

## ПРОЦЕСС ХИМИКО-ФОТОГРАФИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КИНОПЛЕНОК НА ПРЕДПРИЯТИЯХ КИНЕМАТОГРАФИИ КАК ВЕРОЯТНЫЙ ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Гурьянова Т.М., Константинова Е.В., Мельникова Е.А., Матушкевич С.С.

Учреждение образования «Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения», г. Санкт-Петербург, Россия, [elenkon@gmail.com](mailto:elenkon@gmail.com).

*One of the impacts on the environment is draining treatment solutions used in the production of film materials. Recycling and reuse of such solutions - a necessary condition for reducing the environmental risk for all laboratories and centers working with film holders. Experimental data on return of the components of the processed solutions.*

### Введение

Современное фильмопроизводство – это отрасль, в которой интенсивно происходит внедрение инновационных технологий. Цифровая проекция продемонстрировала выгоды своего использования и придала новый импульс всей отрасли цифрового кинопроизводства. Однако переход к цифровым технологиям сопровождается спорными проблемами о целесообразности отказа от киноплёнки, которая в течение целого столетия являлась основным носителем информации. Увлечение мультимедийными системами с быстрым развитием компьютерных технологий часто приводит к потере художественной ценности фильма. И несмотря на то, что электронно-цифровые средства представления изображения дают широкие возможности для проведения любых преобразований, не всегда ясно, что требуется для получения наилучшего эффекта. Отличительной особенностью изображения в кинематографе является получение на экране психологически достоверного изображения.

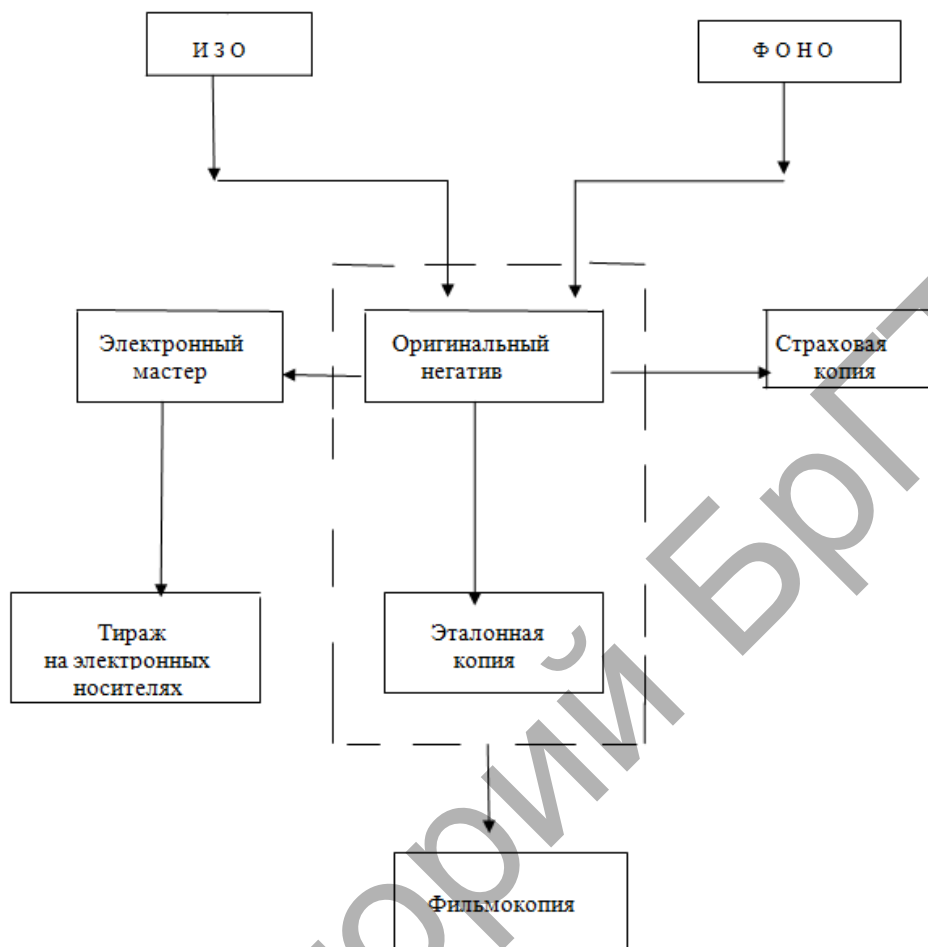
### Основная часть

Искусство творческого коллектива съёмочной группы заключается в создании каждого плана с правильной расстановкой световых, цветовых и резких акцентов для получения задуманного драматического эффекта. Разумное использование различных способов получения изображения, как на плёночных, так и электронных носителях даёт возможность получать фильмовые материалы высокого качества.

Традиционное художественное кино – искусство и компьютеризированное видеоискусство должны развиваться по одному пути, то есть использовать симбиоз традиционных фотографических звеньев получения изображения на киноплёнках с мультимедийными системами.

