

А. В. Лакеева, О. А. Исхаков

СИНЕРГИЗМ ПРОЯВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОБРАБАТЫВАЮЩИХ РАСТВОРАХ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Ключевые слова: синергизм, метол, (метил)фенидон, гидрохинон.

С целью нахождения области синергических соотношений проявляющих веществ исследованы зависимости чувствительности и коэффициента контрастности радиографических материалов от соотношения проявляющих веществ метола и гидрохинона, а также метилфенидона и гидрохинона в обрабатывающих составах. Исследования проводили как в условиях раздельного проявления и фиксирования, так и при одновременном проявлении и фиксировании. Тест-объектами служили два вида радиографических материалов – плёнки РТ-К (мелкозернистая низкочувствительная) и РТ-1 (более крупнозернистая и высокочувствительная). Экспонирование и химико-фотографическую обработку проводили в стандартных условиях.

Keywords: synergism, metol, methylphenidone, hydroquinone.

The dependences of the sensitivity and gamma of radiographic materials on the ratio of developing agents metol and hydroquinone, and methylphenidone and hydroquinone in processing formulation were investigated. The obtained data allow us to identify the areas of synergetic relations of developing agents. Studies were carried out in the conditions of both separate development and fixation, and simultaneous development and fixation. Control guides were two types of radiographic materials – RT-K (fine grained low sensitive) and RT-1 (more coarse-grained and highly sensitive) films. Exposure and photographic processing were carried out in standard conditions.

Введение

Важным звеном при разработке процесса экспресс-диагностики при помощи неразрушающего контроля качества сварных швов на магистральных нефтегазопроводах является эффективный обрабатывающий состав для радиографических технических плёнок. Анализ возможных путей решения проблемы показал, что оптимальным вариантом следует признать применение перспективного способа химико-фотографической обработки радиографических материалов – одновременного проявления и фиксирования в одном растворе - *монованне*. При этом для повышения эффективности обработки целесообразно в максимальной степени использовать синергический эффект проявляющих компонентов состава.

Явление синергизма проявляющих веществ, которое в теории и практике фото процесса принято называть супераддитивностью, получило широкое распространение в практике химико-фотографической обработки галоидосеребряных материалов [1,2]. В то же время из теории и практики синергизма известно, что величина его существенно зависит от ряда факторов, прежде всего таких, как *соотношение* концентраций и *суммарная концентрация* синергистов в системе. В связи с этим нами был проанализирован ряд рецептур супераддитивных фенидон-гидрохиноновых [3] и метол-гидрохиноновых проявителей [6]. Проведенный анализ большого количества таких рецептур показал, что интервал применяемых соотношений проявляющих веществ в них настолько велик, что противоречит самому принципу синергизма как явления. Это означает, что большинство из таких рецептур причислены к категории супераддитивных лишь по формальному признаку и ситуация требует внести ясность в

вопрос о действительно супераддитивных соотношениях применяемых соединений для получения максимального эффекта.

Постановка исследования

В предыдущих публикациях [4,5] уже было показано, что для экспресс-диагностики качества сварных швов на магистральных нефтегазопроводах в полевых условиях при помощи радиографических технических плёнок наиболее перспективным для химико-фотографической обработки последних является использование так называемых монованн, содержащих в одной обрабатывающей рецептуре компоненты как проявляющих, так и фиксирующих составов. В качестве проявляющих веществ в таких составах используют чаще всего метол (М) с гидрохиноном (ГХ) и метилфенидон (МФ) с гидрохиноном.

В представленной работе приведены результаты исследований влияния соотношений проявляющих веществ в метол-гидрохиноновых и метилфенидон-гидрохиноновых обрабатывающих составах на результаты обработки. Для полноты картины применяли два варианта химико-фотографической обработки – как в проявляюще-фиксирующих монованнах, так и путём раздельного проявления и последующего за ним фиксирования с промежуточной промывкой.

В качестве тест-объектов исследования служили две радиографические технические плёнки – РТ-К и РТ-1. Это обусловлено тем, что они отличаются и по своим характеристикам, и по назначению.

Экспериментальная часть

Материалы РТ-К и РТ-1 подвергали экспонированию на оптическом сенситометре ФСП-41, при цветовой температуре лампы сенситометра 2850° К. РТ-1 экспонировали с серым

светофильтром (стекло НС, D=0,9Б), РТ-К - без светофильтра с выдержкой 1/20 сек. Затем следовала химико-фотографическая обработка при 20° С в течение 12 мин., промывка проточной водой 5 – 7 мин. и сушка.

Оптические плотности на сенситограммах определяли на денситометре ДФЭ-10.

