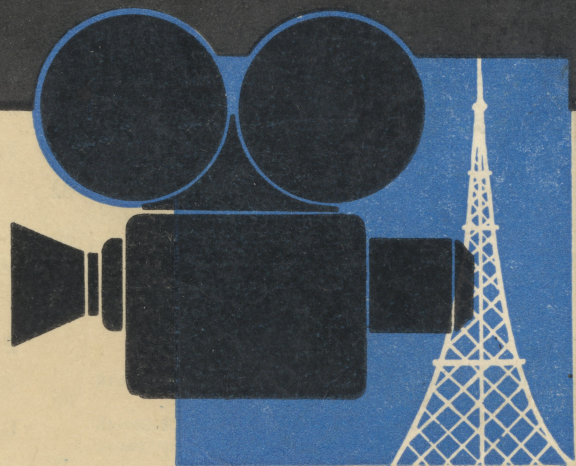


ТЕХНИКА КИНО и ТЕЛЕВИДЕНИЯ



1 9 5 9
N 7

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Развитие промышленного телевидения в СССР	1
Научно-технический отдел	
Н. А. Карякин, Н. В. Чернышева. О бесшумной форме простой угольной дуги	5
Д. К. Балабуха. Вторичное цветodelение	11
Е. И. Тумановский. Влияние неравномерности трения фильма в фильмовом канале на величину неустойчивости кадра	19
М. Г. Шамштейн. Применение матовых стекол в осветительных системах копираппаратов для печати кинофильмов	23
М. Б. Беренбойм. Еще о единой технологии магнитной звукозаписи кинофильмов	31
И. И. Балтерс, О. К. Бельский, В. Ф. Блумберг. К вопросу о выборе ширины ферромагнитного звуконосителя для синхронной звукозаписи	32
И. П. Шейфис. Коррекция апертурных искажений в студийном телевизионном канале	34
Г. Б. Богатов. Корректоры контраста	42
А. С. Селиванов. Генераторы строчной развертки на транзисторах	55
Обмен опытом	
Я. Л. Лейбов, В. А. Глебов. Оборудование для комбинированных съемок	65
В. И. Григорьев, С. М. Папоян. Универсальный механизированный киноэкран с регулируемой кривизной	71
Зарубежная техника	
Г. В. Бутаков, Ж. Д. Онущенко, Н. П. Тагер. Новый конденсаторный микрофон «Телефункен»	74
В. Ф. Амириди. Аппаратура типа BFA-16 для записи телевизионных программ на 16-мм киноленту	77
Реферативный отдел	82
Научно-техническая хроника	
На киностудии «Мосфильм»	95
Первая Всесоюзная творческая конференция по изобразительному решению художественных фильмов	96

CONTENTS

	pp.
Development of Applied Television in the USSR	1
Scientific Technique Section	
Noiseless Form of the Ordinary Carbon Arc. N. A. Karyakin, N. V. Tchernishova	5
Secondary Color Separation. D. K. Balabukha	11
The Influence of Uneven Film Friction in the Film Gate on the Value of Frame Unsteadiness. E. I. Tumanovsky	19
Application of Mat Glasses in the Printer Illumination System for Printing Motion Picture Films. M. G. Shamshteyn	23
Once Again about the Uniform Technology of Magnetic Sound Recording for Motion Picture Films. M. B. Berenboym	31
To the Problem of Choosing Ferromagnetic Tape Width for Synchronous Sound Recording. I. I. Balters, O. K. Belsky, V. F. Blumberg	32
Correction of Aperture Distortions in the Studio Television Channel. I. P. Sheyfis	34
Devices for Contrast Correction. G. B. Bogatov	42
Line Scanning Generators Using Transistors. A. S. Selivanov	55
Exchange of Experience	
Equipment for Trick Shots. Y. L. Leybov, V. A. Glebov	65
Universal Mechanized Motion Picture Screen with Various Curvature. V. I. Grigoryev, S. M. Papoyan	71
Foreign Technique	
A New Telefunken Condenser Microphone. G. V. Butakov, Zh. D. Onusshenko, N. P. Tager	74
The Type BFA-16 Apparatus for Television Recording on 16 mm Film. V. F. Amiridy	77
Abstracts from Technical Journals	82
Scientific Technique News	95

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИСКУССТВО»

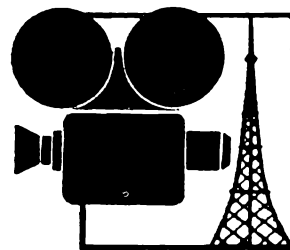
Ответственный редактор В. И. Ушагина

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Ф. Бариннов, Г. В. Брауде, В. А. Бургов, М. З. Высоцкий, Е. М. Голдовский, И. Б. Гордийчук, Г. О. Жижневский, И. П. Захаров, А. Г. Калишкин, С. И. Катаев, Р. М. Кашерининов, В. Г. Комар, М. И. Кривошеев, Л. П. Крылов, М. И. Облезлов, С. М. Проворнов, Ф. Ф. Проворов, В. Л. Трусско, В. И. Успенский, П. В. Шмаков.

Адрес редакции: Москва, Д-57, Ленинградский проспект, 47.
Телефон Д 7-00-21, доб. 3-05 и 3-03.

ТЕХНИКА КИНО и ТЕЛЕВИДЕНИЯ



ГОД ИЗДАНИЯ ТРЕТИЙ

ИЮЛЬ 1959 г.

№ 7

Ежемесячный научно-технический журнал, орган Министерства культуры СССР

РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ В СССР

В резолюции XXI съезда КПСС по докладу товарища Н. С. Хрущева указано, что решающим условием выполнения семилетнего плана является широкое внедрение новой техники, комплексная механизация и автоматизация производственных процессов.

На июньском Пленуме ЦК КПСС обсуждены важнейшие вопросы выполнения решений XXI съезда о техническом прогрессе в промышленности и строительстве.

В осуществлении задач автоматизации и механизации различных производственных процессов большая роль принадлежит промышленному телевидению.

Как показал опыт, специальные телевизионные установки, разработанные и изготовленные в нашей стране, в настоящее время успешно применяются в ряде отраслей народного хозяйства СССР.

1. Существующее положение в области промышленного телевидения

Разработка отечественных промышленных телевизионных установок (ПТУ)

Проведенные в последние годы эксперименты по применению телевидения на железнодорожном и водном транспорте, в металлургической и угольной промышленности, на теплоэлектростанциях, на заводе-автомате, в медицине и т. д. дали хорошие результаты.

Разработка аппаратуры промышленного телевидения закончилась серийным производством промышленных телевизионных установок типа ПТУ-ОМ и ПТУ-3, которые выпускаются и по настоящее время. В дальнейшем эта аппаратура была модернизирована. Полученные образцы промышленных телевизионных установок ПТУ-ОМ, ПТУ-2М, ПТУ-4 и ПТУ-5 экспонировались на Всемирной выставке в Брюсселе и получили высшую награду — «Гран-При». Установки ПТУ-ОМ1, ПТУ-2М и ПТУ-4 осваиваются в серийном производстве.

В 1957—1958 гг. был изготовлен первый макет отечественной медицинской установки цветного телевидения для наблюдения за проведением хирургиче-

ских операций. На этом макете была также опробована возможность получения цветного изображения микроскопических объектов.

В настоящее время начаты первые работы по созданию рентгено-телевизионной установки и современного телевизионного микроскопа.

Начата также разработка установки стереоскопического телевидения.

Для оборудования телевизионного лектория на Советской выставке в Нью-Йорке в 1959 г. разработана схема перекомпоновки блоков установки ПТУ-4. В результате создана еще одна промышленная телевизионная установка на 18 передающих камер типа ДТУ-18.

Таким образом, после разработки типовых промышленных телевизионных установок начаты работы по созданию телевизионных систем, необходимых для ряда специальных отраслей промышленности, науки и техники.

Внедрение телевидения в промышленность, науку, технику

В настоящее время заводами выпущено большое количество установок ПТУ-ОМ, ПТУ-3 и др. Они приобретены самыми различными организациями.

ЦНИИ Министерства путей сообщения производит опытное испытание сконструированной им на базе ПТУ-О телевизионной установки на сортировочных станциях. Изготовлено несколько десятков комплектов такой аппаратуры, размещенных на распускных железнодорожных горках в районах страны с различными климатическими условиями. Эксперименты показали, что за счет обеспечения непрерывного контроля за выполнением производственных процессов телевидение дает возможность улучшить использование технических средств станции, сократить межоперационные перерывы, повысить производительность труда и лучше обеспечивать безопасность движения и личную безопасность работников станции.

Дополнительные исследования, проведенные МПС, выявили еще ряд областей применения телевидения на железнодорожном транспорте: а) обзор путей и контроль заполнения парков железнодорожных станций; места погрузки и выгрузки; руководство манев-

ровой работой; б) обзор путей станции на участках диспетчерской централизации; в) списывание номеров вагонов; г) обзор отдельных участков крупных пассажирских станций, вокзалов; д) метрополитен.

Испытания телевизионных установок промышленного назначения проводились также на речном транспорте. На шлюзе канала имени Москвы было получено четкое и контрастное изображение, вполне достаточное для контроля положения судов в подходном канале шлюза. В Московском южном порту была экспериментально доказана возможность наблюдения барж и вагонов на всем пути их следования по акватории и территории порта. Четкость изображения и масштаб его вполне достаточны, чтобы рассматривать номера и названия судов. При испытаниях ПТУ на теплоходе «Максим Горький» выяснилась в основном пригодность ПТУ для обзора невидимого из ходовой рубки пространства вокруг судна («мертвой зоны») с целью устранения возможности аварии при столкновении с мелкими судами и лодками, неожиданно оказавшимися в этом пространстве. Результаты экспериментов оказались вполне удовлетворительными, так как удается даже определить простым способом расстояние до наблюдаемых объектов.

На Магнитогорском металлургическом комбинате имени И. В. Сталина в течение 5 лет проводятся экспериментальные работы по изысканию рациональных способов применения ПТУ.

В цехах горного управления внедряется диспетчерское телевидение, которое должно обеспечить обзор зон движения железнодорожных составов с рудой и их загрузку в бункера, а также наблюдение за движением освобожденных составов.

Кроме внешней телефикации, признано целесообразным установить ПТУ на многих технологических узлах рудообогатительных, сульфидных и агломерационных фабрик.

В доменном цехе ставится задача добиться при помощи диспетчерского телевидения четкой организации подачи агломерата, руды и кокса, отвозки жидкого чугуна и шлака, подачи к доменным печам пустых чугунных и шлаковых чаш. Большой экономический эффект может дать также одновременный обзор при помощи телевизионных средств внутренних зон доменных печей.

Мартеновские цеха при большом количестве печей трудноуправляемы, так как начальнику смены приходится координировать работу всех завалочных машин, кранов, составов со шлаком и т. п. в условиях, когда каждая печь работает автономно. При сплошной телефикации цеха можно организовать централизованное управление из диспетчерского пункта. Тогда диспетчер получит возможность видеть работу всего цеха и, пользуясь необходимыми средствами связи, координировать работу всех печей и вспомогательных средств по разработанному графику.

В прокатных цехах ПТУ длительное время используются на станах «500» для наблюдения за положением нагреваемых заготовок металла при выдаче их из печи с целью предотвращения одновременного выталкивания нескольких заготовок. На стане «250» ведутся работы по контролю при помощи телевидения двух постов управления, что освободит операторов. Большой интерес представляет быстрая передача при помощи ПТУ на главные посты прокатки заданий с визуальным указанием номера плавки, анализа, температуры и т. п.

Работы по централизованному диспетчерскому управлению Магнитогорским металлургическим комбинатом на базе ПТУ начаты в 1958 г. Важность

этого мероприятия трудно переоценить, так как диспетчер комбината, наблюдая работу на участках любого цеха комбината, сможет значительно улучшить оперативное управление деятельностью всего завода.

На заводе в г. Свердловске начато применение телевидения для контроля за вакуумной разливкой стали. При помощи полупрозрачного шаблона специальной формы, устанавливаемого перед объективом передающей камеры, удается получить полное представление о конфигурации, положении, характере и других параметрах текущей струи стали, а также удобно и безопасно осуществлять управление всей установкой. В ближайшее время предполагается полный контроль установок при помощи ПТУ, что освободит трех операторов и значительно облегчит работу оставшегося.

На Ижорском заводе имени А. А. Жданова начаты поисковые работы по применению телевидения для бесконтактного измерения линейных размеров больших поковок в процессе свободнойковки при температуре заготовок от 1000° до 700° С. На макетной аппаратуре удалось достигнуть точности замера около 0,5% по сравнению с имеющейся сейчас точностью. По расчетам этот метод, позволяя работать по номинальным припускам, дает снижение объема поковок на 2,1%. Экономия металла при этом только на трех заводах: Ново-Краматорском машиностроительном заводе, Уралмаше и заводе «Электросталь» — по программе 1956 г. составит более 3—8 тыс. т специальных сталей. Если учесть еще экономию на механической обработке поковок, то общая годовая экономия составит около 3 млн. руб.

На угольных разрезах треста «Вахрушевуголь» в г. Карпинске была установлена эффективность применения ПТУ для наблюдения за работой экскаваторов. Машинист экскаватора смог производить точную загрузку породой, избегая ее просыпания, что обычно приводило к непроизводительной работе по очистке путей и задержке в транспортировке породы.

На строительстве шахт в г. Сталино аппаратура ПТУ проходила испытания при наблюдении за процессом разгрузки бадей, а также за открытием и закрытием ляд. Испытания показали, что ПТУ могут оказать существенную помощь машинисту.

Возможности телевидения на электростанциях были экспериментально опробованы на ТЭЦ-20 Мосэнерго, ГЭС Ленэнерго и на Магнитогорском металлургическом комбинате. На ТЭЦ-20 были получены удовлетворительные результаты при наблюдении уровня воды в водомерных колонках, при контроле шитовых приборов, при испытаниях на градиенте. На ГЭС была опробована ПТУ, специально приспособленная для наблюдения за уровнем воды в водомерных колонках. На ЦЭС Магнитогорского металлургического комбината при применении ПТУ только для контроля дымления из труб удалось получить экономию до 3000 т условного топлива в год.

