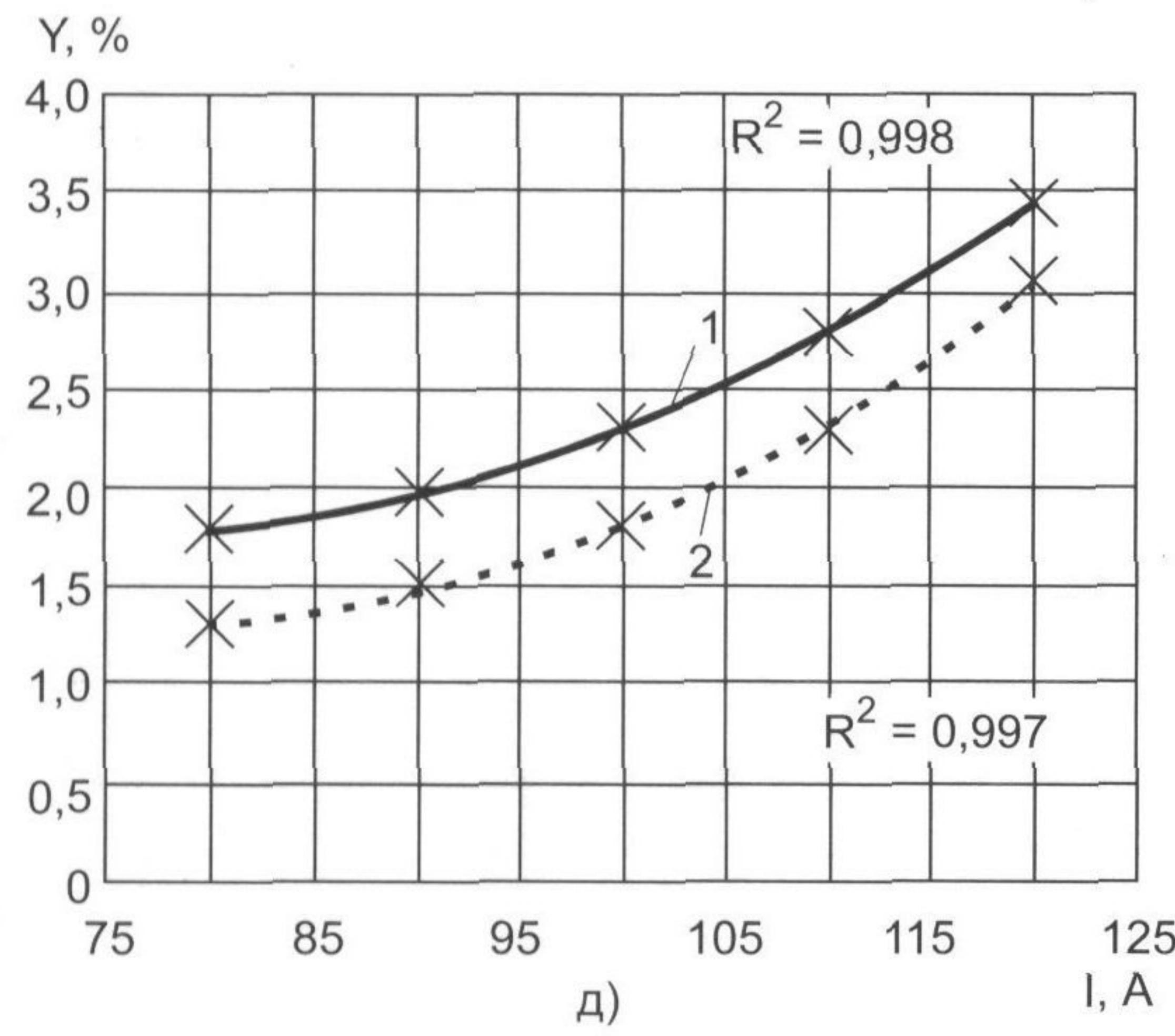
б) ЛВ-52 (основное покрытие)



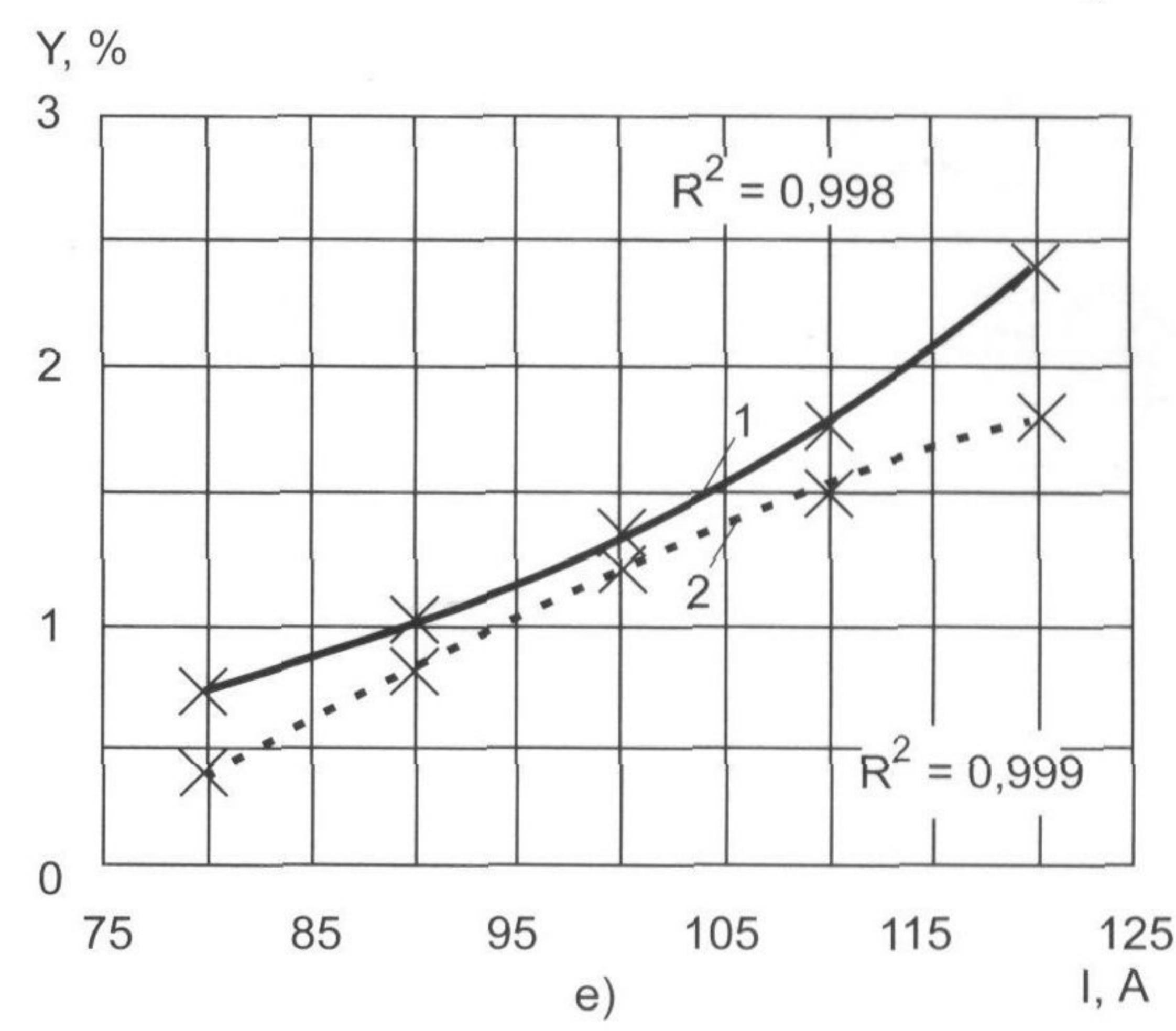
в) УОНИ 13/55 (ЭСАБ) (основное покрытие)



