

**Зависимость удельной активности образцов МКЦТр  
от содержания в них противоионов Na<sup>+</sup>**

pH	$\bar{C}_{Na^+}$ , мг-экв/г	$A_{уд}$ , %	( $A$ , ед/г преп.)
2,9	0,35	100	9370
4,1	1,10	99,9	9362
4,2	1,20	99,8	9350
4,9	1,30	98,9	9265
6,2	1,40	60,2	5637
6,8	1,70	60,0	5626
9,7	2,40	54,5	5105

Примечания:  $A_{уд} = A_{пот}/A_{исх} \cdot 100$ , где  $A_{исх}$  — активность МКЦТр (9370 ед/г преп.);  $A_{пот}$  — активность МКЦТр после выдерживания их в условиях метода потенциометрического титрования.

помещении МКЦТр в водные растворы с pH > 5 происходит растворение наиболее обогащенных трипсином участков МКЦ, что приводит к уменьшению содержания фермента в нерастворяющейся части образца, а также его активности.

Таким образом, карбоксильные группы иммобилизованного на МКЦ трипсина способны диссоциировать и принимать участие в обменных реакциях, проведение которых в средах, исключающих растворение полимерного носителя, позволит получать препараты комбинированного лечебного действия с высокой ферментативной активностью,

### Список литературы

1. Гришпан Д. Д., Капуцкий Ф. Н., Потапович А. К., Шурин А. О. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1974. № 2. С. 13.
2. Ажгиревич Л. П., Капуцкий Ф. Н., Капуцкий В. Е. // Журн. физ. химии. 1975. Т. 49. № 6. С. 1528.
3. Филиппович Ю. В., Егорова Т. А., Севостьянова Г. А. Практикум по общей биохимии. М., 1982. С. 75.
4. Рубен-Вейль. Методы органической химии. М., 1963. С. 468.
5. Gregor H. P., Luttenger L. B., Lable E. M. // Journ. Amer. Chem. Soc. 1957. V. 76. P. 5879.
6. Капуцкий Ф. Н., Юркштович Т. Л., Алиновская В. А. // I Северо-Кавказское регионал. совещ. по химич. реактивам: Тез. докл. Махачкала, 1988. С. 216.
7. Alinovskaya V. A., Kaputsky F. N., Yurkshlovich T. L. // 5th conference of young scientists of socialist countries on bioorganic chemistry: Abstracts. Pushchino. USSR, 1988. P. 146.
8. Юркштович Т. Л., Капуцкий Ф. Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1979. № 3. С. 9.

УДК 771.531.17 : 778.33

Г. М. КОРЗУН, Л. И. СТЕПАНОВА, С. К. РАХМАНОВ

### СОХРАННОСТЬ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ, УСИЛЕННОГО ПО МЕТОДУ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СЕРЕБРА

Процесс усиления серебряного радиографического изображения по методу диспергирования серебра (МДС) [1—4], основанный на повышении кроющей способности серебра за счет уменьшения размеров его частиц, находит широкое применение при осуществлении дефектоскопического контроля изделий и конструкций из металлов. Это обусловлено простотой и технологичностью МДС, а также его высокой эффективностью при решении таких задач, как повышение оптической плотности недоэкспонированных снимков, сокращение времени просвечивания при дефекто-

скопическом контроле, увеличение контраста радиографического изображения, расширение диапазона контролируемых толщин и др. [5, 6].

Однако поскольку радиографические снимки, согласно существующим требованиям, подлежат хранению в течение 1—25 лет, в условиях практического применения МДС необходимо иметь информацию о сохранности усиленного по этому методу изображения на рентгентехнических пленках. Это тем более важно, что оно состоит из более мелкодисперсных частиц серебра, чем обычное химически проявленное изображение, а обесцвечивание серебряного изображения протекает с более высокой скоростью как раз в том случае, когда оно сформировано из частиц с большей удельной поверхностью [7, 8], имеющих соответственно меньший размер.

Разрушение изображения на черно-белых галогенсеребряных материалах, включая радиографические, обусловлено преимущественно окислением составляющего это изображение металлического серебра, приводящего к образованию соединений с низкой поглощающей способностью. В качестве основных окисляющих агентов при этом выступают перекисные соединения, тиосульфат- и сульфид-ионы. Наряду с окислительными процессами при хранении эмульсионного слоя в нем могут развиваться микроорганизмы, необратимо разрушающие желатиновый слой и соответственно сформированное в нем изображение из серебра.

