

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКСЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ**СОВЕЩАНИЕ ПО ЦВЕТНОЙ ФОТОГРАФИИ
И КИНЕМАТОГРАФИИ**

В период с 23 по 27 октября 1950 г. в Москве происходило совещание по цветной фотографии и кинематографии. Это совещание является вторым, созываемым Комиссией по научной фотографии и кинематографии при отделении химических наук Академии наук СССР.

Совещание, привлечшее большое число участников из самых разнообразных научно-исследовательских и промышленных организаций, прошло со значительным подъёмом и продемонстрировало значительный размах научной и инженерной деятельности в нашей стране в области цветной фотографии и кинематографии и крупные успехи в этом направлении. Почти все доклады, — а их было 14 — были весьма содержательны и явились предметом живого и подробного обсуждения.

За исключением двух сообщений все остальные доклады были посвящены основному в настоящее время направлению развития фотографической техники воспроизведения цвета — цветной фотографии и кинематографии на многослойных материалах с цветным проявлением. Эти доклады группировались около четырёх проблем: 1) физико-химических вопросов цветного проявления, 2) органо-химических вопросов изготовления многослойных материалов, 3) техники цветной кинематографии и, наконец, 4) сенситометрии многослойных материалов и цветоведения.

По проблеме цветного проявления было сделано четыре доклада.

В докладе проф. К. С. Ляликова о работах, выполненных им совместно с Б. А. Царёвым и Я. Л. Лейбовым, было сообщено об интересных опытах по определению характера трудно уловимых промежуточных продуктов при реакции цветного проявления. При этой реакции продукты окисления проявляющего вещества, восстанавливающего галоидное серебро цветофотографического материала до металлического серебра, вступают во взаимодействие с присутствующими в каждом из элементарных слоёв многослойного материала бесцветными краскообразующими компонентами и образуют с ними красители. Естественен интерес к химизму этого процесса. К. С. Ляликов, спектрофотометрически изучая окраску струи цветного проявителя, проходящей через слой галоидного серебра, обнаружил алую окраску иона семихинона



Поскольку этот ион очень неустойчив, уже на расстоянии 2—3 см $\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$

от слоя галоидного серебра окраска исчезала, переходя в грязнофиоле-

товую окраску продуктов конденсации семихинона. Если ввести краскообразующий компонент в ту часть струи, где имеется алая окраска семихинона, то возникает окраска образующегося красителя; если же ввести компонент в нижнюю, фиолетовую часть струи, то изменения окраски не наблюдается. Таким образом, был установлен факт образования семихинона в качестве первичного продукта реакции и показано, что являющееся целью процесса сочетание продукта окисления проявителя с краскообразующей компонентной может происходить в две стадии.

В том же докладе К. С. Лялик о в рассказе о результатах изучения кинетики изменения концентраций веществ, составляющих цветной проявитель, в процессе окисления последнего кислородом воздуха или галогидным серебром, о характере влияния бромистого калия и щёлочности проявителя (pH) на ход цветного проявления и, наконец, об измерении нормальных потенциалов проявляющих веществ, применяемых для цветного проявления (производных парафенилендиамина), знание которых необходимо для понимания механизма цветного проявления.

В. С. Чельцов в докладе, представленном им совместно с А. Н. Иорданским и С. А. Бонгардом, изложил результаты весьма интересного исследования выхода красителя при цветном проявлении. Под выходом красителя понимают отношение количества образующегося при этом процессе красителя к количеству металлического серебра, являющегося при цветном проявлении в известном смысле побочным продуктом реакции, подлежащим последующему удалению. Было экспериментально показано, что при реакции цветного проявления, приводящей к образованию пурпурного красителя, молекулярный выход — число молекул красителя, приходящееся на один атом восстановленного серебра, — составляет в точности 0,25, а при реакции, приводящей к образованию определённого голубого красителя, 0,5. В то же время оказалось, что отношение оптической плотности почернения, сопутствующего образованию определённого красителя, к монохроматической оптической плотности соответствующего цветного поля (без серебра) в максимуме поглощения, названное авторами относительным фотографическим выходом, является переменной величиной у разных фотографических эмульсий (опыты производились на однослойных образцах плёнок) и при разных условиях проявления. Анализ вопроса показал, что несоответствие между результатами двух частей исследования является лишь кажущимся. Непостоянство относительного выхода объясняется тем, что, в то время как поверхностные концентрации красителя и металлического серебра строго пропорциональны друг другу, поверхностная концентрация серебра в почернении и оптическая плотность последнего непропорциональны из-за непостоянства дисперсности серебра при разных временах проявления, при разных действующих на слой экспозициях, при применении различных типов эмульсий и т. п. Вследствие этого обстоятельства характеристические кривые и производные из них сенситометрические параметры, полученные путём оценки в одном случае серебряного (в отсутствии красителя), а в другом случае красочного (в отсутствии серебра) изображений, значительно расходятся между собой.

