



# ОБРАБОТКА КИНОФОТОМАТЕРИАЛОВ

Авторы: А. В. Редько

---

ОБРАБОТКА КИНОФОТОМАТЕРИАЛОВ химико-фотографическая, представляет собой совокупность физико-химич. процессов, которые проводят после экспонирования фотоматериала. Целью их является получение устойчивого видимого фотографич. изображения.

Различают первичную и вторичную О. к. Первичная О. к. – это необходимый ряд операций, направленных на получение видимого фотографич. изображения. К этому виду обработки относят: проявление, фиксирование, промывание, иногда отбеливание. Вторичная О. к. направлена, как правило, на улучшение качества фотоизображения, полученного в процессе первичной обработки, и включает ослабление, усиление, вирирование (тонирование) и в некоторых случаях отбеливание.

Проявление – избират. процесс восстановления экспонированных микрокристаллов галогенида серебра ( $\text{AgHal}$ ) до металлич.  $\text{Ag}$  в эмульсионном слое, способствующий превращению скрытого (латентного) изображения в видимое. Спец. растворы, применяемые для этих целей, называются проявляющими или проявителями.

Проявитель представляет собой многокомпонентную систему, в состав которой входят: одно или неск. проявляющих веществ – восстановителей, напр. гидрохинон, метол (сульфат N-метил-п-аминофенола), п-фенилендиамин, фенидон (1-фенил-3-оксопиразолидин); ускоряющие вещества (создают в растворе щелочную среду: сода, бура, поташ, едкие щёлочи); антиоксидант (сульфит натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ); растворитель (вода); противовуалирующие (для предотвращения почернения светочувствит. слоя на неэкспониров. участках –  $\text{KBr}$ , бензотриазол); др. вещества.

Различают химич. (прямое) и физич. проявление. При химич. проявлении (в этом

случае отсутствует растворитель галогенида серебра в проявителе) ионы серебра диффундируют к центру скрытого изображения непосредственно из твёрдой фазы микрокристаллов  $\text{AgHal}$  через их объём или по их поверхности и восстанавливаются на границе раздела фаз  $\text{Ag} - \text{AgHal}$ .

При физич. проявлении с предварит. фиксированием компоненты проявляющего раствора – в его состав вводят растворимую серебряную соль ( $\text{AgNO}_3$ ) в довольно высокой концентрации – диффундируют из раствора к серебряному центру скрытого изображения, возникшему при экспонировании. Частицы металлич. серебра, восстановленного при физич. проявлении, имеют компактную сферич. форму, в то время как при химич. проявлении форма нитевидная. Существует и др. вид физич. проявления, который называют физич. проявлением до фиксирования. В этом случае серебряное изображение образуется как за счёт прямого восстановления экспонированных микрокристаллов  $\text{AgHal}$ , так и за счёт восстановления комплексных ионов, образовавшихся в проявляющем растворе в результате частичного подрастворения микрокристаллов  $\text{AgHal}$ , обусловленного присутствием ионов  $\text{SO}_3^{2-}$ , концентрация которых велика, а также  $\text{Br}^-$ ,  $\text{CNS}^-$  и др. ионов-комплексообразователей проявляющего раствора.

Процесс фиксирования направлен на перевод непроявленных труднорастворимых соединений (остаточного  $\text{AgHal}$ ) в неэкспонированных участках фотослоя в водорастворимые соединения, которые при окончат. водной промывке легко и полностью удаляются из слоя фотоматериала, что обеспечивает стабильность и длительный срок хранения изображения. Для фиксирования применяют водный раствор комплексообразующей соли – тиосульфата натрия или аммония. В фотографич. практике используют нейтральные или кислые (для быстрого прекращения проявления в фотослое) фиксирующие растворы. При быстрой О. к. высокозадублённых (введением, напр., хромо- или алюмокалиевых квасцов или формальдегида для повышения прочности фотографич. слоя) спец. фотоматериалов для стабилизации изображения применяют тиоцианат аммония или калия, тиомочевину, которые образуют с  $\text{Ag}^+$  светостойкие и прозрачные комплексные соединения. После процесса стабилизации, как правило, исключается окончательная

водная промывка фотоматериалов, но при этом срок хранения фотографич. изображения значительно сокращается.