Проведенные в Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова длительные испытания ПТУ цветного телевидения показали ее большую эффективность для обучения хирургов, а также почти неограниченные возможности показа уникальных операций с одновременным их обсуждением. Немаловажна здесь также возможность контроля хода операции и оказания консультации со стороны опытного хирурга, находящегося в отдалении. Известно, что после того, как выдающийся советский хирург профессор П. А. Куприянов сделал ряд полезных замечаний оперирующему врачу, не выходя из своего

кабинета, большое число больных потребовало проведения операций с применением ПТУ. В настоящее время изготовлена новая, более совершенная телевизионная установка цветного телевидения для хирургов.

В Государственном институте усовершенствования врачей проводились также успешные опыты по использованию обычных ПТУ на видеоконе для передачи операций в области уха, горла и носа. В настоящее время там устанавливают серийные установки ПТУ-4.

Сконструированный на базе серийной установки ПТУ-2М телевизионный микропроектор показал при испытаниях значительное превосходство над оптическим микропроектором.

Во Всесоюзном проектно-технологическом институте проведена большая работа по созданию автоматов для контроля деталей сложной формы с помощью радиоэлектроники. Предложенная методика автоматизации контроля оригинальна и вполне осуществима в производственном масштабе. Даже на макетном образце удается резко сократить время, необходимое для контроля изделия. Например, с учетом времени ввода и вывода детали из измерительного устройства можно считать, что на каждую контрольную операцию потребуется в 5—6 раз меньше времени, чем при контроле при помощи ручного инструмента.

На Саратовском заводе-автомате технического стекла в этом году вступают в строй многокамерные диспетчерские установки ПТУ-4 с использованием 25 передающих камер. Поскольку этот завод автоматический, то вполне понятны большие удобства, которые получит диспетчер, работая с телевизионной установкой.

Харьковский политехнический институт изготовил ПТУ для контроля работы карусельных станков с планшайбой диаметром до 20 м на Коломенском заводе тяжелого машиностроения; ПТУ успешно прошла испытания.

Имеются сведения о применении телевидения на заводах в Ленинграде, в цехах Ново-Краматорского машиностроительного завода, на приисках Лензолото и т. д.

Известны также установка промышленного телевидения, разработанная ЛЭИСом имени М. А. Бонч-Бруевича для нефтяной промышленности, подводная установка Института океанологии АН СССР, телевизионная установка, созданная в Пулковской обсерватории.

Большое значение имеет тот факт, что ряд проектных организаций приступил или приступает к проектированию нового оборудования, в которое ПТУ входит органически связанной частью.

II. Направления дальнейшего развития промышленного телевидения

Промышленное телевидение, по-видимому, будет развиваться в ближайшие 5—7 лет в следующих направлениях:

1) разработка, изготовление и внедрение комплексных телевизионных установок — промышленных телецентров на крупных предприятиях основных отраслей нашей промышленности;

2) дальнейшее совершенствование имеющейся модернизированной аппаратуры: ПТУ-ОМ1, ПТУ-2М, ПТУ-3, ПТУ-4, ПТУ-5, ДТУ-18 и др.;

3) проведение необходимых исследовательских работ и разработка промышленных телевизионных установок по специальным требованиям;

4) исследование возможности применения телевизионных методов в народном хозяйстве и разработка телевизионных автоматов.

Остановимся подробнее на характеристике каждого из рекомендуемых направлений.

Под комплексной установкой — промышленным телецентром (ПТЦ) — нужно понимать крупное телевизионное устройство, включающее в себя десятки передающих камер с коммутацией на несколько видеоприемных устройств или телевизоров. Можно ожидать совместного применения камер с поворотом во взаимно-перпендикулярных плоскостях и камер с самыми разнообразными кожухами.

За основу ПТЦ должна быть взята аппаратура, переданная для серийного производства.

Порядок разработки ПТЦ может быть предложен следующий:

1) произвести обследование крупных предприятий ведущих отраслей народного хозяйства с целью выявления объектов для телефикации. К таким отраслям следует отнести: металлургическую, машиностроительную, горную и угольную, химическую, энергетическую, транспорт;

2) разработать и изготовить дополнительные узлы, необходимость в которых будет выявлена в процессе обследования;

3) установить на месте комплексные установки.

Успешное проведение этих мероприятий создаст перелом в развитии и внедрении промышленного телевидения, так как будут показаны все возможности и преимущества телевизионного контроля, наблюдения и т. д.

Усовершенствование имеющейся аппаратуры

Как уже указывалось, мы располагаем вполне современной аппаратурой промышленного телевидения. Однако есть еще ряд вопросов, не особенно сложных, при решении которых качество и возможности аппаратуры могут быть повышены.

К ним следует отнести:

1) создание автоматической регулировки режима работы передающей трубки, при котором будет получено автоматическое поддержание хорошего качества изображения при сильных перепадах освещенности объекта;

2) разработка систем для передачи изображений по телефонным парам;

3) создание устройств для обеспечения работы при низких уровнях освещенности предметов (единицы и доли люкса);

4) разработка линии связи для передачи сигналов на расстояние до 10 км;

5) конструирование специальных кожухов для камер: герметичных, жаропрочных, и т. п.;

6) конструирование различных устройств для поворота и передвижения камер с дистанционным управлением.

Проведение исследований и разработка установок по специальным требованиям

В ближайшее время должны быть созданы телевизионные установки специального назначения: стереоскопическая телевизионная установка, промышленная установка цветного телевидения, видеотелефон, рентгено-телевизионная установка, телевизионный микроскоп, телевизионная установка для наблюдательной астрономии.

Промышленная установка цветного телевидения, кроме своего основного назначения для передачи хирургических операций, может быть полезной для наблюдения изображений микрообъектов в натуральных и условных цветах и для применения в ряде случаев, когда необходимо различать цвета. Например, наблюдение за формой и цветом выхлопных газов двигателей, за загрузкой доменных печей, литьем расплавленного металла, за составом горючих смесей по цвету их пламени и др.

Видеотелефон служит дополнением к телефону и должен быть предложен на первых порах для эксплуатации в крупных учреждениях.

Применение рентгено-телевизионной установки дает возможность улучшить контраст и увеличить яркость рентгеновских изображений. Это обстоятельство позволит более детально наблюдать различные мало заметные дефекты и снизить дозу облучения.

Телевизионный микроскоп даст возможность точно исследовать органические препараты при помощи оптических данных по плотности и автоматического счета микрочастиц.

Кроме того, можно будет непосредственно наблюдать препараты в ультрафиолетовом свете. Известно, что органические ткани, в частности клетки, обладают селективной способностью поглощения ультрафиолетовых лучей, вследствие чего контраст изображения резко повышается. Этот контраст, кроме того, может быть еще повышен за счет специальных электрических контрасторов.

Телевизионная аппаратура в настоящее время успешно применяется в астрономии. В связи с тем, что телевизионные системы чувствительнее лучших фотопленок примерно в 100 раз, фотографирование космических тел значительно выгоднее делать не непосредственно через телескоп, а с телевизионного экрана установки, спаренной с телескопом. Кроме того, с помощью телевидения очень удобно обнаруживать переменные звезды, фиксировать положение светил вне зависимости от конвекционных токов в атмосфере и др.

Применение телевизионных методов

Все перечисленные работы подразумевают получение на выходе телевизионной системы изображения передаваемого предмета. Под телевизионными же методами понимают получение на выходе телевизионной системы вместо изображения предмета ка-

кой-либо кривой, серии импульсов, показания счетчиков, командных сигналов и т. п. Развивая эту мысль, можно рассчитывать что при соединении выхода телевизионной системы со счетно-решающим устройством и, в перспективе, с логической машиной окажется возможным создать телевизионные автоматы, которые на основании зрительного восприятия окружающей обстановки смогут самостоятельно решать те или иные задачи. Здесь открываются поистине неограниченные перспективы автоматизации производственных процессов, в том числе комплексной.

Уже сейчас можно предложить несколько телевизионных методов, которые могут оказать существенную помощь производству и науке. Сюда следует отнести бесконтактное измерение диаметра тонких проволок и ширины прокатываемых полос, контроль чистоты поверхности, контроль формы обрабатываемых деталей, автоматический подсчет числа телец под микроскопом и др.

Можно не сомневаться в том, что если этому вопросу уделить серьезное внимание, то число применений телевизионных методов быстро увеличится, а их эффективность возрастет.

III. Недостатки в развитии промышленного телевидения и меры по их устранению

Несмотря на очевидность целесообразности широкого применения ПТУ в различных областях народного хозяйства, до сих пор затягивается массовый выпуск необходимой аппаратуры. Мал фронт работ по разработкам ПТУ. Пропаганда и широкое ознакомление специалистов с вопросами применения ПТУ проводятся недостаточно. Следует издавать больше книг и статей по промышленному телевидению, организовать специальные консультации.

В 1959—1965 гг. необходимо провести целый ряд разработок ПТУ и наладить их массовый выпуск. Широкое внедрение телевидения в различные отрасли промышленности и науки должно предусматриваться еще при составлении технических проектов сооружений и предприятий. В связи с этим необходимо создать специальный институт или конструкторское бюро для составления проектов телефикации предприятий, цехов и т. п.

Следует обеспечить координацию всех работ по развитию промышленного телевидения в нашей стране.

Н. А. КАРЯКИН, Н. В. ЧЕРНЫШЕВА

О БЕСШУМНОЙ ФОРМЕ ПРОСТОЙ УГОЛЬНОЙ ДУГИ

Рассматриваются причины возникновения и специфические свойства трех форм простой угольной дуги: спокойной, шипящей и бесшумной. Выясняются действительные причины «склонности к шипению» дуги. Предлагается способ контроля качества оболочек киноуглей высокой интенсивности, заключающийся в записи электрических величин дуги по времени и в определении ее критической силы тока при работе оболочки в качестве анода.

Даются примеры записи напряжения дуги, работающей с анодами в виде оболочек, обладающих различной степенью чистоты угольной массы.

Различные формы простой угольной дуги и ее стабильность

Литературные данные о простой угольной дуге, т. е. дуге с угольными электродами, не содержащими в своем составе специально введенных примесей пламенных веществ (солей металлов), обычно содержат указание, что названная дуга может существовать в двух формах: спокойной и шипящей. С увеличением силы тока спокойная дуга переходит в шипящую.

Сравнительно недавними исследованиями было найдено [1], что спокойная и шипящая формы дуги могут существовать одна наряду с другой при разных силах тока, при которых возможно горение дуги в форме шипящей. В качестве показателя этого свойства дуги предложена характеристика — «склонность к шипению», которая дает отношение времени горения дуги в форме шипящей ко всему времени ее горения при данной силе тока. Было установлено, что кривые «склонности к шипению» обладают максимумом. Наибольшую склонность к шипению показывали графитовые угли, наименьшую — сажевые. Это обстоятельство ис-

следователи объясняли неодинаковой теплопроводностью разных видов углерода [2].

Возможность существования простой угольной дуги при одной силе тока и в форме шипящей и в форме нешипящей приводит авторов указанных выше исследований к серьезным выводам о величине температуры сублимации углерода. Это особенно важно в связи с тем, что со времени открытия угольной дуги многочисленные исследования вопроса о температуре кратера анода простой угольной дуги разделили исследователей на две группы. Согласно представлению одной группы исследователей, температура кратера простой угольной дуги является температурой сублимации углерода. Другая группа исследователей считает температуру кратера дуги лишь равновесной температурой, которая ниже температуры сублимации углерода.

Измеряя яркость кратера дуги с гомогенными углями при разных относительно больших токах в моменты, когда шипение отсутствует, Финкельбург [3] получил яркость кратера, уменьшенную по сравнению с яркостью кратера шипящей дуги той же

силы тока, но возрастающую с силой тока за пределы 18 ксб. Поскольку яркостной температуре углерода 3800°K соответствует яркость 18 ксб, то получение у простой нешипящей дуги яркости кратера больше этой величины дало основание сделать заключение о более высокой температуре сублимации углерода ($> 4500^{\circ}\text{K}$), нежели температура кратера анода простой дуги (3800°K).

В современной литературе можно найти убедительные данные [4], подтверждающие достоверность температуры сублимации углерода 3800°K . Однако в литературе нет сведений, позволяющих объяснить полученную разными исследователями при относительно больших токах яркость кратера нешипящей простой угольной дуги выше 18 ксб.

Выполненные недавно исследования горения простой угольной дуги [5] показали, что следует различать не две, а три формы ее горения: спокойную, шипящую и бесшумную. Литературные данные и наши исследования простой угольной дуги позволяют получить следующие представления о природе ее свечения в указанных трех различных формах.

Свечение торцевой части (кратера) анода простой угольной дуги в спокойной форме представляет собой температурное свечение раскаленного твердого тела, являющегося серым излучателем. При относительно малых токах дуги яркость центральной части кратера бывает меньше 18 ксб. Она обуславливается при этом равновесной температурой кратера, не достигающей температуры сублимации углерода. С увеличением силы тока дуги на некоторой части торцевой поверхности анода достигается температура сублимации углерода, которая остается неизменной при дальнейшем увеличении силы тока в известных пределах. По достижении некоторой критической силы тока дуга переходит в шипящую форму.

С переходом дуги в шипящую форму дуговой промежуток заполняется парами анода, температура и яркость которых зависят от плотности тока. Свечение пламени паров шипящей дуги накладывается на свечение раскаленного твердого тела анода и обуславливает суммарную яркость кратера анода, отличную от яркости кратера спокойной дуги и зависящую от силы тока. Горение дуги в шипящей форме характеризуется перемещениями основания разряда на аноде, совершающимися с большой частотой.