В большинстве случаев для оценки сохранности изображения на черно-белых галогенсеребряных материалах различного типа и назначения используются методы ускоренного (искусственного) старения, сущность которых состоит в выдерживании изображения в условиях повышенной температуры и влажности, способствующих быстрому протеканию процессов разрушения изображения. Следует отметить, что механизм разрушения серебряного изображения в условиях искусственного старения может отличаться от соответствующего механизма при нормальных условиях хранения проявленных галогенсеребряных материалов. Однако экстраполяция данных по искусственному старению на нормальные условия является единственным способом оперативной оценки устойчивости изображения при длительном хранении [9].

Объектами настоящего исследования служили радиографические пленки технического назначения *D4* и *D7* «Структурикс» производства фирмы Агфа-Геверт. Экспонирование пленок, их стандартную и усиливающую химико-фотографическую обработку проводили по методике [3]. Полученные после стандартной химико-фотографической обработки образцы усиливали по МДС в вариантах пропорционального и сверхпропорционального усиления оптических плотностей исходного изображения, представляющих наибольший практический интерес. К этим вариантам относятся: 1) пропорциональное усиление — отбеливание изображения в растворе состава  $K_3[Fe(CN)_6]$  — 125,  $KBr$  — 6 г/л и повторное восстановление в растворе  $SnCl_2 \cdot 2H_2O$  — 25, трилон Б — 20,  $NaOH$  — 40,  $Na_2SO_3$  — 60 г/л; 2), 3) сверхпропорциональное усиление — отбеливание изображения в растворе  $K_3[Fe(CN)_6]$  — 125,  $NaCl$  — 100 г/л и повторное восстановление в растворе  $SnCl_2 \cdot 2H_2O$  — 25, трилон Б — 20,  $NaOH$  — 40,  $Na_2SO_3$  — 60 (вариант 2) или 150 г/л (вариант 3). Основные фотографические характеристики и значения величины  $K_y^{max} = D_y/D_{исх}$  ( $D_{исх}$  и  $D_y$  — оптическая плотность исходного и усиленного изображения), характеризующие увеличение оптической плотности в результате усиления при различных видах обработки, приведены в табл. 1.

Для изучения стабильности изображения образцы пленок хранили в термостате при 50 °С и относительной влажности 98—100 % и периодически измеряли оптические плотности изображения. Сохранность изображения характеризовали коэффициентом регрессии, рассчитываемом по формуле:  $f_\tau = \frac{D - D_\tau}{D} 100 \%$ , где  $D$  — начальная оптическая плотность поля сенситограммы;  $D_\tau$  — оптическая плотность поля сенситограммы после хранения в течение времени  $\tau$ .

Таблица 1

Основные сенситометрические характеристики ( $S_{0,85+D_0}$ ,  $K_{л}^{-1} \cdot \text{кг}$ ,  $\gamma$ ,  $D_0$ ,  $K_y^{\text{max}}$ ) радиографических пленок  $D4$ ,  $D7$  при различных вариантах их химико-фотографической обработки

Тип пленки	Вид обработки	$S_{0,85+D_0}$ $K_{л}^{-1} \cdot \text{кг}$	$\gamma$	$D_0$	$K_y^{\text{max}}$
$D4$	стандартная	1,4	4,0	0,05	—
$D7$	—»—	3,1	3,8	0,10	—
$D4$	усиление (вариант 1)	1,8	4,3	0,05	1,2
$D7$	—»—	5,1	4,2	0,12	1,5
$D4$	усиление (вариант 2)	3,7	6,2	0,05	2,0
$D7$	—»—	10,9	5,8	0,15	3,7
$D4$	усиление (вариант 3)	6,2	4,8	0,05	3,2
$D7$	—»—	18,7	4,3	0,25	5,5

Коэффициент регрессии усреднялся по всем оптическим плотностям. Значения коэффициентов регрессии в параллельных опытах различались не более чем на 10 %.

Результаты исследования, обобщенные в табл. 2, свидетельствуют о том, что стабильность радиографических изображений определяется типом материала и видом его химико-фотографической обработки.