г) ОЗС 4 (ильменитовое покрытие)

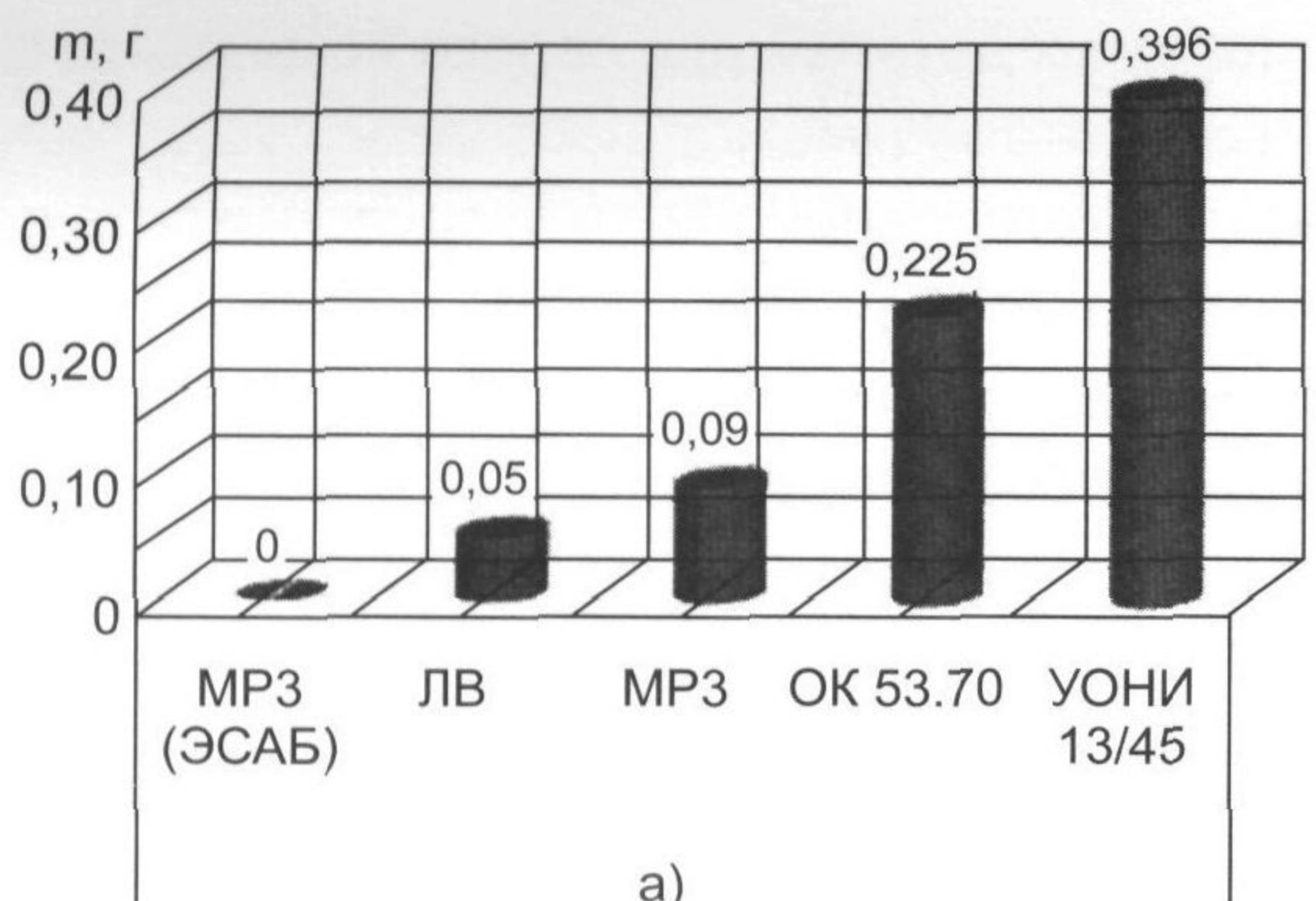


д) МР3 (ЭСАБ) (рутиловое покрытие)