Угольная дуга в бесшумной форме является переходным видом между простой и пламенной дугами. Простая дуга как в спокойной, так и в шипящей формах является разрядом между основанием дуги на катоде и торцевой поверхностью анода. Однако при известных условиях во время горения дуги на боковой поверхности анода вблизи от кратера могут оказаться примеси пламенных веществ, пары которых обладают сравнительно высокой проводимостью. В таком случае основание дуги на аноде переходит с его торцевой поверхности на боковую. Яркость температурного свечения кратера при этом снижается, так как через торцевую поверхность протекает уменьшенный ток и, самое главное, уменьшается плотность тока. При выгорании зольных примесей в данном месте оболочки анода основание разряда может переходить на соседние части оболочки, выжигая имеющиеся там примеси. После выгорания зольных примесей на поверхности оболочки разряд имеет тенденцию к возвращению на торцевую поверхность анода, поскольку при прочих равных условиях течение разряда через торец анода требует меньшего напряжения. Однако следует иметь в виду, что, когда разряд идет через оболочку анода, условия его протекания через торец оказываются иными по сравнению с аналогичными условиями у дуги в спокойной форме. Объясняется это уменьшением температуры торца анода во время протекания разряда через оболочку. Поэтому после выгорания зольных примесей на поверхности оболочки спокойная форма дуги не сразу устанавливается вновь. В силу указанных причин горение простой угольной дуги в бесшумной форме характеризуется большой нестабильностью светового и электрического режимов горения дуги, в отличие от ее горения в спокойной форме.

В отношении нестабильности горения бесшумная дуга отличается от шипящей частотой колебаний. Колебания светового и электрического режимов горения шипящей дуги происходят настолько быстро, что при визуальном наблюдении кратера и контроле электрического режима с помощью стрелочных приборов яркость кратера, напряжение и сила тока дуги оказываются квазистабильными. Колебания режима бесшумной дуги являются спорадическими и глубокими, поэтому основная их часть отражается на показаниях приборов.

Бесшумную форму простой угольной дуги следует отличать от пламенной дуги. По-

следняя представляет собой разряд между торцовыми поверхностями угольных электродов в парах пламенных веществ, испаряющихся с одного или обоих электродов. В нормальных условиях пламенная дуга горит бесшумно. От спокойной простой дуги она отличается тем, что свойства разряда у нее сильно зависят от физических констант солей металлов, в парах которых протекает разряд. С этой точки зрения пламенная дуга похожа на бесшумную дугу, которая тоже является разрядом в парах примесей, состоящих из солей металлов. В отношении же геометрии разряда пламенная дуга похожа на спокойную и шипящую дуги, поскольку у нее разряд происходит между торцовыми поверхностями электродов.

Являясь разрядом в парах пламенных веществ, бесшумная форма простой угольной дуги характеризуется яркостью кратера, складывающейся из яркости свечения раскаленного торца анода и яркости свечения паров, зависящей от силы и плотности тока в анодной части разряда. Благодаря этому яркость кратера бесшумной формы простой угольной дуги обычно возрастает с увеличением силы тока и может достигать величин, превышающих 18 ксб. При заданной силе тока яркость кратера может быть неодинаковой, поскольку она зависит от плотности тока.

Учитывая указанные особенности различных форм и видов угольной дуги, можно понять причины неодинаковых величин напряжения каждой из них при прочих равных условиях разряда.

Наиболее высокое напряжение простой спокойной дуги определяется сравнительно высоким потенциалом ионизации элементов и соединений воздуха. Пониженное напряжение шипящей дуги объясняется более низким потенциалом ионизации углерода, в парах которого горит эта дуга. Наиболее низкое напряжение пламенной дуги объясняется сравнительно малым потенциалом ионизации металлов пламенных веществ. Напряжение бесшумной дуги может сильно изменяться во время горения. Так, в момент перебрасывания разряда с торцевой на боковую часть анода напряжение дуги, очевидно, должно быть меньше напряжения спокойной или шипящей дуги. Если зольных примесей на поверхности оболочки анода мало, то пониженное напряжение дуги может существовать только короткое время. После выгорания основной части примесей разряд, оставаясь на боковой поверхности анода,

будет иметь увеличенную длину и малое содержание пламенных веществ в нем. В силу этого напряжение дуги может оказаться больше того, которое было бы до перебрасывания разряда на боковую поверхность анода. Обратный переход разряда на торец анода будет затруднен остыванием последнего. После некоторого времени разряд вернется на торец и восстановится нормальное напряжение спокойной или шипящей дуги, которая существовала до перебрасывания разряда на боковую поверхность анода.

Другое положение будет в случае, если перебрасывание разряда на боковую поверхность анода произойдет при скоплении там большого количества примесей (зола). В таком случае выгорание значительного количества примесей будет происходить дольше, а наличие их паров в разряде превратит простую угольную дугу, по существу, в пламенную дугу. Снижение напряжения по причине уменьшения эффективного потенциала ионизации паров анода в этом случае может с избытком компенсировать увеличение напряжения по причине возрастания фактической длины дуги.

Таким образом, напряжение бесшумной дуги может оказаться меньшим по сравнению с напряжением спокойной или шипящей дуги.

Изложенное выше позволяет сделать заключение, что практически стабильное горение простой угольной дуги может обеспечиваться при ее спокойной форме, когда стабильность действительная, или шипящей форме, когда стабильность кажущаяся.

Бесшумная форма простой угольной дуги как критерий качества оболочек углей высокой интенсивности

Как показывает практика, качество горения (величина яркости кратера, стабильность и пр.) кинопроекторных и киносъемочных углей одного и того же типа, но разных производственных партий не всегда, к сожалению, остается одинаковым. Объясняется это тем, что в современном производстве осветительных углей технологический контроль за качеством изделий на различных стадиях предела угольной массы выполняется недостаточное тщательно. Обычно контролируются готовые угли путем определения величин яркости кратера и других показателей горения дуги. В таком случае продукция неудовлетворительного качества может быть только забракована. При этом важно отметить, что, выявив непригодность

или снижение качества продукции, часто не удается установить действительные причины брака. Последнее обусловлено рядом причин; основные из них следующие: а) химический анализ состава углей с достаточной точностью и быстротой в условиях производства оказывается затруднительным; б) при наличии разных примесей (зольности) в составе угля трудно установить допустимое их количество, если соотношение компонентов в примеси изменяется; в) химический анализ может дать общее количество примесей в исследуемом объеме угля, тогда как на горении дуги сказывается и распределение примесей по углю.

Ухудшенное качество углей часто проявляется в понижении яркости кратера или в ухудшении стабильности горения дуги. Причиной этого может быть неудовлетворительное качество фитиля или оболочки углей. Однако при принятом в настоящее время порядке определения качества углей нельзя судить о пригодности фитилей или оболочек в отдельности. Химический анализ состава фитиля и оболочки углей вызывает трудности в условиях производства; еще в меньшей мере этот способ пригоден при применении углей. Отсюда весьма желательны иные способы контроля качества оболочек и фитилей киноуглей, пригодные как в условиях производства, так и при применении углей. Один из способов контроля качества оболочек углей высокой интенсивности может быть получен на основе описанных особенностей различных форм простой угольной дуги.

Горение простой угольной дуги в спокойной форме может иметь место лишь при электродах, достаточно свободных от присутствия в их составе примесей пламенных веществ (зола), и при соответствующей небольшой силе тока. Увеличение силы тока дуги за пределы критической приведет к переходу дуги в шипящую форму.

Наличие в составе электродов зольных примесей уменьшает «склонность к шипению» дуги, так как в таком случае при достижении критической силы тока дуга из спокойной формы будет переходить не в шипящую, а в бесшумную. В случае достаточного количества соответствующих зольных примесей дуга может переходить из спокойной в бесшумную при силе тока, меньшей критической.

Современные угольные дуги высокой интенсивности представляют собой особый вид пламенной дуги. Пламенные вещества (соли

металлов редких земель) содержатся в фитиле анода в смеси с углеродом. В оболочку анодов пламенные вещества не вводятся. Нормальное горение дуги высокой интенсивности при заданной силе тока характеризуется соответствующим распределением тока в анодной части разряда между кратером и стенками оболочки, при котором достигается определенная величина яркости светового отверстия кратера [6]. Неизменное распределение тока между кратером и оболочкой анода будет сохраняться в том случае, если электрическое сопротивление току через оболочку и через пары анода в кратере останется постоянным во время горения дуги. При достаточной однородности материала оболочки (в смысле его состава и плотности) и при неизменной ее толщине электрическое сопротивление току через оболочку может оставаться практически постоянным. Если же в известные моменты горения дуги на оболочке анода окажутся примеси солей металлов, то тогда электрическое сопротивление току через оболочку уменьшится и через нее пойдет увеличенный ток. При этом ток, идущий через пары анода в кратере, уменьшится, и яркость кратера станет меньше. Наличие примесей солей металлов в составе оболочек анода простых и высокоинтенсивных углей приводит к аналогичным результатам. При простых углях, обладающих примесями, образуется бесшумная форма дуги, тогда как при углях высокой интенсивности в этом случае возрастает доля тока, идущего через оболочку, минуя пары анода в кратере. В том и другом случае плотность тока в центральной части анодной области разряда уменьшается.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что о доброкачественности оболочек углей высокой интенсивности нужно судить прежде всего по однородности материала, свободного от наличия случайных примесей. Исходя из этого, можно определять качество оболочек углей, используя их (вырезая кусок из оболочки) в качестве анода простой дуги и определяя форму дуги, работающей с такими анодами. Если при заданной силе тока, превышающей критическую, дуга будет гореть главным образом в шипящей форме, то это свидетельствует об известной чистоте состава оболочки. При оболочке, загрязненной случайными примесями, дуга при той же силе тока будет гореть главным образом в бесшумной форме. Относительная длительность горения дуги в бесшумной или шипящей форме при аноде из испытуемого

материала (оболочки) по сравнению с длительностью горения в тех же формах при аноде из эталонного материала может характеризовать допустимое качество испытуемых оболочек углей.

При аноде из испытуемого материала дуга в бесшумной форме может иметь напряжение, увеличенное по сравнению с напряжением той же дуги в шипящей форме или уменьшенное. В первом из этих случаев загрязненность оболочек примесями солей металлов будет меньше, чем во втором.

Характеристикой загрязненности испытуемых оболочек также может служить величина критической силы тока дуги, работающей с анодом, вырезанным из испытуемой оболочки. Повышение критической силы тока дуги будет свидетельствовать о большей загрязненности оболочки. Некоторые затруднения в этом случае связаны с тем, что при неравномерном распределении примесей в испытуемой оболочке величина критической силы тока будет различна в разные моменты горения дуги.

Более надежные результаты испытания можно получить в том случае, если для материала испытываемых оболочек определить величину критической силы тока дуги, а кроме того, записать на самопишущих электроизмерительных приборах или подобных им напряжение или силу тока дуги за некоторое время ее горения, например, за 5 минут. Эта запись позволит судить:

1) о склонности дуги к шипению при заданной силе тока;

2) о форме и виде горения дуги, обусловленных количеством примесей в аноде.

Примеры экспериментального определения чистоты состава оболочек углей

На рис. 1 приведены результаты записи с помощью самопишущего вольтметра напряжения горения простой угольной дуги, работающей с разными анодами.

Кривая *a* характеризует работу дуги со стержневым анодом диаметром 6 мм, применяемым для спектрального анализа; кривая *б* — напряжение простой дуги с анодом в виде бруска, вырезанного из оболочки положительного угля высокой интенсивности типа 16-200, качество которого удовлетворяет техническим условиям на эти угли. Кривая *в* дает напряжение горения дуги с анодом в виде бруска, вырезанного из оболочки положительного угля высокой интенсивности того же типа, но не удовлетво-

ряющего требованиям технических условий по величине яркости кратера (снижение на 15%) и стабильности горения дуги. На всех рисунках отмечены 5-минутные периоды установившегося горения дуги, отмечены уровни холостого напряжения на электродах дуговой лампы и уровни нулевого напряжения. Скорость движения бумаги при записи во всех случаях равна 4 мм/мин.

При указанных испытаниях угли горели в простой дуговой лампе без вращения с ручной подачей при угле между электродами $\sim 15^\circ$. Анод в виде бруска оболочки положительного угля составлял одну четверть от всего сечения ее и имел длину вдоль по оболочке около 100 мм. Катодом служили 5-мм отрицательные угли с нейтральным фитилем. Длина дуги 5 мм. Сила тока дуги была около 20 а в случае *a* и около 30 а в двух других случаях (*б*, *в*).

При испытаниях было установлено, что критическая сила тока дуги составляла:

1) при испытании в случае *a* — 8 а;

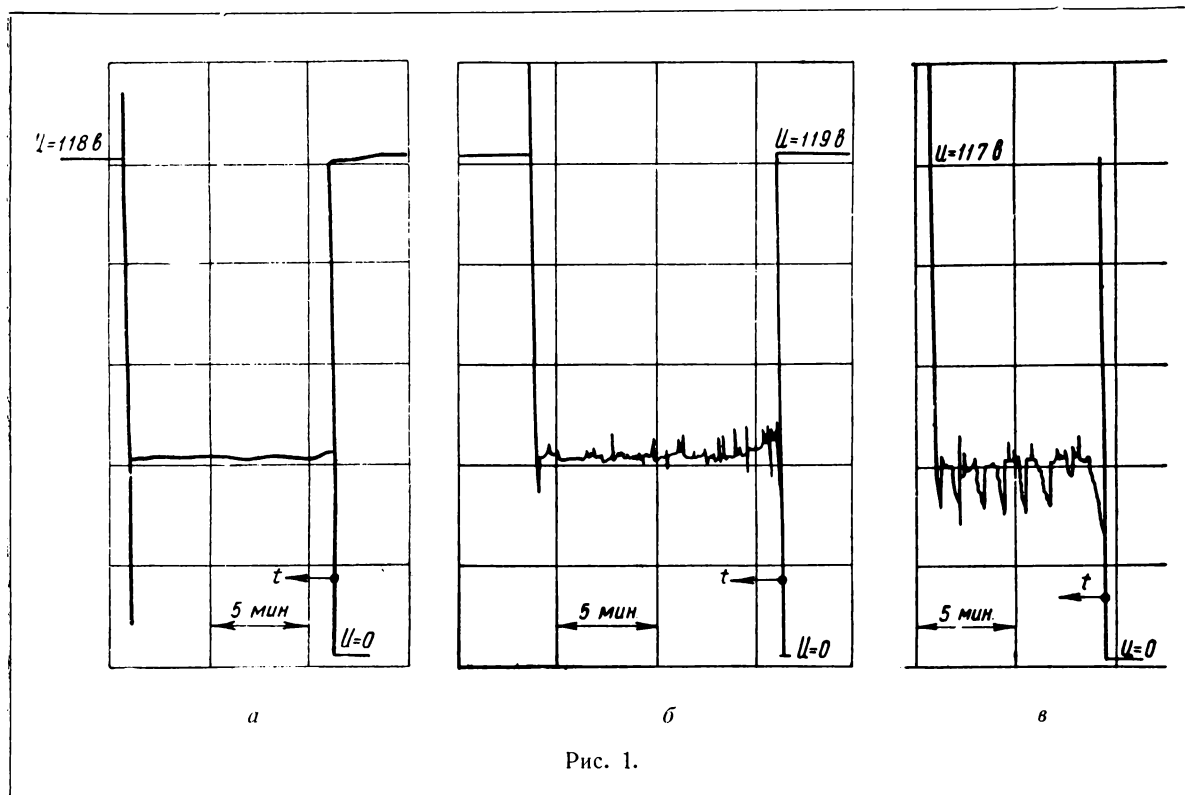
2) при испытании в случае *б* — 8 а;

3) при испытании в случае *в* — 25 а.