Таблица 1 – Количества и молярные соотношения проявляющих веществ в проявителях

М+ГХ	1	2	3	4	5
М, г/л	2,53	5,05	7,58	10,10	12,63
ГХ, г/л	7,26	6,45	5,65	4,84	4,03
М/ГХ, моль/моль	0,22	0,50	0,86	1,33	2,00
МФ+ГХ	1	2	3	4	5
МФ, г/л	2,57	5,17	7,74	10,33	12,9
ГХ, г/л	14,5 3	12,9	11,3	9,67	8,07
МФ/ГХ, моль/моль	0,11	0,25	0,43	0,67	1

Таблица 2 – Фотосвойства и интервалы синергических соотношений проявляющих веществ

Тест-объект	Проявляющие вещества	Обработка в монованне		Раздельная обработка	
		Фото-свойства	Интервал соотношений	Фото-свойства	Интервал соотношений
РТ-К	М+ГХ	S	25	0,18-0,34	28
		γ	3,5	0,18-0,34	5,8
	МФ+ГХ	S	87	0,18-0,34	45
		γ	4,6	0,18-0,34	3,2
РТ-1	М+ГХ	S	32	0,18-0,34	20
		γ	1,35	0,18-0,34	4,8
	МФ+ГХ	S	40	0,83-1,25	80
		γ	1,6	0,83-1,25	1,4

Фиксирующий проявитель:

- трилон Б 5,0 г
- метол или метилфенидон – в соответствии с условиями опыта (таблица 1)
- гидрохинон – в соответствии с условиями опыта (таблица 1)
- сульфит натрия (б/в) 40,0 г
- гидроксид калия 20,0 г
- натрия тиосульфат кристаллический 45,0 г
- вода до 1 л.

Проявитель:

- трилон Б 5,0 г
- метол или метилфенидон – в соответствии с условиями опыта (таблица 1)

- гидрохинон – в соответствии с условиями опыта (таблица 1)
- сульфит натрия (б/в) 40,0 г
- гидроксид калия 20,0 г
- вода до 1 л.

Фиксация БКФ-2:

- натрия тиосульфат кристаллический 260,0 г
- хлористый аммоний 5,0 г
- метабисульфит натрия технический 17,0 г
- вода до 1 л.

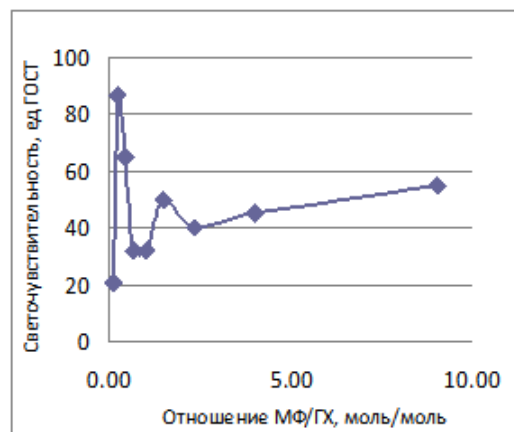


Рис. 1 – Зависимость светочувствительности от соотношения проявляющих веществ (МФ и ГХ) для пленки РТ-К в монованне

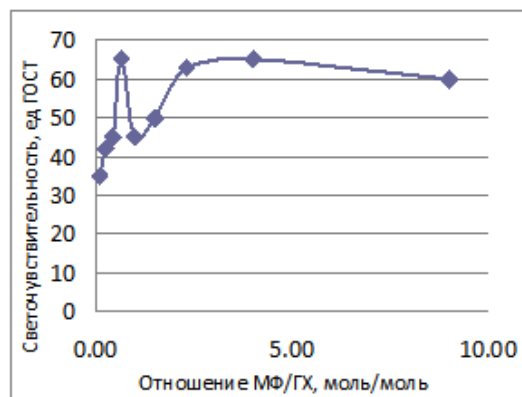


Рис. 2 – Зависимость светочувствительности от соотношения проявляющих веществ (МФ и ГХ) для пленки РТ-К при раздельном проявлении и фиксировании

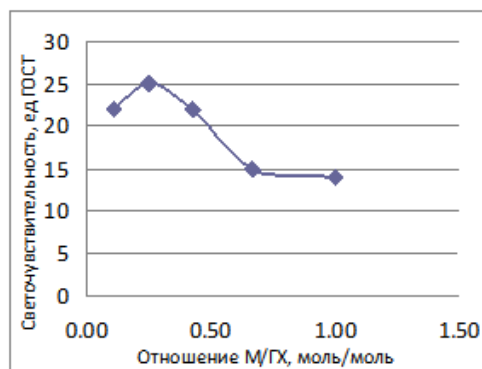


Рис. 3 – Зависимость светочувствительности от соотношения проявляющих веществ (М и ГХ) для пленки РТ-К в монованне

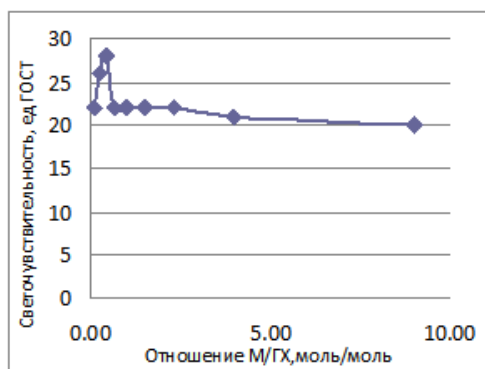


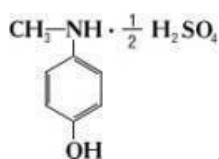
Рис. 4 - Зависимость светочувствительности от соотношения проявляющих веществ (М и ГХ) для пленки РТ-К при раздельном проявлении и фиксировании