Таблица 2

Сохранность радиографических изображений на пленках  $D4$ ,  $D7$  при 50 °С и относительной влажности 98—100 % в различных вариантах их обработки

Химико-фотографическая обработка	Длительность хранения, сут	Средний коэффициент регрессии $f_{\text{ср}}$ , % для пленок	
		4	7
Стандартная	20	7	8
	45	12	9,5
	75	14	12
	200	16	14
Усиление по МДС: вариант 1	20	1,5	0
	45	2,5	0
	75	3,5	0
	200	4,0	2,0
вариант 2	20	5	1,5
	45	6	2
	75	8,5	2
	200	12	2,5
вариант 3	20	8,5	2
	45	14	4
	75	14,5	4,5
	200	15	7,5

Коэффициент регрессии оптической плотности изображения, полученного при стандартной химико-фотографической обработке после 200 сут хранения в указанных условиях, составляет 14—16 %. Усиленное по МДС изображение хранится несколько лучше: за 200 сут средний коэффициент регрессии в зависимости от используемого варианта усиления лежит в пределах 2—7,5 % для пленки *D 7* и 4—15 % для *D 4*.

Определенное влияние на скорость регрессии изображения оказывает используемый вариант усиления по МДС. Как следует из сопоставления данных табл. 1 и 2, чем выше эффективность усиления оптических плотностей, достигаемая при использовании определенного варианта МДС, тем выше скорость регрессии усиленного по этому варианту изображения. Эта зависимость имеет место как для пленки *D4*, так и для *D7*. Минимальная скорость регрессии у изображений, усиленных по варианту 1, при использовании которого оптические плотности возрастают незначительно ( $K_y^{\max}=1,2; 1,5$ ). Переход к сверхпропорциональным вариантам усиления по МДС (2, 3), характеризующимся достаточно большими величинами  $K_y^{\max}=3,2; 5,5$ , приводит к увеличению коэффициентов регрессии. Повышение скорости регрессии усиленного по МДС изображения с ростом эффективности усиления, по-видимому, связано с возрастанием в этих условиях доли частиц высокодисперсного серебра в составе изображения [4], которые окисляются легче, чем массивное серебро. Поскольку в процессе дополнительной обработки фотослов по МДС, по-видимому, происходит практически полное удаление из них остаточного тиосульфата вследствие его вымывания, скорости регрессии изображений, полученных после стандартной химико-фотографической обработки и усиленных по МДС, сопоставим, несмотря на то, что дисперсность частиц серебра, формирующих изображение, в последнем случае заметно выше.

Результаты проведенного исследования позволяют с достаточной определенностью прогнозировать сохранность усиленных по МДС радиографических изображений. Учитывая те обстоятельства, что серебряное изображение на пленках *D4*, *D7* после стандартной химико-фотографической обработки в реальных условиях сохраняется свыше 25 лет и его стабильность при температуре 50 °С и относительной влажности 90—100 % сопоставима со стабильностью усиленных по МДС изображений, нет оснований опасаться, что усиленные по МДС изображения будут существенно уступать в сохранности изображениям, полученным после стандартной химико-фотографической обработки.

### Список литературы

1. Бранницкий Г. А., Капариха А. В., Лапшина В. В. и др. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. № 6. С. 37.
2. Корзун Г. М., Рахманов С. К., Григоренко В. П. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 20.
3. Бранницкий Г. А., Корзун Г. М., Рахманов С. К. и др. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1986. № 1. С. 102.
4. Бранницкий Г. А., Сташенок В. Д., Рогач Л. П. и др. Принципы усиления серебряного изображения, основанные на диспергировании частиц серебра и его осаждении из проявляюще-фиксирующих растворов / Редкол. журн. «Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр.» Минск, 1987. 25 с. Деп. в ВІНІТН 22-12-87. № 8944-В87.
5. Биктимиров Р. С., Капустин В. П., Корзун Г. М. и др. // Дефектоскопия. 1987. № 8. С. 11.
6. Капустин В. И., Хафиди С. А., Круссер Т. Б. и др. // Методы и средства неразрушающего контроля и диагностики энергетического оборудования: Тр. ЦНИИТМАШ. 1987. № 203. С. 13.
7. Kobayashi Tatego // Сяси когё. 1977. V. 35. № 5. P. 32.
8. Картужанский А. Л., Кудряшова Л. К., Юрченко А. Ф. // Журн. науч. и прикладн. фотогр. и кинематогр. 1983. Т. 28. № 1. С. 38.
9. Iwano Naguhiko // Karaky ono kogё. Chem. and Chem. Ind. 1979. V. 32. № 3. P. 175.