Кривая (см. рис. 1, *a*) показывает достаточное постоянство фиксируемой самопишущим вольтметром величины напряжения простой дуги с чисто углеродистым анодом, работающей в шипящей форме. Заметим, что фактически напряжение дуги в этом случае изменяется с большой частотой.

Из рассмотрения кривой (см. рис. 1, *б*) можно сделать вывод, что угли высокой интенсивности нормального качества содержат в оболочке зольные примеси. Это может быть объяснено тем, что у простой дуги с анодом в виде бруска, вырезанного из оболочки положительного угля, напряжение угля часто (несколько раз в минуту) возрастает от основного уровня, характеризующего горение дуги в шипящей форме. Таким образом, здесь наблюдаются частые и кратковременные переходы дуги из шипящей формы в бесшумную.

Согласно показаниям кривой (см. рис. 1, *в*), нужно сделать заключение, что недопустимое снижение яркости кратера испытанных углей высокой интенсивности типа 16-200 было обусловлено относительно большим содержанием зольных примесей в составе их оболочки. Кривая показывает изменение напряжения дуги от основного уровня, соответствующего шипящей форме дуги, главным образом вниз и значительно меньше вверх. Это свидетельствует об относительно большом количестве зольных при-



месей в составе оболочек испытанных углей, в силу чего дуга с анодом в виде бруска из оболочки больше горит в виде пламенной дуги и меньше в виде простой дуги бесшумной формы.

Данные о ходе кривых $U(t)$ (см. рис. 1, б и рис. 1, в) вместе с величинами критической силы тока дуги в этих случаях (8 а для кривой б и > 25 а для кривой в) позволяют забраковать оболочки второй из испытанных партий углей высокой интенсивности типа 16-200 до их фитиления. Этот способ контроля чистоты оболочек углей в производстве хорош тем, что позволяет оценить качество оболочек без определения вида, количества и комбинации золь-

ных примесей. Кроме того, он позволяет судить о неравномерности вкрапления зольных примесей, что при химическом анализе было бы затруднительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Finkelburg W., Ztschr. für Phys, 1939, 112.
2. Schluge H. und Finkelburg W., Ztschr. für Phys., 1944, 122B.
3. Finkelburg W., Ztschr. für techn. Phys., 1940, № 12.
4. Basset J., Journal de Phys. et Rad, 1939, 1, 10, 5.
5. Чернышева Н. В., Кандидатская диссертация, 1952.
6. Карякин Н. А., Электричество, 1946, № 3.

ВТОРИЧНОЕ ЦВЕТОДЕЛЕНИЕ

Описывается решение задачи вторичного цветоделения, которое позволяет по известным спектральным свойствам красителей, фотографических материалов и светофильтров предсказать цветоделительные искажения. Даются рекомендации по выбору фотографических материалов и светофильтров для конкретного случая вторичного цветоделения — процесса печати черно-белых цветоделенных промежуточных позитивов с многослойного цветного негатива.

Любой процесс цветной фотографии принято делить на три стадии: цветоделительную (аналитическую), градационную и синтетическую [1]. При этом понятие о цветоделительной стадии обычно исчерпывается совокупностью оптических и фотохимических явлений, приводящих к образованию скрытого негативного изображения. Такому представлению о цветоделении отвечают немногие цветофотографические процессы, не имеющие в настоящее время технического значения [2, 3]. Современные цветофотографические процессы, напротив, характеризуются большим числом промежуточных форм, представляющих собой пространственно совмещенные избирательно окрашенные цветоделенные изображения (негативы, позитивы и контратипы на многослойных пленках). Разделение таких изображений при печати возможно только чисто оптическим путем, посредством создания такого спектрального распределения фотоактивных потоков при печати, по отношению к которому данное цветоделенное изображение являлось бы наиболее эффективным модулятором экспозиции. При этом имеет место новое цветоделение, которое, в отличие от первого, упомянутого выше, следует назвать вторичным.

Первичное цветоделение осуществляется в процессе фотографической съемки, и характер его зависит от спектрального поглощения красителей синтеза и спектральной светочувствительности негативных материалов, служащих для получения цветоделенных изображений.

Вторичное цветоделение осуществляется в процессе печати, и характер его зависит от спектрального поглощения красителей цветоделенных промежуточных форм (например, красителей элементарных слоев многослойного негатива) и спектральной светочувствительности фотографических материалов, служащих для получения по-

следующих форм (например, спектральной светочувствительности элементарных слоев многослойной позитивной пленки или каких-либо других материалов, в сочетании со светофильтрами, если таковые применяются).

Физически эти два цветоделения совершенно независимы и в равной мере влияют на качество цветовоспроизведения.

Широкое распространение многослойных цветофотографических материалов привело к тому, что негативное изображение во всех современных промышленных цветофотографических процессах получается именно на многослойных материалах. Позитивный процесс при этом, как бы он ни был технологически организован, не может быть чисто градационным процессом; он неизбежно включает в себя вторичное цветоделение. Но если первичное цветоделение изучено достаточно хорошо и основные закономерности этого явления можно считать установленными [1], вопрос вторичного цветоделения до настоящего времени, по существу, не исследовался.

Между тем ряд современных цветофотографических процессов включает в себя операцию изготовления отдельных черно-белых промежуточных позитивов с многослойного негатива. Эти позитивы используются или непосредственно для получения цветных контратипов на многослойной пленке, в гидротипном процессе, а также в цветном телевидении или в сочетании с так называемым «внешним маскированием»¹ [4, 5]. Очевидно, что фотографические материалы и светофильтры, применяемые для получения промежуточных позитивов, должны обладать определенными спектральными характеристиками, а именно

¹ Напомним, что аналогичные операции имеют место и в полиграфической промышленности — при изготовлении цветных репродукций фотомеханическим способом.

такими характеристиками, которые позволяли бы реализовать при печати необходимое с точки зрения вторичного цветоделения спектральное распределение фотоактивных потоков. Определение требуемых спектральных характеристик ввиду чрезвычайного многообразия вариантов не может быть осуществлено путем проб. Цветоделительные испытания материалов и светофильтров [6, 7] при всей их полезности не дают возможности предсказать характер вторичного цветоделения по известным спектральным характеристикам фотографических материалов и светофильтров. Настоящая статья посвящена теоретическому решению задачи вторичного цветоделения. Это решение позволяет связать искажения цветовоспроизведения со спектральными свойствами фотографических материалов и светофильтров, которые применяются в изучаемом процессе.

Цветное поле многослойного негатива с точки зрения второго цветоделения характеризуется величиной эффективной оптической плотности.

$$D_{\text{эфф}}^{(i)} = -\lg \frac{\int E_{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot 10^{-D_{\lambda}^{\Phi(i)}} \cdot 10^{-\left(k'_{\lambda} c' + k''_{\lambda} c'' + k'''_{\lambda} c'''\right) d\lambda}}{\int E_{\lambda} S_{\lambda} 10^{-D_{\lambda}^{\Phi(i)}} d\lambda}. \quad (1)$$

Здесь E_{λ} — спектральное распределение энергии в спектре источника света, применяемого при печати; S_{λ} — спектральная светочувствительность фотографического материала, применяемого для получения промежуточного позитива; D_{λ}^{Φ} — монохроматическая оптическая плотность светофильтра, применяемого для вторичного цветоделения; k'_{λ} , k''_{λ} , k'''_{λ} — удельные монохроматические показатели поглощения красителей многослойного негатива (D_{λ} при $c_{\text{кр}} = 1$) [8]; c' , c'' , c''' — относительные поверхностные концентрации этих красителей [9].

Индекс (i) в этом и последующих выражениях обозначает одно из цветоделенных изображений: желтое (синефильтровое), пурпурное (зеленофильтровое) или голубое (краснофильтровое).

Задачу вторичного цветоделения можно сформулировать, исходя из следующих соображений. При использовании прямолинейных участков характеристических кривых элементарных слоев негативного материала между активностями оптического изображения в фотографической камере и

количествами образующихся в этих слоях красителей имеется линейная связь

$$c_{\text{кр}}^{(i)} = \gamma_{\text{нег}}^{(i)} \cdot \lg A^{(i)}. \quad (2)$$

Очевидно, что в идеальном процессе плотность почернения в промежуточном позитиве должна быть также линейной функцией величины $\lg A^{(i)}$. Так как печать промежуточных позитивов всегда производится с использованием только прямолинейного участка характеристической кривой, то можно написать:

$$\begin{aligned} D_{\text{пр. поз}}^{(i)} &= -\gamma_{\text{пр. поз}}^{(i)} \cdot c_{\text{кр}}^{(i)} = \\ &= -\gamma_{\text{пр. поз}}^{(i)} \cdot \gamma_{\text{нег}}^{(i)} \cdot \lg A^{(i)}. \end{aligned} \quad (3)$$

В действительности плотность почернения в промежуточном позитиве есть функция эффективной плотности негатива

$$D_{\text{пр. поз}}^{(i)} = -\gamma_{\text{пр. поз}}^{(i)} \cdot D_{\text{эфф}}^{(i)}. \quad (4)$$

Одновременно удовлетворить выражениям (3) и (4) можно только в случае

$$D_{\text{эфф}}^{(i)} = c_{\text{кр}}^{(i)}. \quad (5)$$

Нетрудно видеть, что условие (5) выполнимо только для процесса с идеальными красителями и светофильтрами. Для процесса с реальными красителями при условии, что спектральная ширина полосы пропускания светофильтра позволяет считать $k_{\lambda} = \text{const}$, связь между $D_{\text{эфф}}$ и $c_{\text{кр}}$ описывается системой трех линейных уравнений. Однако столь строгие (близкие к монохроматическим) светофильтры обычно обладают настолько малыми значениями коэффициентов пропускания, что их применение технически невозможно. В случае применения для вторичного цветоделения немонахроматических светофильтров связь между эффективной плотностью цветного поля и концентрациями красителей описывается системой трех уравнений (1).

Для решения задачи вторичного цветоделения уравнение (1) может быть существенно упрощено. В самом деле, любые два красителя многослойного цветофотографического материала всегда образуют по отношению к третьему красителю светофильтр, аналогичный по цвету тому светофильтру, который применяется для вторичного цветоделения. Поэтому можно считать, что с возрастанием концентрации этих двух красителей пределы интегрирования в уравнении (1) сближаются. Начи-

ная с некоторого значения этих концентраций подынтегральные функции можно положить постоянными и преобразовать выражение (1) в

$$D_{\text{эфф}}^{(i)} = k^{(i)} c_{\text{кр}}^{(i)} + \text{const}^{(i)}. \quad (6)$$

Иначе говоря, с возрастанием концентраций двух красителей связь между эффективной плотностью цветного поля по отношению к i -му фотографическому приемнику и концентрацией третьего (i -го) красителя все больше приближается к линейной независимо от спектрального состава светового потока.

Напротив, если концентрации двух красителей равны нулю, то эффективная оптическая плотность цветного поля будет определяться не только концентрацией третьего красителя, но будет зависеть в некоторой мере от изменения спектрального состава светового потока. Очевидно, что решение задачи вторичного цветоделения следует искать именно для этого случая. Выражение для эффективной оптической плотности тогда будет иметь вид:

$$D_{\text{эфф}}^{(i)} = -\lg \frac{\int E_{\lambda} S_{\lambda} 10^{-D_{\lambda}^{\Phi(i)}} 10^{-k_{\lambda}^{(i)} \cdot c^{(i)}} d\lambda}{\int E_{\lambda} S_{\lambda} 10^{-D_{\lambda}^{\Phi(i)}} d\lambda}. \quad (7)$$

С другой стороны, зависимость эффективной оптической плотности цветного поля в отношении некоторого приемника от концентрации выделяемого этим приемником красителя может быть представлена в виде:

$$D_{\text{эфф}}^{(i)} = f(c) \cdot c, \quad (8)$$

где $f(c)$ — производная от функции эффективной плотности (6) по концентрации красителя. Сопоставляя (5) и (8), сформулируем задачу вторичного цветоделения.