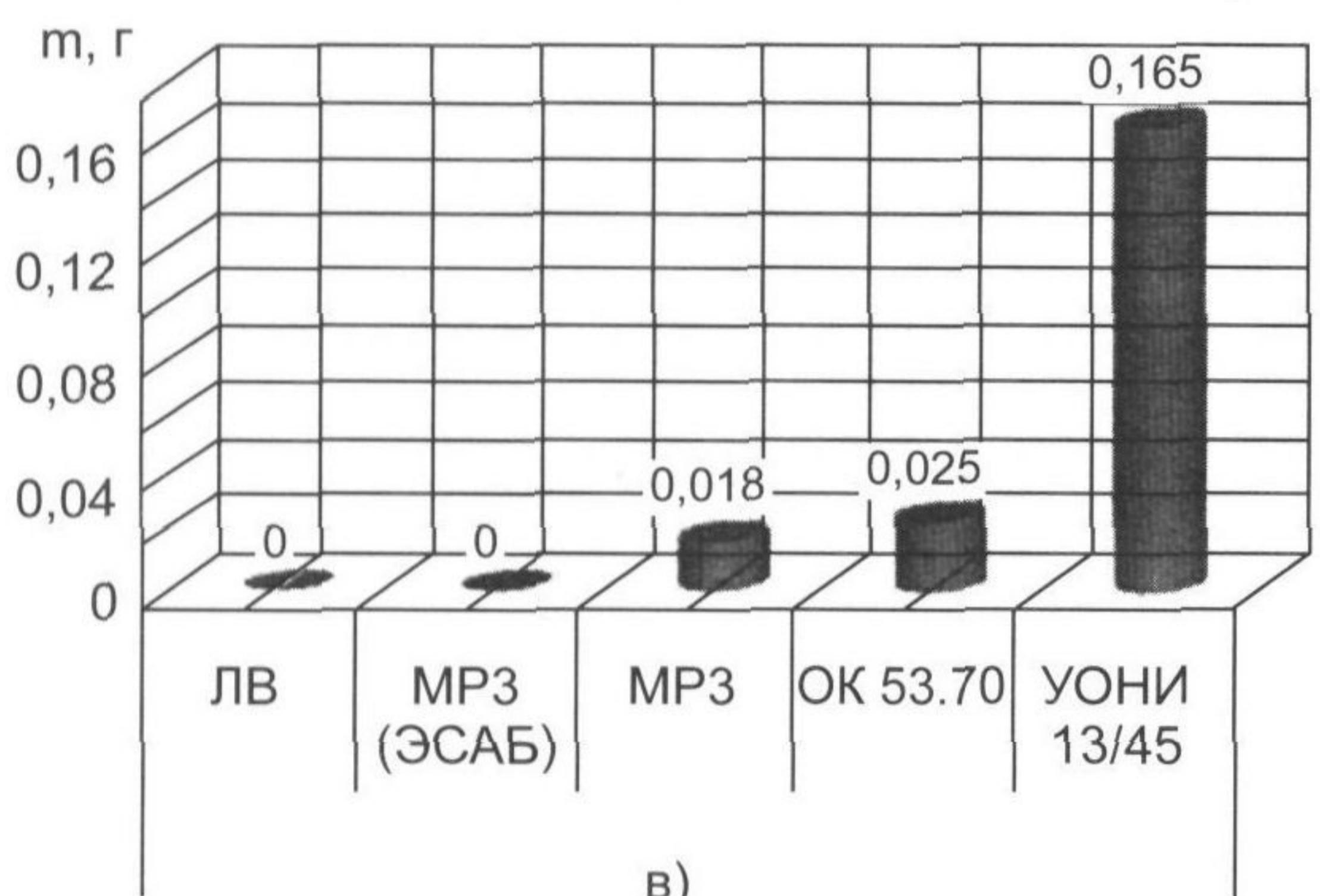


е) МР3 (рутиловое покрытие)

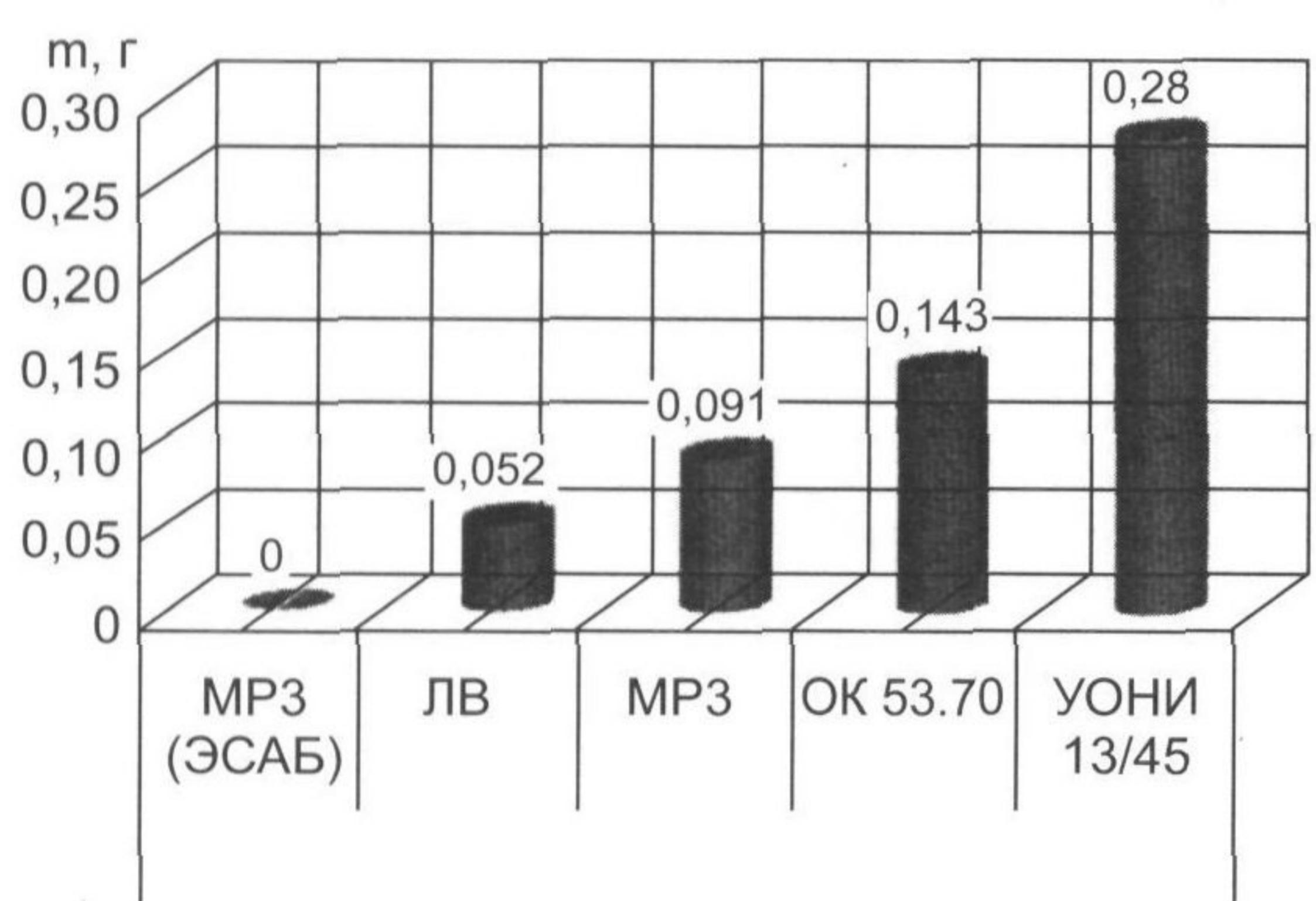
Рис. 1. Зависимость величины разбрзгивания электродного металла при ручной дуговой сварке покрытыми электродами диаметром 3 мм от сварочного тока: а — ОК 53.70 (ЭСАБ) (рутиловое покрытие); б — ЛВ-52 (основное покрытие); в — УОНИ 13/55 (ЭСАБ) (основное покрытие); г — ОЗС 4 (ильменитовое покрытие); д — МР3 (ЭСАБ) (рутиловое покрытие); е — МР3 (рутиловое покрытие), 1 — ВД-306; 2 — "Форсаж-315"