Кинопроизводство в настоящее время является «гибридным» процессом. При создании практически каждого фильма определенные операции получения изображения осуществляются в цифровом формате. На рисунке 1 представлены технологические схемы современного фильмопроизводства. В двух из них используются плёночные носители: получение негатива и страховой копии. Негативная киноплёнка со своими уникальными характеристиками еще

долго будет использоваться в кинопроизводстве. Пленочные фильмовые материалы также необходимы для получения страховой копии как надежного материала для долгосрочного хранения.



**Рисунок 1** Технологические схемы современного кинопроизводства

«Гибридная схема» (DI – схема) в настоящее время развивается очень активно, не только потому, что процесс создания фильма проходит быстрее и более гибко по сравнению с традиционным подходом, но и потому, что он гораздо лучше подходит для удовлетворения потребностей современного медиасректства. В связи с этим современные лаборатории получения фильмо-вых материалов должны обладать:

- универсальностью, то есть изготавливать фильмовые материалы как с использованием пленочных носителей (классический кинематограф), так и цифровых;
- многофункциональностью, то есть предоставлять весь набор услуг по химио-фотографической обработке цветных и черно-белых кинопленок, изготовлению фильмокопий заданного тиража, цветокоррекции, реставрации и т.д.;
- высокой технологичностью;
- экологической безопасностью.

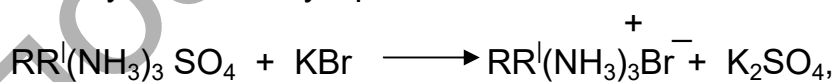
На предприятиях, обрабатывающих кинопленки, образуются разнообразные промышленные отходы: жидкие – промышленные сточные воды; газообразные – летучие органические растворители; твердые отходы кинопленок. Промышленные сточные воды вызывают особую тревогу, как по объему, так и по степени вредности.

Для уменьшения выброса токсичных загрязнений в сточные воды требуется создание малоотходных процессов химико-фотографической обработки киноплёнок. Решить данную задачу можно созданием ряда технологических процессов:

- регенерации и повторного использования обрабатывающих растворов;
- применения новых, экологически чистых веществ;
- использования современных методов локальной очистки и повторного использования промывных вод.

В настоящее время для приготовления рабочих растворов и растворов компенсирующего наполнителя (проявляющего, отбеливающего и фиксирующего) в некоторых лабораториях обработки киноплёнки используются концентрированные растворы различных зарубежных фирм. В этом случае отработанные растворы сливаются в канализацию. Исследования, проведенные на кафедре научной и прикладной фотографии Санкт-Петербургского университета кино и телевидения, показали эффективность использования этих растворов повторно после проведении соответствующих методов регенерации. Наиболее перспективные такие как: метод ионного обмена, металлообмена, электролиза, реактентного осаждения. Результаты научных исследований показали, что для регенерации проявляющих растворов эффективнее использовать метод ионного обмена, для фиксирующих – электролиз, для отбеливающих – метод окисления.

Регенерация проявителя с использованием ионообменных смол заключается в извлечении бромид-ионов из отработанного проявляющего раствора с помощью ионообменных смол – сильно основных анионитов. Ионный обмен – гетерогенный химический процесс с участием электролитов и образуемых ими ионов. Одной из фаз этой гетерогенной системы является ионит. Сухая ионообменная смола еще не является ионитом. Ионитом она становится после набухания, т.к. возникает объем, доступный для передвижения поглощенных молекул. Обмен в набухших ионитах идет гораздо быстрее, чем в твердых телах. Полимер может быть использован в качестве ионообменника только после введения требуемого типа ионообменных групп в соответствующий каркас. При взаимодействии ионообменных смол с растворами электролитов противоионы замещаются эквивалентным количеством ионов из раствора, т.е. процесс обмена ионов между раствором электролита и твердой фазой ионита можно представить как обычную химическую реакцию:



Важнейшая количественная характеристика ионитов – емкость обмена, которая характеризует суммарное количество противоионов (в эквивалентах), приходящееся на единицу массы сухого ионита. Теоретически эта величина должна точно соответствовать числу функциональных групп и может быть оценена по их содержанию в ионите. Итак, одним из преимуществ ионного обмена в процессе регенерации проявителей является неоднократное использование ионообменных смол.