Обсуждение результатов

Для получения наиболее четкой картины выявления синергических эффектов, соотношения компонентов проявляющей группы варьировались таким образом, чтобы при всех соотношениях проявляющих веществ сумма молей обоих реагентов оставалась неизменной. Это позволяет исключить усиливающее влияние на конечный результат возрастающей от состава к составу суммарной концентрации проявляющих веществ, что является неизбежным в тех случаях, когда один из компонентов во всех составах присутствует в одной и той же концентрации, а другой изменяется в заданном интервале концентраций.

За исходное приняли молярное соотношение проявляющих веществ 1:1. Поскольку шаг изменения молярных концентраций выбран равным 20%, то получили ряд соотношений из 11 пар проявляющих веществ. Так как обе крайние пары включали нулевые концентрации одного из компонентов, они из эксперимента были исключены.

Кроме того, необходимо было учесть своеобразие проявляющего вещества метола, которое заключается в следующем. В качестве стандартного реактива для приготовления проявителей метол представляет собой органическую соль серной кислоты и метил-пара-аминофенола, поскольку в качестве индивидуального свободного вещества метил-пара-аминофенол плохо растворим в воде. Так как серная кислота - двухосновная, то один моль соли включает два моля метил-пара-аминофенола:



которые в щелочной среде вытесняются гидроксидом калия в свободном виде. Это обстоятельство учитывалось при определении соотношений метола и гидрохинона в обрабатываемых рецептурах.

Как известно, одни и те же вещества при разных комбинациях могут обнаруживать разные эффекты: не только синергизм, но и аддитивный эффект а также антагонизм, в зависимости от их соотношения в системе. Поэтому, учитывая важность для практики обработки фотоматериалов метол-гидрохиноновых и метилфенидон-гидрохиноновых проявителей, необходимо было исследовать систематически и более детально влияние соотношения компонентов проявляющей группы. Зависимости светочувствительности от соотношений проявляющих веществ МФ/ГХ и М/ГХ в составе монованны и при раздельной обработке для пленки РТ-К представлены на рис. 1-4. Таким образом, для пленки РТ-К, проведенные эксперименты позволили выявить существенные особенности эффекта супераддитивности МФ-ГХ и М-ГХ в условиях одновременного проявления и фиксирования, состоящие в том, что он имеет место только в сравнительно узких границах соотношений МФ/ГХ и М/ГХ.

Для пленки РТ-1 картина носит аналогичный характер. Эти данные представлены в табл. 2.

Заключение

1. Полученные результаты позволяют сделать вывод о наличии *достаточно ограниченной* области проявления синергических эффектов, которые обеспечивают достижение наибольших значений чувствительности и контраста получаемого изображения. Это обстоятельство имеет особенно большое значение при обработке именно радиографических технических материалов, потому что позволяют лучше справиться с выявлением скрытых дефектов в наиболее ответственных деталях и сварных соединениях самых разных объектов от атомных станций до космических объектов.

2. При сравнении синергических соотношений, найденных при обработке в монованне и при раздельной обработке установлено, что они близки или частично перекрываются.

3. Получены данные, необходимые при оптимизации обрабатываемых составов для радиографических технических материалов при неразрушающем контроле экспресс-методом ответственных деталей и сварных швов на магистральных нефтегазопроводах.

Литература

1. Джеймс, Т.Х. Теория фотографического процесса / Т.Х. Джеймс. – Л.: Химия, 1980. – 672 с.
2. Шапиро, Б.И. Теоретические начала фотографического процесса / Б.И. Шапиро. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 288 с.
3. Микулин, В.П. Фотографический рецептурный справочник / В.П. Микулин. – М.: Искусство, 1969. – 165 с.
4. Исхаков, О.А. О возможности одновременного проявления и фиксирования радиографических технических плёнок на полимерной основе / О.А.Исхаков, А.С.Хабибуллин // Вестник Казан. гос. технол. ун-та.- 2010.- №9.-с. 862-864.

5. *Исхаков, О.А.* Супераддитивность проявляющих веществ в фиксирующем проявителе при обработке радиографических технических материалов (на полимерной основе)/ О.А.Исхаков, А.С.Хабибуллин //

Вестник Казан. гос. технолог. ун-та.- 2010.- №10. – с.268-272.

6. *Микулин, В.П.* Фоторецептурный справочник для фотолюбителей / В.П. Микулин. – М.:Искусство. 1958. – 223 с.

© **А. В. Лакеева** – магистрант каф. технологии полиграфических процессов и кинофотоматериалов КНИТУ, **О. А. Исхаков** – к.х.н., доц. каф. технологии полиграфических процессов и кинофотоматериалов КНИТУ, oai@kstu.ru.