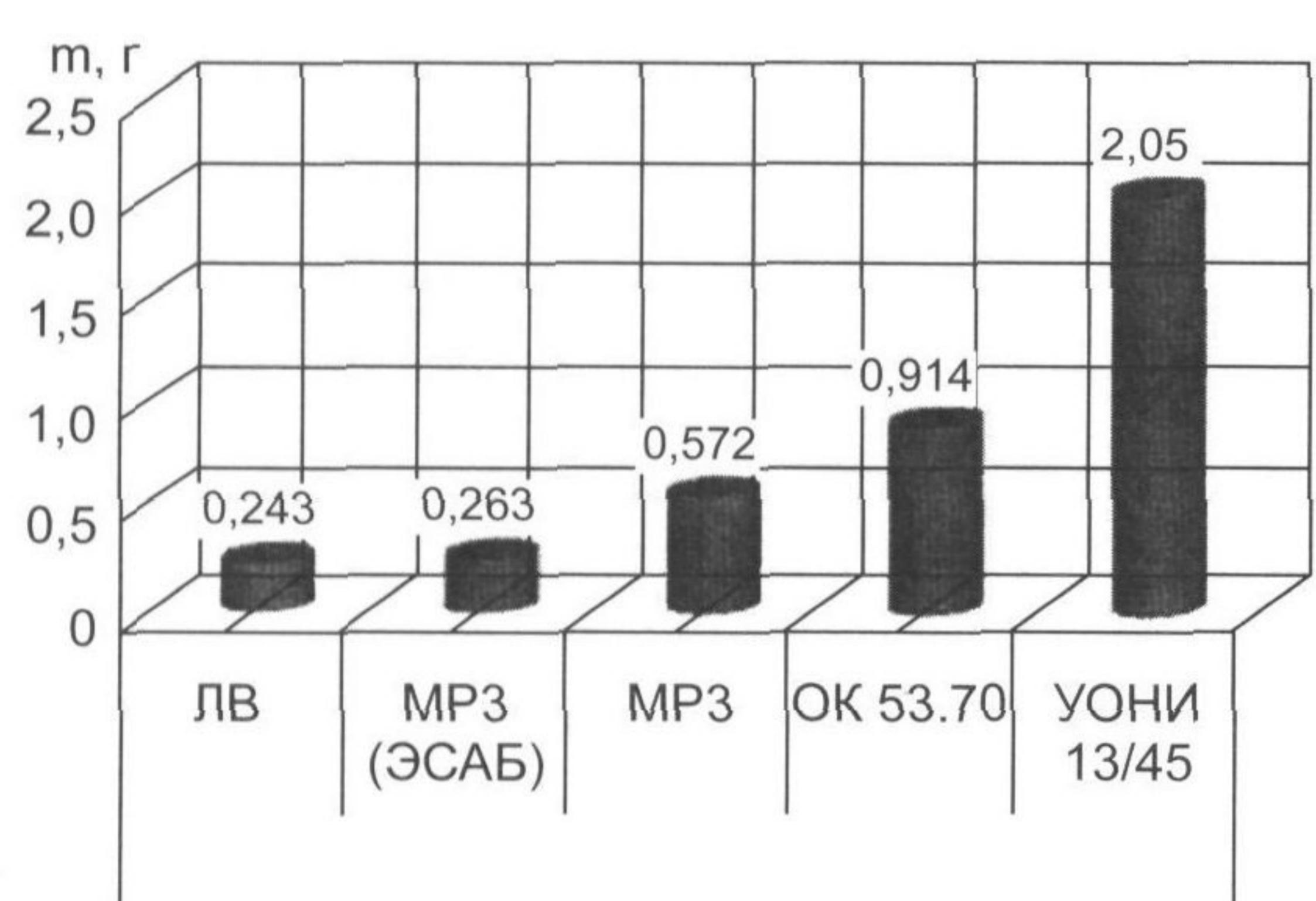
а)