Проф. Г. П. Фаерман в совместном с Н. Н. Шишкиной докладе о роли щёлочи при цветном проявлении убедительно показал, что основные закономерности цветного и чёрно-белого проявления укладываются в единую схему разработанной им в своё время электрохимической теории проявления. Действительно, при цветном проявлении поверхностные концентрации красителей, образующихся в каждом из элементарных слоёв многослойной плёнки, при неизменном времени проявления

оказываются строго пропорциональными pH проявляющего раствора (в исследованном интервале от $pH = 8,3$ до $pH = 11,6$). Это указывает на то, что скорость цветного проявления в целом определяется по преимуществу скоростью возникновения первичных продуктов окисления проявляющего вещества.

К аналогичным выводам привело доложенное на том же заседании исследование В. А. Вейденбаха и Е. А. Карповича. При оптимальных временах проявления авторы установили существование линейной связи между поверхностными концентрациями красителей в многослойной плёнке и логарифмом концентрации проявляющего вещества в растворе. Так и должно быть согласно электрохимической теории проявления, поскольку разность потенциалов между серебряной и проявляющей системами линейно связана с логарифмом концентрации проявляющего вещества.

По вопросам органической химии, связанным с изготовлением многослойных цветофотографических материалов, было прочитано два доклада.

И. А. Соловьёва сделала доклад, представленный ею совместно с недавно скончавшимся крупным деятелем советской цветной кинематографии канд. химич. наук Г. И. Арбузовым. Доклад был посвящён детальному обзору недиффундирующих краскообразующих компонент, вводимых в каждый из элементарных слоёв многослойных плёнок и бумаг. Ни один из применяемых в практике компонентов не удовлетворяет всем требованиям, которые в принципе к ним предъявляются: хорошая растворимость, высокая реакционная способность, полная недиффундируемость в слое, отсутствие десенсибилизирующего действия, надлежащий характер спектральных свойств образующегося красителя и т. д. По спектральным свойствам мало удовлетворительны образующиеся в среднем слое трёхслойной плёнки пурпурные красители. Большинство компонентов даёт недостаточно стойкие во времени и под действием света красители; в особенности мало стойки голубые красители.

Второй доклад был сделан И. И. Левкоевым совместно с З. П. Сытник и С. В. Натансон и посвящён сенсibiliзирующим красителям для цветофотографических материалов. Следует иметь в виду, что из трёх эмульсионных слоёв таких материалов два — средний и нижний — являются сенсibiliзированными к зелёно-жёлтой и соответственно к оранжево-красной частям спектра. Требования цветоделения заставляют применять сенсibiliзаторы, чувствляющие к сравнительно узким зонам спектра, по возможности с одним максимумом. Однако высокоактивные сенсibiliзаторы (а именно такие приходится здесь применять), как правило, склонны к агрегации как в растворах, так и в особенности в адсорбционных слоях. Разным же формам полимеризации и агрегации красителей соответствуют разные полосы поглощения; в результате такие красители, часто присутствуя одновременно в нескольких формах, обычно сенсibiliзируют галоидное серебро фотографической эмульсии в очень широком спектральном интервале. Другой трудностью является то, что присутствие в эмульсиях необходимых для цветного проявления краскообразующих компонентов вызывает сильное понижение сенсibiliзирующего действия (десенсибилизацию). В результате выбор сенсibiliзаторов для целей цветной фотографии на многослойных материалах ограничивается малым числом «компонентоустойчивых» и дающих сравнительно узкие зоны сенсibiliзации красителей.

И. И. Левкоев подробно рассмотрел вопрос о связи между химическим строением сенсibiliзаторов (тип гетероциклических ядер, входящих в состав молекулы красителя, характер заместителей и т. п.) и их

оптическими свойствами и фотографическим действием в условиях присутствия краскообразующего компонента. Вторая половина доклада была посвящена сопоставлению явления десорбции сенсibilизатора с поверхности кристаллов галондного серебра присутствующим в эмульсии компонентом и угнетающего действия этого последнего на эффект оптической сенсibilизации. Явления эти, повидимому, тесно связаны друг с другом. Любопытно, что для одного из исследовавшихся сочетаний красителя с компонентом в водных растворах образуется некоторая физико-химическая форма, которая, обладая высоким светопоглощением, совершенно не адсорбируется на галондном серебре и не сенсibilизирует его.