При обработке фотоматериала по методу чёрно-белого обращения, а также цветных фотоплёнок и фотобумаг необходимо удалить из фотослоя металлич. серебро, которое образуется в процессе проявления и в дальнейшем маскирует цветное изображение. Для этих целей применяют процесс отбеливания, в результате которого металлич. серебро в фотослое окисляется до соединений, образующих с тиосульфатом натрия водорастворимые вещества, удаляемые из светочувствит. слоя при дальнейшей обработке. В качестве окислителей металлич. серебра применяют феррицианид или дихромат калия. В фотографии и кинематографии нашли широкое применение экологически безвредные окислители, такие как персульфат аммония и комплексы Fe(III) с этилендиаминтетрауксусной кислотой.

После фиксирования фотоматериала следует процесс окончат. промывания водой, в результате которого из фотослоя полностью удаляются избыток ионов тиосульфата и часть комплексных соединений серебра, не перешедших в фиксирующий раствор. Скорость удаления зависит от состава фиксирующего раствора, степени его истощения, от pH и темп-ры промывной воды, наличия в ней солей, а также от величины оптической плотности изображения на фотоматериале. На фотоотпечатках при архивном хранении (80 лет) в фотослое не должно содержаться тиосульфат-ионов, при долговременном хранении (20 лет) их концентрация колеблется в интервале  $0,015\text{--}0,030\text{ мг/см}^2$  в зависимости от плотности подложки фотобумаги.

В практике чёрно-белой и цветной фотографии и кинематографии получили широкое распространение быстрые, высокотемпературные процессы О. к. Сокращение продолжительности процесса проявления фотоматериалов достигается за счёт повышения темп-ры проявителя до  $40\text{--}60\text{ }^\circ\text{C}$ , увеличения концентрации проявляющих веществ, повышения величины pH до 13 и интенсивного перемешивания проявителя, уменьшения толщины эмульсионного слоя до  $3\text{--}7\text{ мкм}$  и его предварит. набухания, применения активаторов процесса проявления, таких как фенидон, полиэтиленоксид. Одновременное применение указанных выше принципов ускорения приводит к возрастанию скорости процесса проявления примерно в 1000 раз. Существуют

процессы обработки чёрно-белых фотоматериалов, которые позволяют завершить процесс проявления фотоматериала за 5–10 с при темп-ре проявителя 60 °С, а его фиксирование за 5–30 с.

В цветной фотографии к быстрым методам обработки следует отнести высокотемпературные процессы, разработанные фирмой «Kodak» процесс С-41 (цветные негативные фотоматериалы), процесс Е-6 (цветные обрабатываемые фотоматериалы), процесс RA-4 (цветные фотобумаги). Процессы С-41 и RA-4 реализуются с применением спец. оборудования – мини-фотолабораторий. Среди наиболее популярных следует назвать мини-фотолаборатории от фирм «Noritsu», «Fujifilm», «Kodak» и др., позволяющие печатать 16000–35000 цветных фотоотпечатков в час. Фотопечать цветного негатива ведётся в автоматич. режиме на рулонную фотобумагу, обработку которой проводят по процессу RA-4 при темп-ре 37,8 °С.

В кинематографии к форсированным методам обработки следует отнести высокотемпературные процессы фирмы «Kodak» ECN-2 (негативные киноплёнки) и ECP-2 (позитивные киноплёнки), которые отличаются от классических повышенной темп-рой обрабатываемых растворов: 36,7–41,1 °С (для цветного проявления) и 27 °С (для остальных растворов), что обеспечивает сокращение процесса О. к. до 10–12 мин.

## **Литература**

Лит.: Редько А. В. Основы фотографических процессов. СПб., 1999.