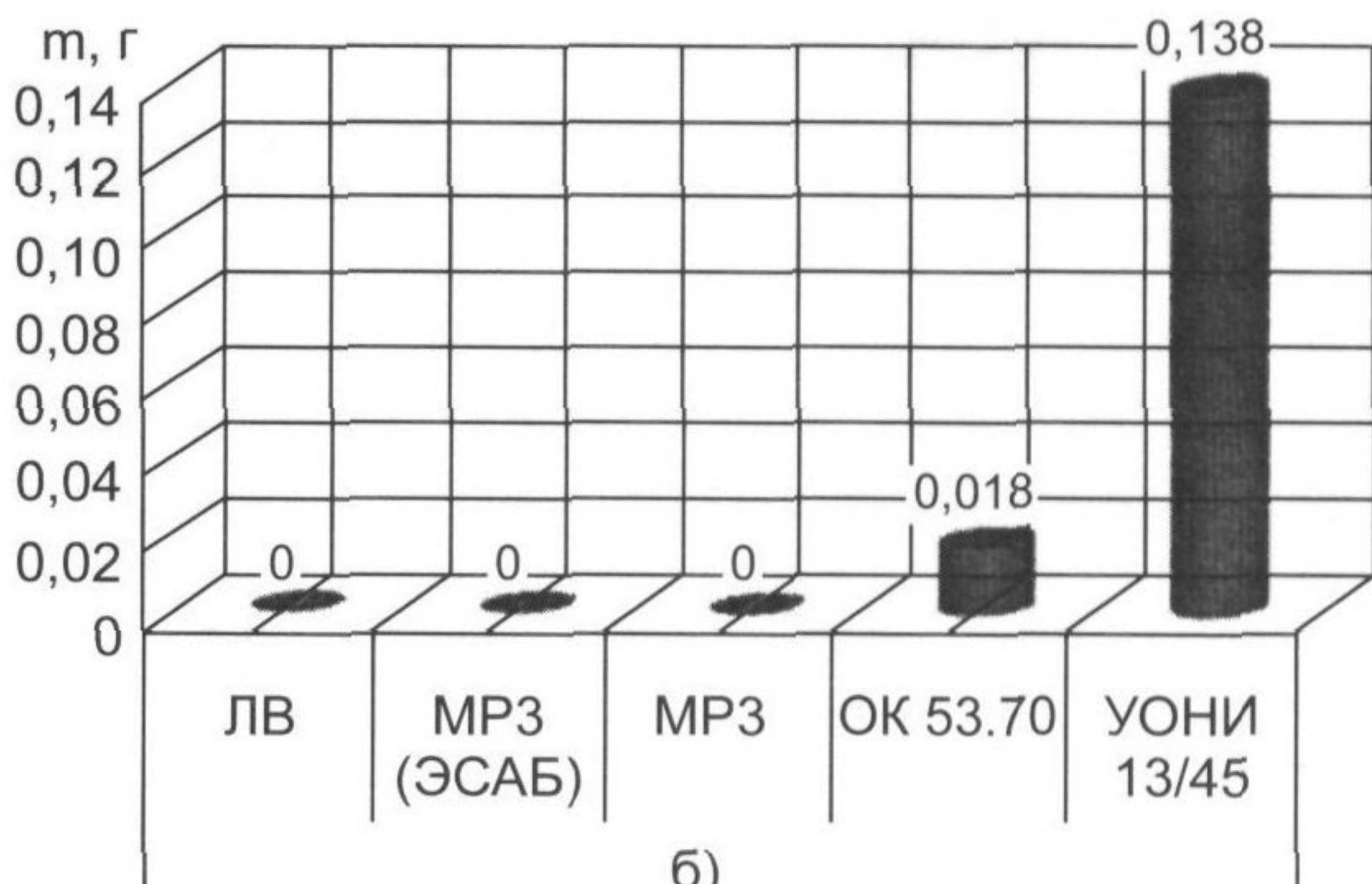
в)



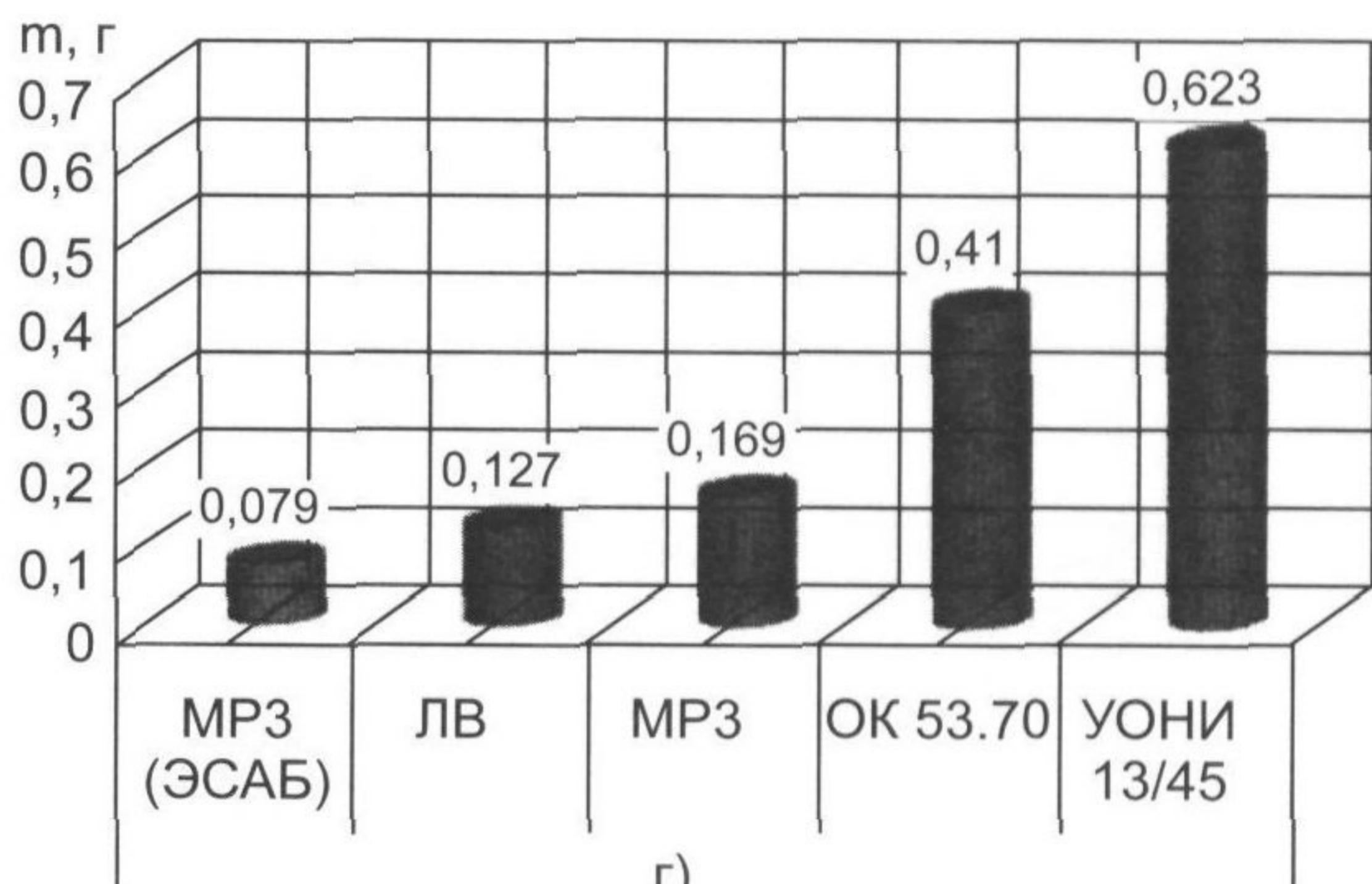
д)