Задача вторичного цветоделения заключается в выборе таких фотографических материалов и светофильтров, для которых во всем используемом интервале концентраций выделяемого красителя выполнялось бы условие

$$f(c) = 1. \quad (9)$$

Но так как величина $D_{\text{эфф}}^{(i)}$, согласно (7), есть непрерывная, неограниченно возрастающая функция концентрации красителя

и так как, по определению этой концентрации, $D_{\text{эфф}}^{(i)} \leq c$, то, следовательно, с возрастанием c производная $f(c)$ должна убывать. Таким образом, выполнение условия (9) тем хуже, чем выше концентрация выделяемого красителя. На рис. 1 показана типичная форма графиков функций $D_{\text{эфф}}^{(i)}(c)$ и $f(c)$. Высокие концентрации

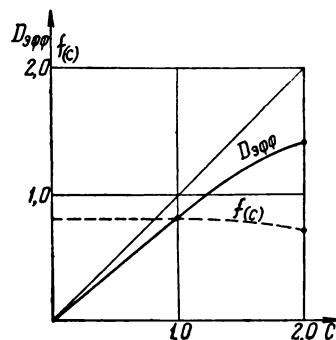


Рис. 1. Типичная форма графиков функций $D_{\text{эфф}}^{(i)}$ и $f(c)$

красителя в негативе соответствуют, как известно, светлым объектам фотографирования, т. е. области, в которой отклонения от правильного цветовоспроизведения наиболее заметны. Поэтому выполнение условия (9) наиболее целесообразно проверять для концентраций красителей, лежащих в верхней части используемого участка характеристической кривой соответствующего элементарного слоя.

Сенситометрическое обследование семи образцов многослойных негативных пленок, принадлежащих как к типу ДС, так и ЛН, показало, что значение концентрации $c = 2$ для всех элементарных слоев всегда лежит в области передержек. На этих пленках были получены негативы серой шкалы с интервалом яркостей 1:100. Измерения негативов показали, что предельным используемым значением концентрации красителя в любом элементарном слое является $c = 1,5$.

Имея в виду, во-первых, то, что функция $f(c)$ монотонна и непрерывна, а во-вторых, что при $c = 0$ и $D_{\text{эфф}}^{(i)} = 0$ эту функцию в соответствии с (8) можно приближенно охарактеризовать двумя ее зна-

чениями, соответствующими концентрациям $c = 1$ и $c = 2$:

$$\begin{aligned} f(1) &= D_{\text{эфф}}^n(1); \\ f(2) &= \frac{1}{2} D_{\text{эфф}}^n(2). \end{aligned} \quad (10)$$

Для количественной характеристики вторичного цветоделения введем следующие два параметра:

$$\begin{aligned} \Delta &= f(1) - f(2) = D_{\text{эфф}}^n(1) - \\ &\quad - \frac{1}{2} D_{\text{эфф}}^n(2), \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} z &= 1 - \frac{f(1) + f(2)}{2} = 1 - \\ &\quad - \frac{D_{\text{эфф}}^n(1) + \frac{1}{2} D_{\text{эфф}}^n(2)}{2} = \\ &= 1 - D_{\text{эфф}}^n(1) + \frac{\Delta}{2}. \end{aligned} \quad (12)$$

Рассмотрим подробнее физический смысл этих параметров и их роль в процессе вторичного цветоделения.

Параметр Δ характеризует нелинейность зависимости эффективной плотности от концентрации красителя в цветном негативе. Эта нелинейность будет тем больше, чем более избирательно светопоглощение цветного участка, т. е. чем больше концентрация в нем красителя, выделяемого данным светофильтром, и чем меньше концентрации двух других красителей. Такой цветной участок соответствует воспроизведению ярко освещенной детали основного (синего, зеленого или красного) цвета. Плотности этих участков на промежуточном позитивном изображении будут тем меньше требуемых, чем больше будет величина Δ . В то же время аналогичные по цвету детали объекта, находящиеся в тени, а также все детали малонасыщенной окраски (близкие к серым) будут воспроизводиться на промежуточных позитивах нормальной величиной плотности. Таким образом, параметр Δ характеризует воспроизведение деталей основных цветов в светах цветного изображения, вследствие чего этот коэффициент можно назвать коэффициентом потери деталей.

Параметр z характеризует эффективный контраст тех негативных изображений, которые получают преимущественно из одного красителя, т. е. эффективный контраст синих, зеленых или красных цветов оригинала, в отношении промежуточ-

ных позитивов. При этом следует иметь в виду, что эффективный контраст негативных изображений малонасыщенных, близких к серым цветов объекта не зависит от спектрального распределения энергии в световом потоке источника, который применяется при печати. Таким цветам объекта в негативе будут соответствовать цветные участки, близкие к серым. Для этих малонасыщенных цветов можно принять

$$k'_\lambda c' + k''_\lambda c'' + k'''_\lambda c''' = \text{const.} \quad (13)$$

Поэтому эффективные плотности этих цветов в соответствии с уравнением (1) будут определяться следующим выражением:

$$D_{\text{эфф}}^n(i) = k'_\lambda c' + k''_\lambda c'' + k'''_\lambda c''' \quad (14)$$

для всех значений i независимо от характера функций E_λ , S_λ и D_λ^Φ . Уменьшение эффективного контраста изображения, очевидно, будет сильнее всего сказываться для наиболее плотных по данному красителю участков негатива. В позитивном изображении это приведет к «затянутым светам». При исправлении этого дефекта путем уменьшения экспозиции появляются искажения цветовоспроизведения, выражающиеся в недостатке красителя соответствующего цветоделенного изображения. Таким образом, увеличение параметра z при выделении какого-либо красителя в негативе равноценно уменьшению в позитивном изображении насыщенности цветов, образуемых красителем того же цвета, вследствие чего этот параметр можно назвать коэффициентом потери насыщенности.

Для определения численных значений параметров Δ и z необходимо найти значения эффективной плотности для концентраций красителей $c = 1$ и $c = 2$. Величины $D_{\text{эфф}}^n(1)$ и $D_{\text{эфф}}^n(2)$ могут быть определены численным интегрированием по формуле (7). Для этого необходимо и достаточно, чтобы монохроматический коэффициент контрастности применяемого фотоматериала не зависел от длины волны [10].

Для проверки правомерности вычисления $D_{\text{эфф}}^n$ по уравнению (7) отдельные значения этой величины были параллельно с расчетом определены экспериментально. Для этой цели была использована пленка «кинонегатив МЗ» в сочетании с различными светофильтрами. Номенклатура цвет-

ных стекол, составляющих эти светофильтры, соответствует каталогу цветного стекла [11]. Значения $D_{эфф}^H$, определенные обоими способами, сопоставлены в табл. 1.

Таблица 1

Цвет светофильтра, наименование стекол и их толщина, мм	$D_{эфф}^H$	
	экспериментальное	расчетное
Синий ЖС-11 (3,0) + ФС-7 (2,0) + СЗС-7 (5,0)	0,92	0,95
Зеленый ЖС-18 (5,5) + СЗС-13 (5,0)	0,96	0,91
Зеленый ОС-11 (1,5) + СЗС-18 (5,0)	0,83	0,86
Красный КС-17 (2,0)	0,85	0,82
Красный КС-14 (4,0)	0,78	0,76

Как видно из этой таблицы, расхождение между экспериментом и расчетом не превышает 0,05, и для наших целей им безусловно можно пренебречь.

Для выбора оптимальных условий вторичного цветоделения, имеющего место при печати цветоделенных промежуточных позитивов с многослойного негатива, были вычислены значения коэффициентов Δ и z для трех типов фотоматериалов, взятых в сочетании с различными светофильтрами. Расчет производился для следующих фотоматериалов: «кинонегатив МЗ» с повышенным значением коэффициента контрастности, дубльпозитив цветоделительный (опытная разработка НИКФИ) и комплект зональных дубльпозитивных пленок, изготовленный по нашей просьбе фабрикой № 3. Этот последний материал представляет собой пленку «дубльпозитив тип А», sensibilizированную соответственно элементарным слоям позитивной цветной пленки. Так, для получения желтого (синифильтового) промежуточного позитива применяется не sensibilizированная пленка, для пурпурного (зеленофильтового) — ортохроматическая и для голубого (краснофильтового) — панхроматическая. Спектральное распределение светочувствительности и зависимость монохроматического коэффициента контрастности от длины волны для этих материалов показаны на рис. 2. Наимено-

вание цветных стекол для светофильтров и значения коэффициентов поглощения взяты из каталога [11].

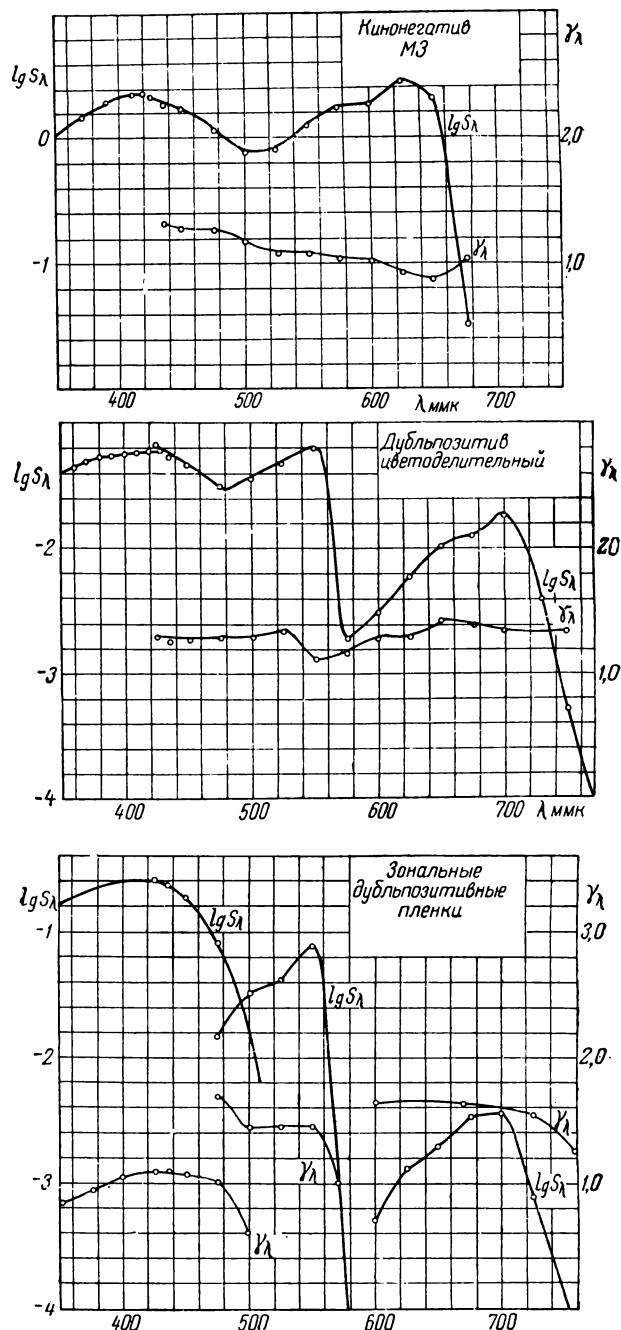


Рис. 2. Кривые энергетической спектральной светочувствительности и зависимости коэффициента контрастности от длины волны действующего излучения у фотографических материалов для вторичного цветоделения

В табл. 2 приведены значения коэффициентов потери деталей и потери насыщенности для исследованных нами сочетаний фотоматериалов и светофильтров (в скобках приведены толщины стекол в мм). Расчеты произведены при $T_{\text{цв}} = 2850^\circ\text{K}$.

Таблица 2

Пленка	Светофильтр	Δ	z
Многослойный цветной позитив	Без светофильтров		
	Верхний слой	0,03	0,26
	Средний »	0,02	0,11
	Нижний »	0,06	0,18
Кинонегатив МЗ	Комплект «выделяющих» светофильтров		
	Синий негативный	0,035	0,34
	Зеленый	0,035	0,17
	Красный	0,005	0,24
	Синий ЖС-11 (3,0) + ФС (2,0)	0,010	0,05
	Синий ЖС-11 (3,0) + СС-8 (8,0)	0,020	0,09
	Зеленый ЖС-18 (5,5) + СЗС-18 (5,0)	0,015	0,10
	Зеленый ОС-11 (1,5) + СЗС-18 (5,0)	0,04	0,16
	Красный КС-17 (2,0)	0,010	0,185
Дубльпозитив цветоделительный	Синий ЖС-11 (3,0) + ФС-7 (2,0) + СЗС-7 (5,0)	0,010	0,050
	Зеленый ЖС-18 (5,5) + СЗС-18 (5,0)	0,000	0,065
	Красный КС-17 (2,0)	0,005	0,030
	Зеленый ОС-11 (1,5) + СЗС-18 (5,0)	0,005	0,075
Зональные дубльпозитивные пленки: а) несенсибилизированная	Без светофильтра	0,004	0,28
	ЖС-11 (3,0)	0,06	0,23
	ФС-7 (2,0)	0,05	0,32
	СС-4 (4,0)	0,05	0,24
	СС-8 (8,0)	0,04	0,16
	ЖС-11 (3,0) + ФС-7 (2,0)	0,005	0,07
	ОС-11 (5,0)	0,000	0,12
	ЖС-18 (5,5)	0,005	0,07
	КС-17 (2,0)	0,000	0,03
б) ортохроматическая			
в) панхроматическая			

Для сравнения в той же таблице приведены значения Δ и z для многослойной позитивной пленки, хотя в этом случае численное интегрирование по уравнению (7) не является, строго говоря, вполне законным.

Численные значения коэффициента потери деталей во всех представленных в табл. 2 случаях достаточно малы, т. е. связь между плотностью почернения в промежуточном позитиве и активностью объекта фотографирования можно с достаточной для практики точностью считать линейной.

По величине коэффициента потери насыщенности оптимальными, очевидно, являются сочетания пленки дубльпозитив цветоделительный со светофильтрами ЖС-11 (3,0) + ФС-7 (2,0) + СЗС-7 (5,0); ЖС-18 (5,5) + СЗС-18 (5,0); КС-17 (2,0) и зональных дубльпозитивных пленок со светофильтрами ЖС-11 (3,0) + ФС-7 (2,0); ЖС-18 (5,5); КС-17 (2,0). Вероятно, этот последний вариант светофильтров должен быть пригоден и для зональных матричных пленок, так как по кривым спектральной светочувствительности эти пленки не могут сильно отличаться от зональных дубльпозитивных пленок.

Использование несенсибилизированной пленки без светофильтра приводит к резкому возрастанию коэффициента z , а следовательно, к значительному снижению насыщенности желтых цветов. Использование «выделяющих» светофильтров [12] приводит к общей потере насыщенности, а применение пленки МЗ даже при оптимальных светофильтрах не позволяет получить голубое цветоделенное изображение с такой же насыщенностью, как желтое и пурпурное.