По технике цветной кинематографии было сделано три доклада.

В. И. Успенский посвятил свой с С.- М. Антоновым доклад актуальной проблеме контратипирования цветных кинонегативов. Дело в том, что изготовление огромного числа позитивных копий кинофильмов, поступающих на экраны нашей страны, не может быть произведено путём печати с оригинального и единственного негатива, который подвергался бы риску порчи и даже гибели. В чёрно-белой кинематографии для этой цели всегда изготовляют промежуточные негативы; соответствующий процесс носит название контратипирования. В цветной кинематографии эта задача до сих пор не была решена, поскольку многоступенчатая цветная репродукция всегда приводит к резкому ухудшению качества цветного изображения. В. И. Успенский осветил пути, по которым идёт решение этой важной технической задачи. К этому надо добавить, что с этой задачей переплетается задача долгосрочного хранения цветных фильмов, поскольку, как известно, красители многослойного процесса имеют склонность к постепенному обесцвечиванию. Эта задача решается получением трёх чёрно-белых (серебряных) промежуточных цветоделённых позитивов, сохраняющихся очень хорошо.

Несколько особняком стоял доклад И. А. Нечаевой о советском гидротипном способе получения цветных фильмов. Этот способ, начатый разработкой в нескольких вариантах ещё в начале тридцатых годов, заключается в принципе в сходной с полиграфической техникой печати трёх одноцветных изображений из легко диффундирующих красителей в желатиновых слоях (в так называемых матрицах) на чистую желатиновую плёнку. В результате диффузии красителя из такого слоя на этой чистой плёнке последовательно получают три изображения. Одним из труднейших обстоятельств является точное совмещение их. Освоение этого метода было прервано войной, в настоящее же время достигнуты большие успехи, позволяющие производить гидротипную печать, исходя из негатива, полученного на многослойной плёнке (недостатком гидротипии в прошлом являлась необходимость получения трёх свободных от временного и пространственного параллаксов цветоделённых кинонегативов, для чего приходилось производить киносъёмку очень сложными киносъёмочными камерами с оптическим расщеплением).

Наконец, доклад С. М. Антонова был посвящён небольшому, но чрезвычайно актуальному вопросу об объективной установке света (т. е. о регулировании его спектрального состава) при печати цветных изображений на многослойных материалах. Дело в том, что всегда имеющая место несогласованность чувствительностей и контрастов трёх элементарных слоёв как негативного, так и позитивного материалов вынуждает на практике всегда варьировать спектральный состав излучения печатающего устройства до достижения визуально удовлетворительного позитивного цветного изображения. До сих пор это делали чисто эмпирически, путём многочисленных проб. С. М. Антонов

и Н. С. Овечкис (в другом докладе) осветили пути рационального решения этой задачи.

Последний круг докладов был посвящён фотографической сенситометрии многослойных цветофотографических материалов и связанным с ней вопросам цветоведения.

Проф. Н. Д. Нюберг в совместном с Г. С. Барановым и Н. С. Овечкисом докладе осветил свои весьма интересные и широкие взгляды на систему сенситометрических испытаний цветофотографических материалов. Эти испытания должны, по мнению докладчика, состоять из двух групп:

1) градационных испытаний, заключающихся в установлении зависимости фотографического эффекта от количества освещения излучением заданного спектрального состава, т. е. в получении характеристических кривых, и

2) цветоделительных испытаний, заключающихся в установлении эквивалентных по фотографическому действию количеств освещения для стандартного белого излучения и для исследуемых излучений того или иного спектрального состава.

Во втором докладе, посвящённом связи между сенситометрическими свойствами цветофотографических материалов и искажениями цветовоспроизведения, Н. Д. Нюберг подчеркнул, что искажения цветовоспроизведения также разделяются на градационные и цветоделительные. Исправление одних не устраняет других. Для оценки цветовоспроизведения целесообразно пользоваться не обычными аддитивными, а гораздо более удобными в цветной фотографии субтрактивными координатами цвета, представляющими собой выраженные в некоторых привязанных к свойствам глаза единицах поверхностные концентрации красителей позитивного материала. Цветоделительные искажения обусловлены преимущественно наличием у каждого из красителей широких полос поглощения, распространяющихся в спектральные зоны светочувствительности тех элементарных слоёв, которые предназначены для «выделения» других красок.