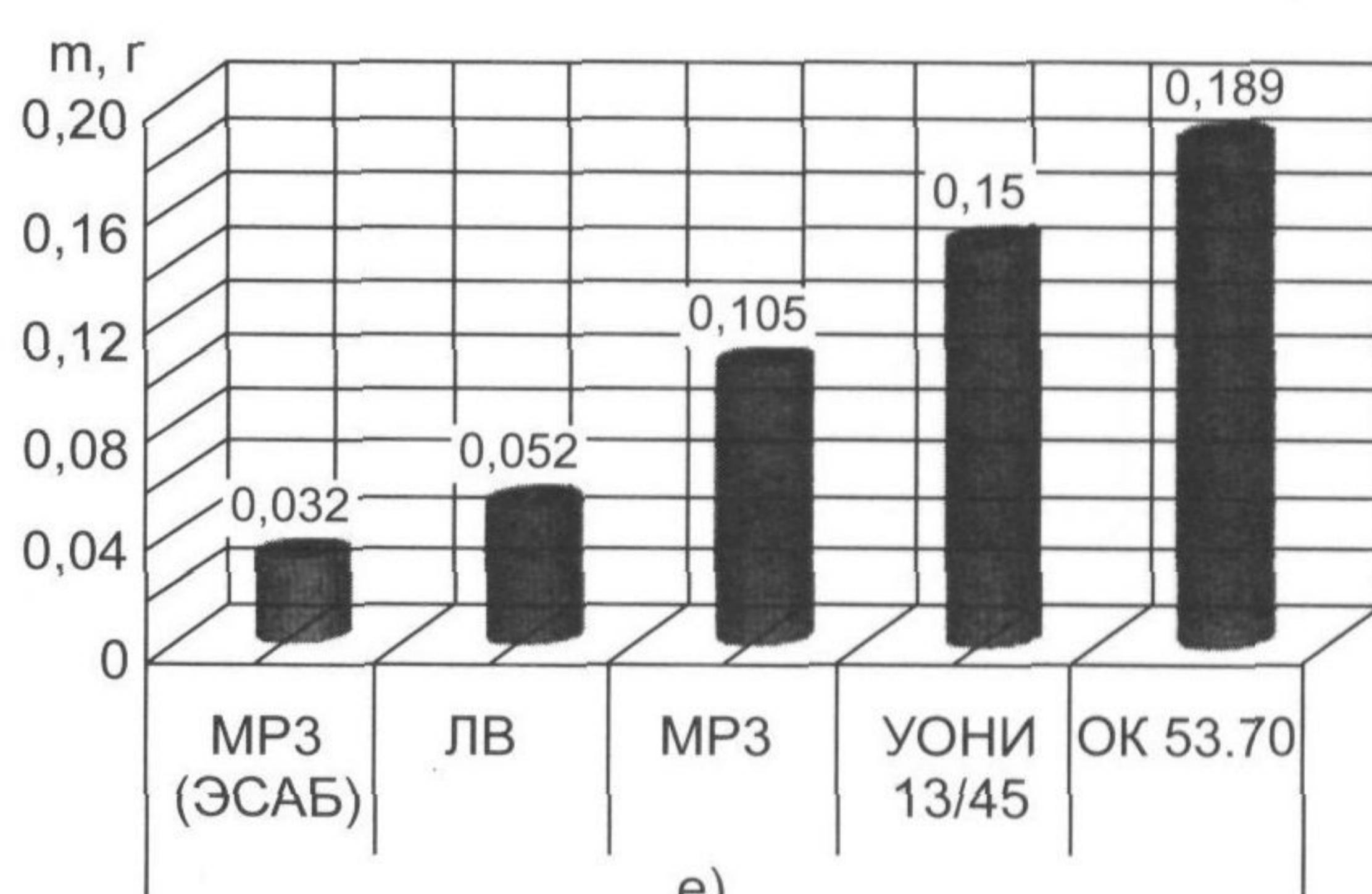
ж)