Сравнение двух вариантов зеленого светофильтра показывает, что более широкий, а следовательно, и более выгодный с экспозиционной точки зрения светофильтр ЖС-18 (5,5) + СЗС-18 (5,0) оказывается одновременно обеспечивающим и большую насыщенность пурпурного цветоделенного изображения по сравнению с более строгим светофильтром из стекол ОС-11 и СЗС-18.

Сопоставление значений коэффициента z для многослойного позитива и для оптимальных вариантов вторичного цветоделения показывает, что в последнем случае может быть достигнута большая насыщенность чистых цветов.

На основании вышеизложенных сообщений был создан комплект светофильтров для вторичного цветоделения, имеющий следующее строение (табл. 3).

Кривые поглощения светофильтров, приведенные в табл. 3, изображены на рис. 3. Для сравнения здесь же изображена

Таблица 3

Цвет светофильтра	Наименование стекла	Толщина стекла, мм
Синий ¹	ЖС-11	3,0
	ФС-7	2,0
	СЗС-7	5,0
Зеленый	ЖС-18	5,5
	СЗС-18	5,0
Красный	КС-17	2,0

¹ Введение в состав синего светофильтра желтого стекла имеет целью исключение влияния на вторичное цветоделение тех различий в светопоглощении, которые имеются у негативных многослойных материалов в близкой ультрафиолетовой области [13]. Теплозащитное стекло СЗС-7 в этом светофильтре необходимо только при применении пленки дубльпозитив цветоделительный.

кривая поглощения зеленого светофильтра ОС-11 (1,5 мм) + СЗС-18 (5,0 мм). Этот светофильтр является более узким, чем зеленый светофильтр из табл. 3, но максимум его пропускания смещен приблизительно на 20 мм в длинноволновую сто-

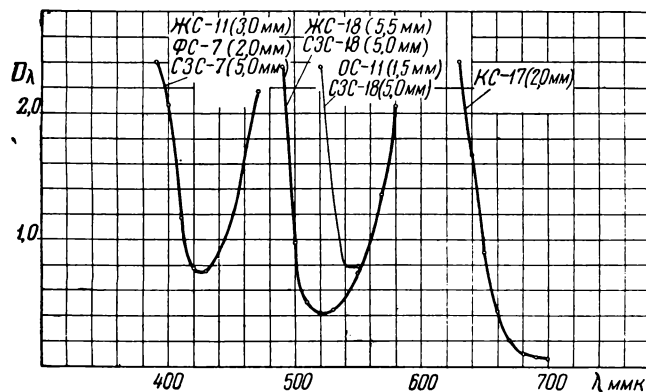


Рис. 3. Кривые поглощения светофильтров для вторичного цветоделения

Для этой цели мы воспользовались методикой сокращенных цветоделительных испытаний [6], отказавшись, однако, в соответствии со всем вышеизложенным от применения равномерных плотностей. Полученные зависимости как полезных, так и вредных эффективных плотностей от

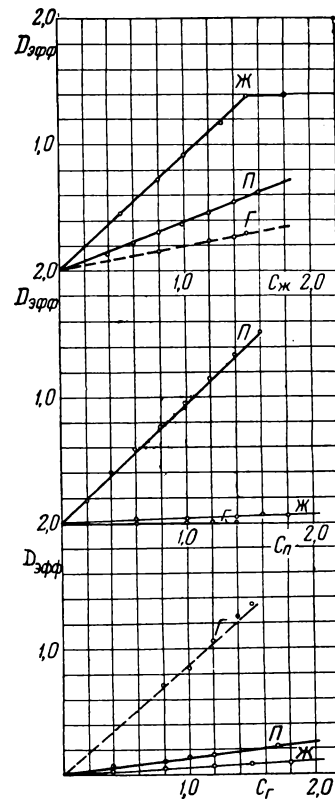


Рис. 4. Зависимость эффективной оптической плотности цветного поля в негативе, содержащего только один краситель, от его концентрации (эксперимент)

рону, в результате чего коэффициент z увеличивается более чем в полтора раза. В случае применения зональных дубльпозитивных пленок зеленый светофильтр заменяется желтым ЖС-18 (5,5 мм).

Для доказательства справедливости приведенного расчета была экспериментально определена зависимость между концентрацией красителя и эффективной плотностью содержащего этот краситель цветного поля для пленки МЗ в сочетании с синим, зеленым и красным светофильтрами табл. 3.

концентраций соответствующих красителей изображены на рис. 4. Для полезных эффективных плотностей эти зависимости вполне линейны в интервале $0 \leq c \leq 1,5$, и угловые коэффициенты всех прямых достаточно хорошо соответствуют определенным расчетным путем значениям коэффициента z . Таким образом, экспериментально полученные зависимости $D_{эфф}^н$ от $c_{кр}$ для различных светофильтров оказываются вполне соответствующими полученным теоретически.

Матрица цветоделительных испытаний для пленки «кинонегатив МЗ» и предлагаемых нами светофильтров имеет вид:

$$\delta_{\text{лн}} = \begin{pmatrix} 0,92 & 0,40 & 0,20 \\ 0,03 & 0,96 & 0,00 \\ 0,06 & 0,13 & 0,85 \end{pmatrix}.$$

Предлагаемый способ расчетного решения задачи вторичного цветоделения может применяться во всех случаях, когда соблюдается правило аддитивности спектрально-смешанных излучений. Оно может быть распространено и на первичное цветоделение с этой же оговоркой. В этом последнем случае, очевидно, значения монокроматических удельных коэффициентов поглощения k_{λ} должны браться для красителей синтеза данного цветного процесса.

Выводы

Предложено теоретическое решение задачи вторичного цветоделения для тех цветофотографических процессов, в которых требуется производить печать цветоделенных промежуточных изображений с многослойного негатива. Это решение позволяет по спектральным характеристикам применяемых фотоматериалов и светофильтров предсказать отклонения от правильного цветовоспроизведения.

Полученные на основании теоретического расчета данные находятся в хорошем согласии с экспериментально определенными цветоделительными характеристиками.

Предложен комплект стеклянных светофильтров для вторичного цветоделения, и установлено, что наилучшими фотоматериалами для этой цели являются дубльпозитив цветоделительный и комплект зо-

нальных дубльпозитивных пленок. Эти светофильтры в сочетании с пленкой дубльпозитив цветоделительный в настоящее время успешно используются на Ленинградской кинокопировальной фабрике.

Указано, что распространение предложенного решения на задачу первичного цветоделения, имеющего место в процессе фотографической съемки, возможно в том случае, если для применяемого многослойного негативного материала соблюдается правило аддитивности спектрально-смешанных излучений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нюберг Н. Д., Теоретические основы цветной репродукции, «Советская наука», 1947.
2. Клейн А., Цветная кинематография, Госкиноиздат, 1939.
3. Мертц К. Л., Цветная фотография, Госкиноиздат, 1949.
4. Артюшин Л. Ф., Техника кино и телевидения, 1957, № 6, стр. 22—31.
5. Артюшин Л. Ф., Техника кино и телевидения, 1958, № 2, стр. 13—21.
6. Семенова Н. Ф., Техника кино и телевидения, 1957, № 10, стр. 45—54.
7. Семенова Н. Ф., Техника кино и телевидения, 1958, № 4, стр. 52—57.
8. «Свойства фотографических материалов на прозрачной подложке. Сенситометрический справочник», под ред. Гороховского Ю. Н. и Гилева С. С., Гостехтеоредиздат, 1955.
9. Гороховский Ю. Н., Балабуха Д. К., Левенберг Т. М., Успехи научной фотографии, 1954, 2, стр. 97.
10. Мейкляр П. В., ЖТФ, 1944, 14, стр. 216.
11. Каталог цветного стекла, 106, Оборонгиз, 1951.
12. Гороховский Ю. Н., Балабуха Д. К., Пономаренко О. М., Успехи научной фотографии, 1954, 2, стр. 114.
13. Вифанский Ю. К., Гороховский Ю. Н., Конюшкова И. Н., Успехи научной фотографии, 1957, 5, стр. 129.

Ленинградская кинокопировальная фабрика

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ТРЕНИЯ ФИЛЬМА В ФИЛЬМОВОМ КАНАЛЕ НА ВЕЛИЧИНУ НЕУСТОЙЧИВОСТИ КАДРА

В статье рассматриваются вопросы влияния неравномерности трения фильма в фильмовом канале на величину неустойчивости кадра в кадровом окне проектора и даются рекомендации по уменьшению величины неустойчивости.

На величину неустойчивости изображения при проекции кинофильмов влияет целый комплекс погрешностей, зависящих от пленки и всей аппаратуры для производства и эксплуатации фильма.

Исследование показывает, что одной из основных причин, вызывающих неустойчивость кадра в проекторе, является неравномерность трения фильма в фильмовом канале.

Общие предпосылки

Известно, что для продления срока службы фильмокопии [1] желательно в фильмовом канале проектора по возможности уменьшить силу прижима фильма. Ограничением при этом является неустойчивость кадра в кадровом окне. Для обеспечения хорошего «стояния» кадра в кадровом окне следует в фильмовом канале создавать такую силу трения, при которой фильм резко бы прекращал движение по окончании перемещения его скачковым механизмом. Другими словами, максимальная сила инерции Q скачкообразно перемещающегося отрезка фильма должна быстро «гаситься» силой трения F в фильмовом канале, т. е.

$$F \geq Q.$$

Рассмотрим три случая в соотношении этих сил:

а) когда $F < Q$, из-за недостаточного торможения будет происходить некоторое проскальзывание фильма в фильмовом канале после перемещения его скачковым механизмом; при этом неустойчивость кадра будет увеличиваться с уменьшением силы трения F ;

б) когда $F > Q$, то с точки зрения уменьшения неустойчивости кадра этот случай является более приемлемым, чем предыдущий, хотя при значительном увеличении неустойчивость кадра несколько увеличивается за счет упругих деформаций перфорационных перемычек. Кроме того, увеличение силы

трения приводит к разрушению перфорационных перемычек, что недопустимо;

в) когда $F \simeq Q$, условия торможения оптимальны; при этом обеспечивается хорошее «стояние» кадра, износ же фильма будет значительно меньше, чем в предыдущем случае.

На практике используют третий случай соотношения сил. При этом сила трения легко определяется расчетным путем [2].

Количественная зависимость величины неустойчивости кадра от силы прижима фильма в фильмовом канале была определена экспериментально, с помощью специальной установки, собранной на проекторе КПТ-1.

Экспериментальная установка и методика измерений

Требуемая сила трения устанавливалась изменением силы прижима полозков к фильму. Измерение ее производилось с помощью лабораторных весов, одна чашка которых была заменена двухзубым грейфером. Погрешности измерений, произведенных таким способом, силы трения фильма в фильмовом канале не превышали 5—7%¹.

Измерение величины неустойчивости кадра в кадровом окне проектора производилось методом двойного пропускания светочувствительной пленки через проектор с за светкой ее прямым светом через специальную кашетку, установленную в кадровом окне между пленкой и источником света (лампа К-22), помещенным в фонаре проектора. Луч света от лампы, пройдя через работающий obtюратор, попадал на эмульсионный слой пленки. Для получения кратковременных импульсов света, засвечивающих пленку в момент ее «стояния», светопрозрачные секторы obtюратора были наполовину закрыты. В кашетке, вставленной в кадровое

¹ Тумановский Е. И., Исследование вопроса об устойчивости изображения на экране при проекции кинофильмов, Диссертация, Киев, 1955.

окно, было шесть прямоугольных отверстий, что давало возможность на одном отрезке пленки в 2—2,5 м производить шесть измерений; для этого отверстия кашетки поочередно закрывались масками, позволяющими пропускать свет только через вполне определенное отверстие. При измерениях использовалась мелкозернистая позитивная кинопленка ЗТ-6.

Чтобы исключить при измерениях влияние неустойчивости, создаваемой скачковым механизмом, были обеспечены идентичные условия при первичном и вторичном прогонах пленки через проектор: отрезок пленки в 2—2,5 м после первого прогона и экспонирования отматывался обратно и затем производились вторичный прогон и экспонирование пленки. Таким образом, при обоих прогонах пленки через проектор в одни и те же перфорационные отверстия входили одни и те же зубья скачкового барабана; следовательно, неустойчивость кадра за счет механизма прерывистого перемещения пленки была практически исключена.

После экспонирования и обработки пленки в местах засвечивания на ней получались темные прямоугольники. По линейному сдвигу между прямоугольниками первой и второй экспозиций покадрово замерялись погрешности в «стоянии» кадра при увеличении изображения на экране в 100 раз. Первые и последние 10—15 кадров при измерениях отбрасывались, так как получались в условиях разгона и остановки проектора. Точность измерений при этом не превышала ± 5 мк (соответственно на экране $\pm 0,5$ мм). Заметим, что все эти измерения можно было производить при сдвигах между изображениями прямоугольников на экране не менее 1 мм. При меньших сдвигах обнаружить их было трудно, хотя очевидно, что они должны существовать, так как абсолютно устойчивое изображение получить невозможно. Поэтому, не делая больших погрешностей, можно было принять в этих случаях величины смещения кадра в кадровом окне порядка $3 \div 5$ мк.

Измерения производились на 60—80 кадрах в двух направлениях — вертикальном и горизонтальном, затем результаты обрабатывались статистическим методом и определялась величина неустойчивости кадра в кадровом окне проектора за счет неравномерности трения фильма в фильмовом канале.

В качестве меры неустойчивости кадра была использована принятая на киностудии

ДЕФА [3] величина, равная удвоенному значению абсолютной величины среднего квадратического отклонения $b = 2|\sigma|$ ¹.