В зависимости от технологических возможностей в кинолабораториях применяются различные отбеливающие системы. При химико-фотографической обработке цветных киноплёнок в процессах ECP-2, ECP-2D и ECP-2E предусмотрено использование как отбеливающих систем на основе железосинеродистого калия (красной кровяной соли), персульфата натрия, так и альтернатив-

ных UL-отбеливающих систем (на основе Fe PDTA). Ферри- и ферроцианиды (гексацианоферраты II и III) являются токсичными веществами, выброс которых регламентируется законодательством. Гексацианоферрат (II, III)-ионы, попадая в сточные воды, могут при определенных условиях распадаться с образованием токсичных соединений. Поэтому содержание гексацианоферрат-ионов ограничено предельно допустимой концентрацией (ПДК) в воде водоемов и допустимой концентрацией в промстоке. В воде водоемов количество гексацианоферрат-ионов (в пересчете на гексацианоферрат II) не должно превышать 1,25 мг/л, а соединений железа в пересчете на Fe (III)-0,5 мг/л; в промстоке содержание Fe (III) не должно превышать 5,2 мг/л. Метод окисления - простой в техническом исполнении метод, надежен, не требует больших вложений, использует относительно безопасные и стабильные химикаты, эффективен в широкой области pH=3-10, экономически оправдан - дорогостоящий окислитель заменяется более дешевым.

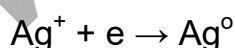
Уравнение перевода феррицианида в ферроцианид выглядит следующим образом:



Количество персульфата должно превышать теоретическое примерно на 15%. При таких условиях около 90% ферроцианида окисляется в течение короткого времени, а оставшийся ферроцианид - в течение 2-3 часов. Окисление должно идти в слабокислой или щелочной среде.

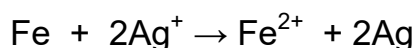
Метод электролиза широко применяется во всем мире для извлечения серебра из серебросодержащих растворов, в которых концентрация серебра не менее 0,5 г/л. Достоинствами этого способа является: высокое качество получаемого серебра – до 98%, возможность многократного использования раствора в производстве после его укрепления по недостающим компонентам. Однако, этот метод требует определенных затрат электроэнергии и до настоящего времени грамотно не решен съём серебра с катодных пластин.

Сущность процесса электролиза состоит в восстановлении ионов серебра электролитическим током:



Положительно заряженные ионы серебра в растворе выделяются на катоде в виде металлического серебра. Ионы серебра образуются в растворе, в основном, за счет протекающего у анода окисления тиосульфата комплексного иона в тетраионат, и очень малая часть (ввиду низкой величины константы нестойкости) – за счет диссоциации серебряно-тиосульфатных комплексов. Для оценки процесса электролиза обычно рассчитывается производительность электролизной ванны и выход серебра по току (отношение практически осажденного серебра к теоретически возможному). Кроме того, определяют процентное содержание серебра в осадке и иногда рассчитывают количество серебра, осаждаемого в час на единицу рабочей поверхности катода и единицу полезного объема ванны.

Метод металлообмена заключается в том, что некоторые неблагородные металлы способны вытеснять серебро из раствора его солей:



Метод замещения металлами обеспечивает высокую степень извлечения серебра из растворов с концентрацией до 0,02 г/л. Однако, вследствие попадания в регенерированный раствор ионов металла, он не позволяет раствор после регенерации использовать повторно. Патрон-металлообменник должен быть заменен новым после растворения не более чем 85% металла наполнителя, т.к. по мере растворения металла восстановительная способность патрона постепенно падает и он начинает пропускать довольно значительные количества серебра. Этот метод можно использовать как основной метод регенерации и как дополнительный после электролиза для более полного извлечения серебра из фиксирующего раствора. Серебро при этом собирается на дне патрона в виде шлама, содержащего 30-80% серебра, 9-14% серы и 5-25% металла-наполнителя.

В таблице 1 приведены экспериментальные данные, полученные на кафедре научной и прикладной фотографии по возврату компонентов обрабатываемых растворов, прошедших регенерацию.

**Таблица 1 – Возврат компонентов обрабатываемых растворов**

Компонент (раствор)	Возврат, %
<b>проявляющий раствор</b>	
сульфит натрия	95
углекислый натрий	95
цветное проявляющее вещество	93
<b>фиксирующий раствор</b>	
тиосульфат натрия	82
сульфит натрия	70
серебрянотиосульфатные комплексы	5
<b>отбеливающий раствор</b>	
красная кровяная соль	96

### **Заключение**

Регенерация и повторное использование обрабатываемых растворов, применяемых при химико-фотографической обработке современных киноплёнок на предприятиях кинематографии, решает не только экологические проблемы, но и экономические. С нашей точки зрения внедрение в производство малоотходных технологий является необходимым условием для решения вопросов экологической безопасности для всех лабораторий и центров, работающих с плёночными носителями.

### **Список литературы**

1. Мельникова, Е.А. Сохранность и тиражирование фильмовых материалов в Госфильмофонде России: учебное пособие / Е.А. Мельникова, Т.М. Гурьянова.- СПб.: изд. СПбГУКиТ, 2013.- 45 с.
2. Мельникова, Е.А. Технология обработки кинофотоматериалов: учебное пособие /Е.А. Мельникова.- СПб.: изд. СПбГУКиТ, 2010.-136 с.
3. Гурьянова, Т.М. Основы производства фильмов: учебное пособие / Т.М. Гурьянова, Е.А. Мельникова. – СПб.: изд. СПбГУКиТ, 2012.- 61 с.