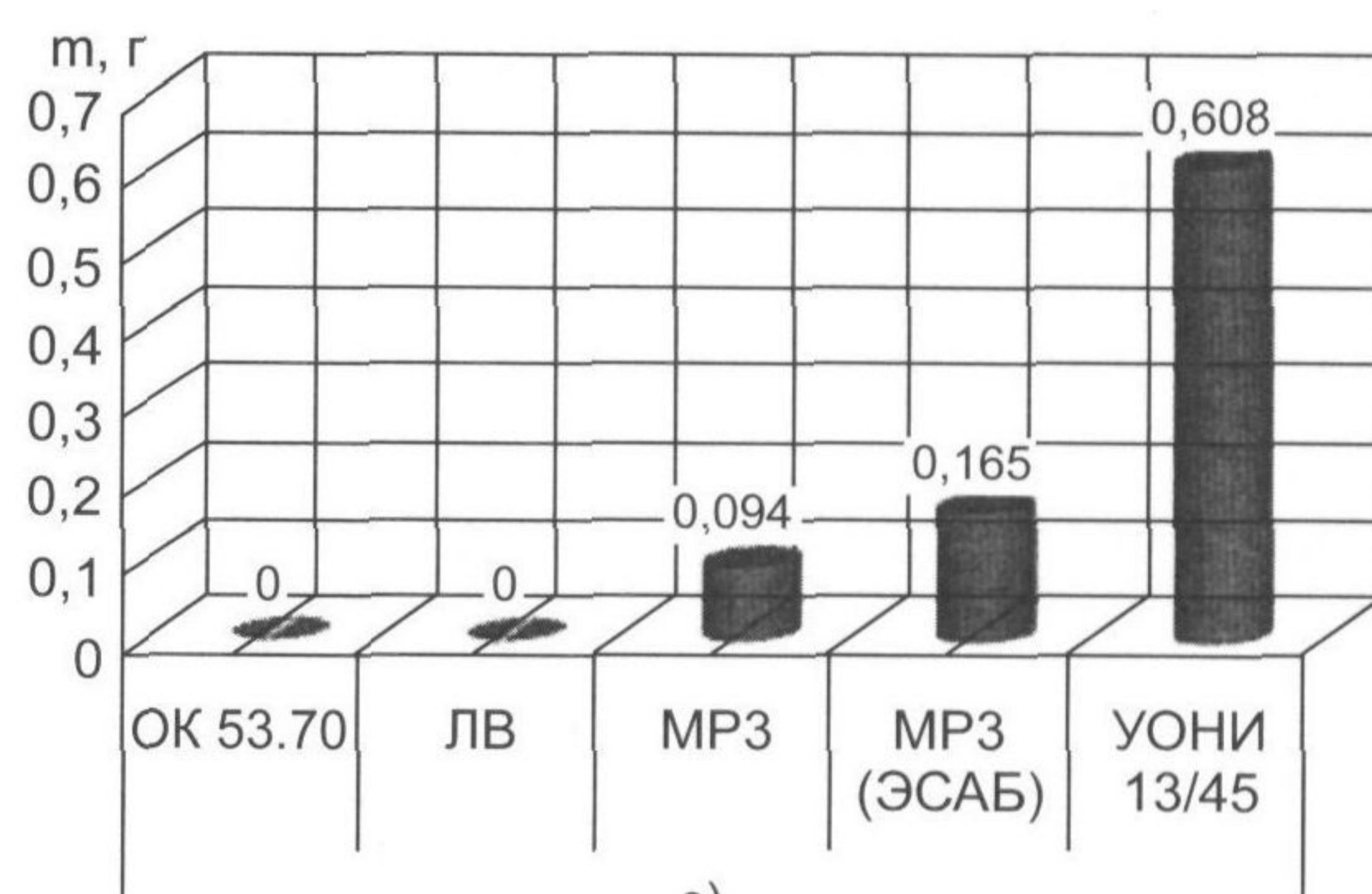
б)



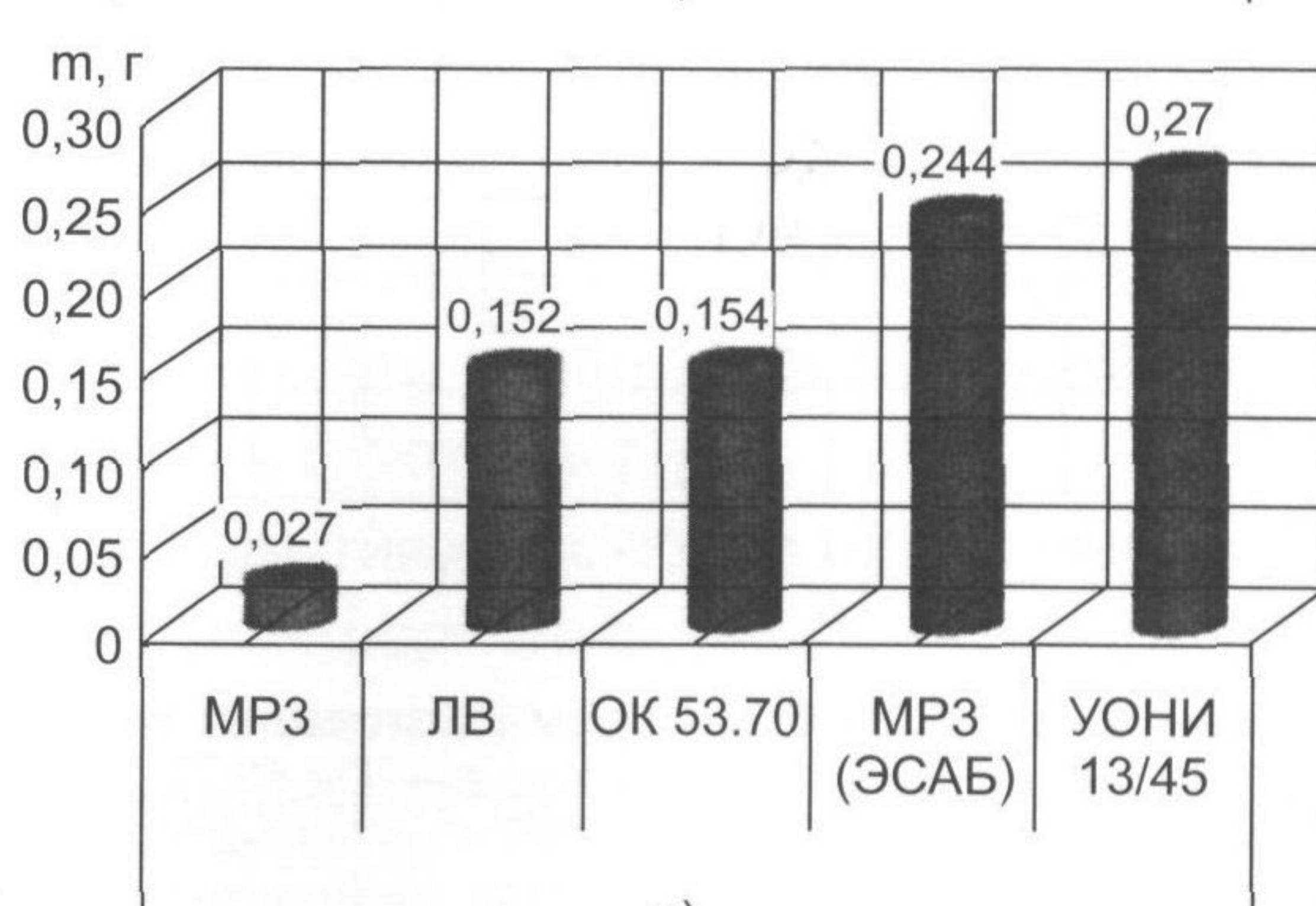
г)