Результаты измерений и выводы

Прежде всего была экспериментально определена сила трения фильма в фильмовом канале, при которой величина неустойчивости кадра в кадровом окне была минимальной. Для этого величины сил трения при каждой паре прогонов пленки через проектор брались одинаковыми. Измерения были проведены для стальных и замшевых полозков при следующих силах натяжения фильма:

$$\frac{150}{150}; \frac{175}{175}; \frac{200}{200}; \frac{250}{250} \text{ г}$$

(числитель дроби указывает силу трения при первом прогоне и экспонировании, знаменатель — при повторном). Ввиду того что измерения дают лишь величину относительной неустойчивости кадра, т. е. в данном случае неустойчивость прямоугольников, полученных при первой экспозиции, по отношению к прямоугольникам, полученным при втором прогоне и экспонировании, изображение которых также неустойчиво, то фактическая неустойчивость будет складываться:

$$b_n = \sqrt{b_1^2 + b_2^2},$$

где b_n — полученная величина относительной неустойчивости; b_1 ; b_2 — фактическая величина неустойчивости кадра при первом и втором прогонах пленки через проектор.

Полагая $b_1 = b_2 = b$, получим, что фактическая величина неустойчивости может быть найдена из выражения:

$$b = \frac{b_n}{\sqrt{2}} \simeq 0,71 \cdot b_n.$$

Результаты измерений приведены в табл. 1.

Оптимальной силой трения фильма в фильмовом канале было выбрано 200 г; были произведены измерения величины неустойчивости кадра для других сил трения по отношению к оптимальной. Первая экспозиция во всех последующих измерениях производилась при прогоне пленки через проектор с силой натяжения ее в фильмовом канале в 200 г, вторая — при силах трения в 100, 150, 175, 200, 250, 400 г. В этом слу-

¹ При определении наиболее вероятных максимальных значений сдвига между прямоугольниками следует указанную величину утраивать.

Таблица 1

Материал полозков	Сила трения фильма в фильмовом канале, г	Величина неустойчивости кадра, мк	
		1-е измерение	2-е измерение
Сталь	150	140	148
	175	15	15
	200	~3	~3
	250	~3	~3
Замша	150	270	295
	175	20	20
	200	~3	~3
	250	~3	~3

чае фактическая неустойчивость определялась из формулы:

$$b_z = \sqrt{b_n^2 - b_0^2},$$

где b_0 — величина неустойчивости кадра при силе трения в 200 г ($b_0 \approx 3$ мк).

Таким способом была найдена зависимость величины неустойчивости кадра от величины силы трения фильма в фильмовом канале при различных материалах полозков, а также определено влияние количества прогонов фильма на величину неустойчивости.

Рассмотрим результаты этих исследований.

На рис. 1 показана кривая зависимости величины вертикальной неустойчивости кад-

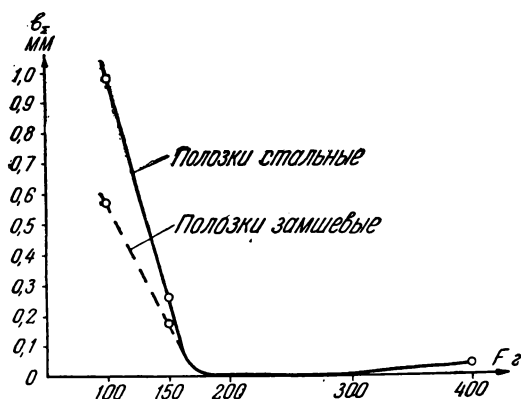


Рис. 1

ра от силы трения фильма в фильмовом канале при применении стальных и замшевых полозков. Характер полученной зависимости уже объяснен выше. К этому следует доба-

вить, что для обеспечения хорошего «стояния» кадра в кадровом окне большое значение имеет равномерный прижим фильма в фильмовом канале. В противном случае

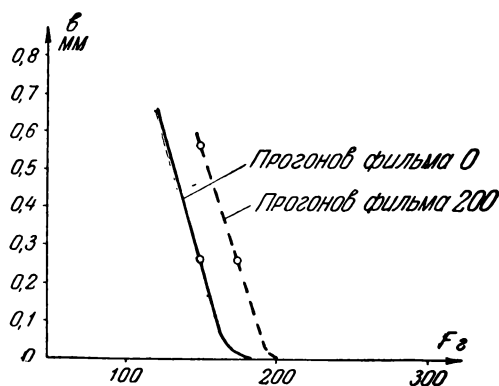


Рис. 2

трение фильма происходит не по всей поверхности перфорационных дорожек, а лишь небольшими участками. В результате этого наблюдаются возрастание удельного давления на пленку и быстрое образование нагара, что увеличивает силу трения, и последнее становится неравномерным. Эти факторы приводят к плохому «стоянию» кадра и ускоренному износу фильмокопии. «Мягкие» материалы полозков дают более равномерный прижим фильма, чем сталь, на них не образуется нагара, поэтому целесообразно изготавливать полозки из «мягких» материалов (дерево, пластмасса, плексиглас и др.).

Влияние количества прогонов фильма через проектор на величину вертикальной неустойчивости кадра показано на рис. 2. По характеру кривых (см. рис. 2) можно заключить, что условия трения при этом не изменяются и сила трения в 200 г является оптимальной. Некоторое возрастание величины неустойчивости кадра при уменьшении силы трения фильма в фильмовом канале можно объяснить наличием небольших повреждений перфорационных перемычек и остаточной деформацией материала последних. Следует заметить, что количество прогонов фильма не оказывает существенного влияния на увеличение неустойчивости кадра при оптимальной силе трения лишь в том случае, если перфорационные перемычки не имеют существенных повреждений. В противном же случае неустойчивость кадра резко возрастает.

При проекции фильмов фильмовый канал и находящийся в нем участок фильма на-

греты. Известно, что при нагревании фильма от 20 до 70° коэффициент трения его уменьшается примерно на 10—15% [4], что следует учитывать при регулировке силы трения фильма в фильмовом канале.

Измерения горизонтальной неустойчивости кадра показали, что наличие специальных пружинящих устройств в фильмовых каналах для устранения «боковых» качаний кадра весьма эффективно сказываются на «стоянии» кадра: величина неустойчивости уменьшается с 20 мк до 3÷5 мк.

Основные выводы

1. При установленной оптимальной силе трения фильма в фильмовом канале проектора (в табл. 2 даны величины оптимальной силы трения) и при наличии устройств для устранения боковых качаний кадра в кадровом окне величина неустойчивости кадра в вертикальном и горизонтальном направлениях за счет трения фильма в фильмовом канале не превышает 3÷5 мк.

Таблица 2

Тип проектора	Длина прерывисто движущегося отрезка фильма, см	Оптимальная сила трения, г
КПТ-1	18÷19	220÷230
СКП-26	15÷16	190÷200
К-303М; КПСМ	13÷14	150÷160
ПП-16-1	13÷15	50÷60

2. Уменьшение силы натяжения фильма в фильмовом канале на 10—15% по отношению к оптимальной приводит к резкому увеличению вертикальной неустойчивости кадра; увеличение же силы натяжения свыше 250—300 г, хотя и ведет к незначительному увеличению неустойчивости кадра, однако влечет за собой повышенный износ копии.

3. В результате экспериментальной проверки установлено, что величина горизонтальной неустойчивости кадра за счет трения фильма в фильмовом канале не меняется при изменениях силы трения от 100 до 400 г.

4. Количество прогонов фильма через проектор до 200—300 раз не сказывается существенно на изменении величины неустойчивости кадра при оптимальной силе натяжения фильма в фильмовом канале лишь в том случае, если перфорационные перемычки не имеют существенных повреждений.

Изношенный фильм создает большую величину неустойчивости кадра вследствие порчи перфорационных перемычек. Увеличение силы трения в этих случаях не приводит к уменьшению неустойчивости кадра.

5. Образование нагара в фильмовом канале приводит к неравномерному трению, и сила трения возрастает в 2—3 раза. В результате этого увеличивается неустойчивость кадра и ускоряется износ фильмокопии.

Целесообразно применять в качестве ползков фильмового канала «мягкие» материалы (дерево, пластмасса, плексиглас и т. д.), ибо получающееся при этом более равномерное трение фильма по всей трущейся поверхности дорожек приводит к меньшему «истиранию» фильма и лучшему «стоянию» кадра. Указанные материалы на своей поверхности почти не дают нагара фильма, что является весьма существенным фактором не только с точки зрения уменьшения неустойчивости кадра, но и для сохранения срока службы фильмокопии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голдовский Е. М., Проблемы кинопроекции, «Искусство», 1955.
2. Проворнов С. М., Кинопроекционная аппаратура, «Искусство», 1954.
3. Frielinghaus K., Beurteilung und Bewertung des Bildstandes, Bild und Ton, 1953, № 4.
4. Frielinghaus K., Die Reibung des Filmes im Filmkanal von Kinogeräten, Bild und Ton, 1953, № 1.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТОВЫХ СТЕКОЛ В ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ КОПИРАППАРАТОВ ДЛЯ ПЕЧАТИ КИНОФИЛЬМОВ

Рассматривается вопрос об изменении освещенности в световом кружке, образованном осветительной системой с матовым стеклом.

Приведены экспериментальные данные по светотехническим параметрам матовых стекол, освещенных конечным пучком света.

Введение

Рассеивающие стекла, в частности матовые, широко применяются в осветительных системах для фото- и кинопечати.

В осветительных устройствах современных копировальных аппаратов для печати фильмокопий рассеивающие стекла устанавливаются для устранения неравномерности освещения, возникающей вследствие неравномерного излучения, создающегося лампами накаливания. Подробно это явление рассмотрено в отдельной работе [1].

Имеющиеся исследования по рассеивающим стеклам посвящены вопросам выяснения их светотехнических свойств, связанных с физическим строением среды, создающей рассеяние света, поэтому эти работы касаются случая освещения элементарной площадки ds рассеивающего стекла элементарным пучком света $d\omega$ [2]. Для этого случая дана классификация рассеивающих стекол по их светотехническим параметрам — рассеивающая способность (индикатрисы яркости), коэффициент пропускания и коэффициент отражения [2]. Для определения зависимости параметров осветительной системы (конструкция системы, освещенность в световом кружке) от светотехнических параметров того или другого рассеивающего стекла необходимо рассмотреть образование яркости его конечной площадки, освещенной конечным пучком света. Этот вопрос мало изучен. Однако он имеет большое практическое значение для разработки осветительных систем с рассеивающими стеклами. Частично этот вопрос рассматривается в работах Тэттла и Ионга [3], а также Кунца и Гольдберга [4], в которых приведен ряд конструкций осветительных систем с рассеивающими стеклами. Матовые стекла образуют, как известно, полурассеянный свет со значительной направленной составляющей. Вследствие этого невозможно

или очень сложно найти строгое аналитическое определение для выражения количества света, прошедшего через конечную площадку такого стекла, а также для выражения ее индикатрисы яркости.

В статье сделана попытка осветить этот вопрос, а также определить зависимость освещенности в световом кружке от рассеивающей способности матового стекла, установленного в осветительной системе с конечным апертурным углом.

Изменение освещенности в световом кружке при введении в осветительную систему матового стекла

Выделим в пучке света, освещающем площадку ds матового стекла, элементарные пучки $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_n$. Направление и яркость прошедших пучков изменяются, как показано примерными индикатрисами $1', 2', 3' \dots n'$ (рис. 1).

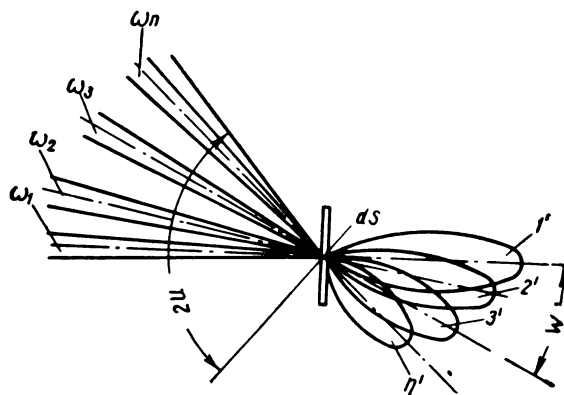


Рис. 1

Общая яркость площадки ds по нормали будет равна:

$$B_0 = \sum_{i=1'}^{i=n'} B_{in}, \quad (1)$$

где B_{in} — яркость площадки ds по нормали от элементарного пучка света, находящегося в пределах телесного угла, заданного апертурным углом U .

Аналогичную зависимость можно написать для яркости под углом W :

$$B_{\omega} = \sum_{i=1}^{i=n} B_{in\omega}, \quad (2)$$

где $B_{in\omega}$ — яркость ds под углом W от нормали, создающаяся элементарным пучком света. Индикатриса яркости ds образуется суммированием индикатрис яркости элементарных пучков света в пределах угла $2U$. В данном случае наряду с увеличением яркости площадки по нормали происходит также увеличение ее яркости по углу рассеяния. При освещении конечной площадки матового стекла яркость последнего по нормали и по углу поля зрения будет образовываться суммированием индикатрис яркости ds в пределах данной конечной площадки. Рассмотрим экспериментально эти зависимости.

Освещенность на оси светового кружка

Яркость матового стекла по нормали как функция апертурного угла U (зависимость 1) может быть выражена кривой изменения относительной прозрачности.

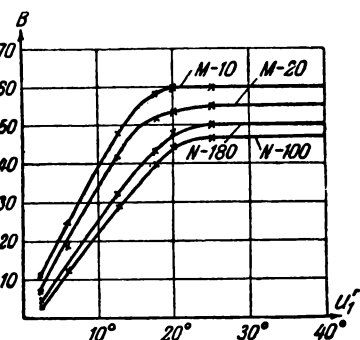
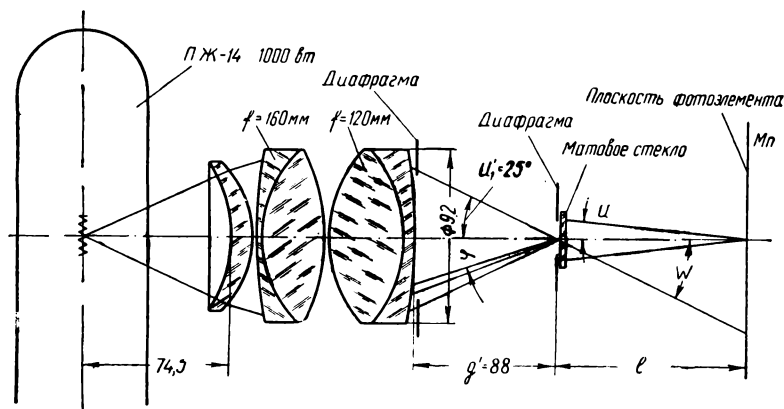


Рис. 3

Как видно, она увеличивается в пределах изменения угла U'_1 от 0 до 20° . Дальнейшее изменение угла уже мало сказывается на значении яркости по нормали.