Таким образом, в каждом изображении в элементарном слое имеются два вредных и один полезный контраст, отношение которых характеризует качество цветоделения для каждого данного элементарного слоя. В случае отсутствия градационных искажений цветоделительные искажения всегда проявляются в приближении сфотографированных цветов к ахроматическим (в понижении насыщенности). Что же касается градационных искажений, то здесь существенно не только соответствие контрастов элементарных слоёв друг другу, но и обязательное использование для построения изображения только прямолинейных участков всех трёх характеристических кривых. В противном случае тени в цветных элементах изображения воспроизведутся искажённо. Следовательно, требования к виду, взаимному положению и протяжённости используемого участка характеристических кривых трёх элементарных слоёв являются исключительно высокими.

Ю. Н. Гороховский совместно с Д. К. Балабуха и Т. М. Левенберг сделал сообщение о цикле исследований сенситометрических свойств цветофотографических материалов. Выяснение границ, в которых чёрно-белые и цветные материалы обладают однотипными свойствами, и соответственно границ, в которых цветофотографические материалы обладают специфическими свойствами, является необходимым условием для построения единой системы сенситометрии для всех видов (чёрно-белых и цветных) фотографических материалов. Был изложен спектрофотометрический метод измерения поверхностных концентраций красителей при их совместном присутствии в плёнке. На основе использования этого метода и других новейших сенситометрических приёмов

были подробно изучены спектральные свойства цветофотографических материалов, отклонения от взаимозаменяемости для них же и своеобразное явление взаимного влияния элементарных слоёв при цветном проявлении. Это последнее заключается в том, что форма характеристической кривой каждого из слоёв оказывается зависящей от уровня экспонирования остальных слоёв, поскольку истощение проявителя внутри многослойной плёнки происходит в тем большей степени, чем сильнее экспонирован данный участок плёнки. Все эти данные позволили сформулировать основные требования к методике сенситометрических испытаний многослойных материалов.

Кроме того, в докладе были описаны своеобразные черты разрешающей способности многослойных материалов, оказывающейся у материала в целом гораздо более низкой, чем у составляющих элементарных слоёв. Это вызвано тем, что каждый из слоёв рассеивает свет, образующий на материале оптическое изображение, хотя бы этот свет и не действовал фотохимически на данный слой.

Последний доклад в этом разделе был сделан Н. С. Овечкиным, изложившим содержание разработанной им трёхзональной системы цветовых координат, представляющей собой удобный упрощённый метод оценки цвета при субтрактивном синтезе. Система предусматривает схематизацию реальных кривых поглощения света трёхступенными кривыми. Основными цветами являются три излучения, пропускаемые светофильтрами с «прямоугольными» спектральными кривыми пропускания. Пользуясь этой системой, можно с такой же быстротой и лёгкостью оценить результат субтрактивного синтеза, как и с помощью разработанных систем для аддитивного синтеза. Н. С. Овечкин с успехом применил разработанную им систему к задаче объективной установки света при цветной печати, о чём уже шла речь выше.

Особое место на совещании заняли исторические сообщения. Во вступительном слове при открытии совещания председатель Комиссии по научной фотографии и кинематографии член-корр. АН СССР К. В. Чибисов дал краткий очерк истории и путей развития цветной фотографии и кинематографии, особенно обратив внимание присутствующих на заслуги русских учёных и изобретателей. Проф. К. С. Ляликов сделал специальный доклад о С. О. Максимовиче (1876—1941) — пионере отечественной цветной кинематографии, глубоком и разностороннем учёном в разнообразных вопросах теории фотографии и блестящем изобретателе. В докладе было сообщено много новых, до сих пор бывших неизвестными фактов.

Во время совещания в просмотровом зале НИКФИ была развешена выставка научно-технических и художественных работ по цветной фотографии, в которой приняли участие Лаборатория научно-прикладной фотографии и кинематографии Академии наук СССР, фотографическая лаборатория Академии художеств СССР (С. Г. Гасилов), Ленфотохудожник (Л. Л. Зиверт) и Лаборатория обработки цветных кинофильмов Министерства кинематографии СССР. Там же Техническое управление Министерства кинематографии организовало демонстрацию ряда цветных фильмов.

В целом совещание, прошедшее на высоком научном уровне и при большой активности аудитории, явилось настоящим праздником советской науки. Надо надеяться, что за этим первым научным собранием, специально посвящённом сложной, но увлекательной проблеме цветной фотографии и кинематографии, вступившей, наконец, в полосу своего широкого распространения, вскоре последуют следующие, ещё более интересные совещания.

Ю. Н. Горюховский