е)



з)



и)

Рис. 2. Гистограммы величины набрызгивания при ручной дуговой сварке покрытыми электродами диаметром 3 мм:
а—в — сварочный ток 80 А; г—е — 100 А; ж—и — 120 А; а, г, ж —
без покрытия; б, д, з — покрытие 1; в, е, и — покрытие 2

Электрод	Коэффициенты для кривой 1 (см. рис. 1)	Достоверность аппроксимации R^2	Коэффициенты для кривой 2 (см. рис. 1)	Достоверность аппроксимации R^2
ОК 53.70	$a = 0,003; b = -0,584; c = 27,3$	0,999	$a = 0,0047; b = -0,881; c = 41,55$	0,992
ЛВ	$a = 0,0007; b = -0,1148; c = 8,86$	0,999	$a = 0,0013; b = -0,225; c = 12,5$	0,989
ОЗС	$a = -0,0022; b = 0,562; c = -29,64$	0,999	$a = 0,0011; b = -0,106; c = 2,5$	0,998
МР3	$a = 0,0005; b = -0,063; c = 2,44$	0,998	$a = -0,0003; b = -0,085; c = -4,8$	0,997
МР3 (ЭСАБ)	$a = 0,0008; b = -0,1163; c = 6,02$	0,998	$a = 0,0009; b = -0,1325; c = 6,3$	0,999
УОНИ 13/55	$a = 0,0012; b = -0,1148; c = 8,86$	1	$a = 0,0035; b = -0,57; c = 24$	0,998

Снизить набрызгивание капель расплавленного металла на поверхность свариваемых деталей можно тремя способами [5]:

- разработкой систем управления переносом металла либо новых сварочных материалов, технологий и способов сварки;
- применением покрытий для защиты поверхности свариваемого металла от брызг расплавленного металла;
- применением защитных покрытий с активирующими добавками.

Количественным показателем разбрьзгивания металла служит коэффициент разбрьзгивания Y , представляющий отношение массы брызг Q_b к массе расплавленного металла электрода Q_p :

$$Y = \frac{Q_b}{Q_p}. \quad (1)$$

В данной работе исследовали влияние сварочного тока, динамических характеристик источника питания на количество разбрьзгиваемого электродного металла при использовании покрытых электродов различных марок. В качестве источника питания применяли выпрямитель ВДУ-306 УЗ и "Форсаж 315". Сварку производили в коробе для облегчения сбора брызг. Результаты проведенных исследований приведены на рис. 1.

Анализ экспериментальных данных позволил описать полученную зависимость (в диапазоне сварочного тока 80—120 А) математическим уравнением

$$y = ax^2 + bx + c, \quad (2)$$

где a, b, c — эмпирические коэффициенты.

Эмпирические коэффициенты для каждой марки покрытых электродов приведены в таблице.

На рис. 2 приведены результаты экспериментальных исследований определения величины набрызгивания (массы трудноудаляемых капель с поверхности свариваемых деталей) при РДС покрытыми электродами с применением защитного покрытия и без него. Методика проведения эксперимента заключалась в следующем:

- производили сварку двух пластин покрытыми электродами с нанесением защитного покрытия и без него;

— сбор капель с поверхности свариваемых изделий осуществлялся с помощью щетки (легкоудаляемых капель) и механическим путем (трудноудаляемых капель);

— при взвешивании определяли массу собранных и срезанных капель.

Применили защитные покрытия 1* и 2 (каустическая сода, концентрат сульфидно-спиртовой барды, вода).

ВЫВОДЫ

1. Получены сравнительные зависимости величины разбрьзгивания от сварочного тока и применяемого источника питания при ручной дуговой сварке электродами различных марок. При сварке с использованием инверторного источника питания разбрьзгивание меньше, чем с источником, оснащенным тиристорным управлением.

2. Применение защитного покрытия различного состава позволяет снизить набрызгивание более чем в 2 раза, при этом для эффективной защиты поверхности от брызг покрытие необходимо наносить не менее чем на 40 мм от оси шва.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коницев Б. П. Достины и недостатки электродов с различными видами покрытия // Сварщик профессианал. 2006. № 8. С. 24.
2. Сапожков С. Б., Ястребов А. П., Ильяшенко Д. П. Проблемы разбрьзгивания металла при ручной дуговой сварке покрытыми электродами // Технология машиностроения. 2005. № 3. С. 23—31.
3. Сварка в СССР. Развитие сварочной техники и науки о сварке // Технологические процессы, сварочные материалы и оборудование. М.: Наука, 1981. Т. 1. 534 с.
4. Федько В. Т. Теория, технологические основы и средства снижения трудоемкости при сварке в углекислом газе. Томск: Томский политехнический университет, 2004. 398 с.
5. Ильяшенко Д. П., Сапожков С. Б. Разбрьзгивание при ручной дуговой сварке покрытыми электродами и способы его снижения // Сварочное производство. 2007. № 12. С. 28—31.
6. Лауджауст А. И., Казакевич Ч. А. Влияние параметров источника питания на разбрьзгивание металла при сварке покрытыми электродами // Автоматическая сварка. 1976. № 4. С. 24—30.
7. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / Под ред. В. В. Смирнова. Л.: Энергоатомиздат, 1986. 656 с.

* Патент 2297331 (РФ).