Это явление связано с незначительной рассеивающей способностью матовых стекол, а также с тем, что яркость площадки по нормали от наклонных элементарных пучков света уменьшается по мере увеличения угла φ (2). Так как светящаяся площадка матового стекла имеет неравномерную яркость, то очевидно, что

Для выяснения этой зависимости на оптической скамье была собрана осветительная система с диафрагмой, установленной у выходного отверстия конденсора, изображавшего площадку тела накала лампы в плоскости матового стекла. Его светящаяся площадка ограничивалась диафраг-

ее эффективная прозрачность по нормали будет также меняться в зависимости от

¹ Применяемые в нашей кинотехнической практике матовые стекла изготавливаются шлифовкой поверхности стекла тонкоизмельченным корундом. Приведенные обозначения матовых стекол соответствуют классификации корунда по размеру частиц.

значений апертурного угла системы в пространстве печатного окна.

Для выяснения этой зависимости в осветительной системе наряду с изменением диаметра диафрагмы у конденсора также

при 5 диаметрах диафрагмы — $\phi_1 6,2$; $\phi_5 8,1$; $\phi_{13} 11,3$; $\phi_{15} 15,8$ и $\phi_{20} 22$ мм¹.

Кривые показывают, что при углах $U'_1 = 17,5 - 22,5^\circ$ эффективная прозрачность по нормали зависит практически только

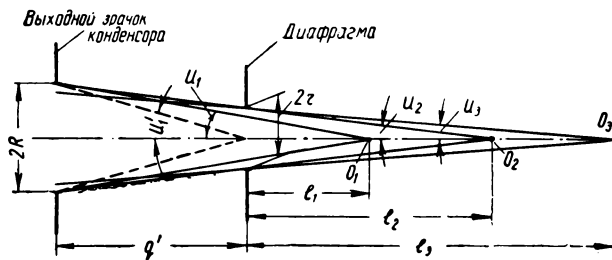
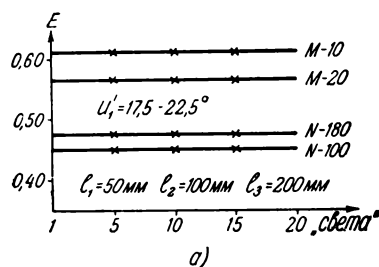


Рис. 5

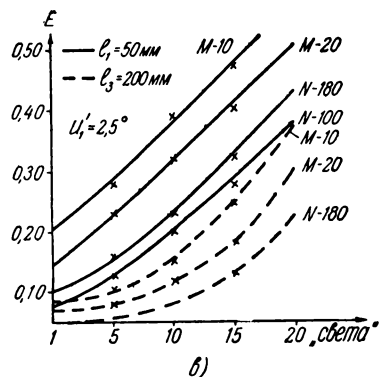
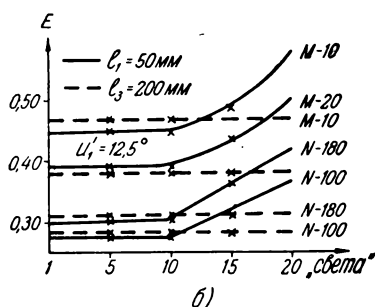


Рис. 4

изменялись диаметр диафрагмы у матового стекла и расстояние l до освещаемой площадки (см. рис. 2).

Результаты исследования такого варианта приведены на рис. 4. Здесь даны кривые изменения эффективной прозрачности по нормали для трех положений плоскости измерения — $l_1 = 50$, $l_2 = 100$ и $l_3 = 200$ мм

от типа матового стекла и апертурного угла U'_1 конденсора (рис. 4, а). При $U'_1 = 12,5^\circ$ данная зависимость сохраняется для $l_2 = 100$ и $l_3 = 200$ мм, а при $l = 50$ мм она наблюдается для диаметров диафрагмы $\phi_1 6,2 - \phi_{10} 11,3$ мм. При диаметрах диафрагмы $\phi_{19} 15,8 - \phi_{50} 22$ мм эффективная прозрачность больше (рис. 4, б). При $U'_1 = 2,5^\circ$ наблюдается увеличение эффективной прозрачности с увеличением расстояния l (рис. 4, в).

Для выяснения изложенных явлений рассмотрим подробнее образование эффективной прозрачности по нормали конечной светящейся площадки матового стекла. Удалив из осветительной системы матовое стекло, получим, что освещенность в точках O_1 , O_2 и O_3 будет определяться яркостью источника света и апертурными углами U_1 , U_2 и U_3 (рис. 5).

$$E_{O_1} = \pi \tau B_{\pi} \sin^2 U_1;$$

$$E_{O_2} = \pi \tau B_{\pi} \sin^2 U_2;$$

$$E_{O_3} = \pi \tau B_{\pi} \sin^2 U_3. \quad (3)$$

Угол U_1 задается выходным отверстием конденсора, а лучи света проходят только через часть заданного отверстия диафрагмы. Угол U_2 также задается выходным отверстием конденсора, и лучи света проходят через всю диафрагму. Угол U_3 задается диаметром диафрагмы, а лучи света, освещающего точку O_3 , выходят из части выходного отверстия конденсора. Таким

¹ Эти диаметры диафрагмы соответствуют 1, 5, 10, 15 и 20-му „светам“ субтрактивного паспорта, применяющегося для изменения освещенности в копиях аппаратов для печати цветных фильмов.

образом, апертурный угол U светового пучка, освещающего данную точку на оси, зависит от расстояния l , апертурного угла U'_1 и расстояния q' . Из рассмотрения рис. 5 следует:

$$r = \frac{lq' \operatorname{tg} U'_1}{q' + l}. \quad (4)$$

Отношение освещенности точки O_n на оси к освещенности точки O_{n+1} будет равно:

$$\frac{E_{on}}{E_{on+1}} = \frac{\sin^2 U_n}{\sin^2 U_{n+1}}.$$

В пределах угла $U = 15^\circ$ ¹ можно написать $\sin u \approx \operatorname{tg} U$, тогда получим:

$$\frac{E_{on}}{E_{on+1}} = \frac{r_n^2}{r_{n+1}^2}, \quad (5)$$

т. е. освещенность в точке на оси изменяется пропорционально площади диафрагмы. В данном случае мы пренебрегаем структурой тела накала лампы и считаем, что в плоскости диафрагмы имеется равномерная освещенность.

При установке у диафрагмы матового стекла освещенность в заданных точках на оси будет зависеть от того, как рассеянный поток, образованный светящейся площадкой, изменит зависимость (5).

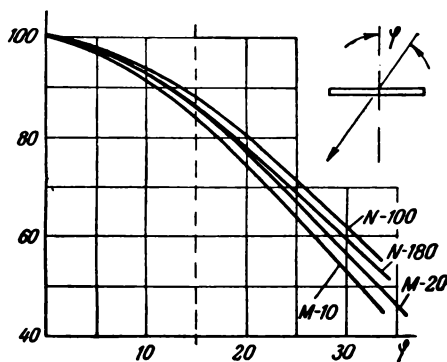


Рис. 6

На рис. 6 показаны полученные нами кривые изменения яркости площадки ds рассматриваемых в работе матовых стекол по оси действия наклонных элементарных пучков света, в зависимости от угла падения φ . С достаточной для практики точностью

можно считать, что в пределах угла $U \leq 15^\circ$ прошедшие через площадку ds любого матового стекла элементарные пучки света имеют одинаковую яркость. Исходя из этого, можно также считать, что в пределах угла $U = 15^\circ$ любая площадка ds матового стекла в кружке диафрагмы будет иметь по направлению элементарных пучков света приблизительно одинаковую яркость.

$$B_{ds_0} \approx B_{ds_1} \approx B_{ds_2} \approx B_{ds_3} \dots \approx B_{ds_n}.$$

Таким образом, в пределах угла $U = 15^\circ$ освещенность в точках на оси, созданная осветительной системой с матовым стеклом, будет также изменяться пропорционально площади диафрагмы:

$$\frac{E'_{on}}{E'_{on+1}} = \frac{r_n^2}{r_{n+1}^2}. \quad (6)$$

С учетом равенства (5) можно написать:

$$\frac{E_{on}}{E_{on+1}} = \frac{E'_{on}}{E'_{on+1}}.$$

Отсюда получим:

$$\frac{E'_{on}}{E_{on}} = \frac{E'_{on+1}}{E_{on+1}} = \tau_{\text{м.ст.}}, \quad (7)$$

где $\tau_{\text{м.ст.}}$ — коэффициент эффективной прозрачности матового стекла по нормали.

Из изложенного видно, что постоянное значение коэффициента эффективной прозрачности площадки матового стекла, ограниченной диафрагмой, распространяется на ряд ее диаметров, изменение которых вызывает изменение освещенности на оси согласно формуле (6). Формула (4) показывает, что с уменьшением угла U'_1 светового пучка, освещающего матовое стекло, и с уменьшением расстояний l и q' уменьшается также максимальный диаметр диафрагмы, в пределах которого освещенность точек на оси определяется формулой (6), а также в пределах которого сохраняется постоянное значение $\tau_{\text{м.ст.}}$. На основе этих выводов рассмотрим экспериментальные кривые на рис. 4. Подставив в формулу (4) значения $\operatorname{tg} U'_1$, q' и l^1 , получим ряд максимальных диаметров диафрагмы (табл. 1), в пределах которых опыт должен был доказать сохранение постоянной величины коэффициента эффективной прозрачности матовых стекол по нормали.

¹ Приведены на рис. 2 и 4.

¹ В осветительных системах для копираппаратов апертурный угол U в пространстве печатного окна находится в пределах $4-12^\circ$.

Таблица 1

U'_1	$l_1 = 50 \text{ мм}$		$l_2 = 100 \text{ мм}$		$l_3 = 200 \text{ мм}$	
	расчет по формуле (4)	данные опыта (рис. 4)	расчет по формуле (4)	данные опыта (рис. 4)	расчет по формуле (4)	данные опыта (рис. 4)
$2,5^\circ$	2,8	—	4,1	—	5,3	—
6°	6,7	—	9,95	6,2—8,1	13	6,2—11,3
$12,5^\circ$	14,2	6,2—11,3	20,8	6,2—22	27,2	6,2—22
$17,5^\circ$	20,2	6,2—15,8	29,7	6,2—22	39	6,2—22
$22,5^\circ$	26,5	6,2—22	38,1	6,2—22	50	6,2—22

Сравнение данных подсчета с экспериментальными данными показывает хорошее совпадение последних с изложенными выше соображениями. Образование эффективной прозрачности матового стекла усложняется для случаев, когда диаметр освещенной диафрагмы в конкретной осветительной системе больше диаметра, заданного формулой (4).

В данном случае освещенность точки на оси создается светом, проходящим через часть отверстия, диаметр которой определяется формулой (4), а также рассеянным светом от части отверстия за пределами этого диаметра (рис. 7), и

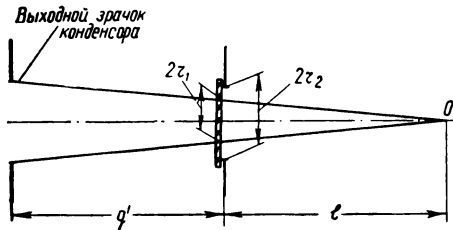


Рис. 7

поэтому эффективная прозрачность складывается здесь из τ_1 , заданной формулы (7) и коэффициента τ_2 , который зависит от количества рассеянного света, созданного для данной точки площадью части диафрагмы ($r_2 - r_1$). Как не трудно представить, в пределах рассеивающей способности матового стекла эффективная прозрачность

будет увеличиваться с увеличением радиуса r_2 . Эту особенность и выражает ряд кривых на рис. 4, а именно:

При $U'_1 = 2,5^\circ$ — для всех трех значений l . При $U'_1 = 12,5^\circ$ — для $l_1 = 50 \text{ мм}$ в пределах 15—20-го „светов“.

Относительное уменьшение коэффициента эффективной прозрачности с удалением освещаемой точки от матового стекла для случаев, отступающих от формулы (4), объясняется тем, что пучок света приближается к элементарному значению.

Изложенное показывает, что при определенных параметрах осветительной системы введение матового стекла не нарушает функциональной зависимости освещенности на оси системы от апертурного угла, а создающуюся потерю света можно учесть постоянным коэффициентом для данного типа матового стекла и апертурного угла U'_1 в пространстве освещения матового стекла. Освещенность точки на оси может быть выражена формулой [5]:

$$E_0 = \pi \tau_{\text{м. ст.}} B_{\text{л}} \sin^2 U',$$

где $\tau_{\text{м. ст.}}$ — коэффициент прозрачности матового стекла, который, как показали исследования, достигает максимального значения при $U'_1 22,5^\circ$. Для различных матовых стекол коэффициент $\tau_{\text{м. ст.}}$ имеет следующие максимальные значения:

Таблица 2

Тип матового стекла	$\tau_{\text{м. ст.}}$
М-10	0,62
М-20	0,56
Н-180	0,47
Н-100	0,44

Изменение освещенности по площади светового кружка

Экспериментальное исследование зависимости (2) было осуществлено на установке, примененной для определения эффективной прозрачности по оси. Физическая рассеивающая способность исследуемых матовых стекол была определена на установке, в которой был создан параллельный пучок

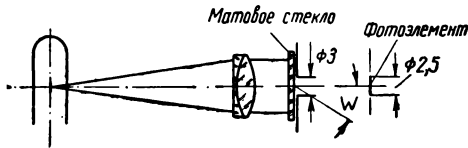


Рис. 8

света, освещавшего площадку $\phi 3$ матового стекла (рис. 8). На установке измерялось изменение относительной освещенности в зависимости от угла зрения W . Для

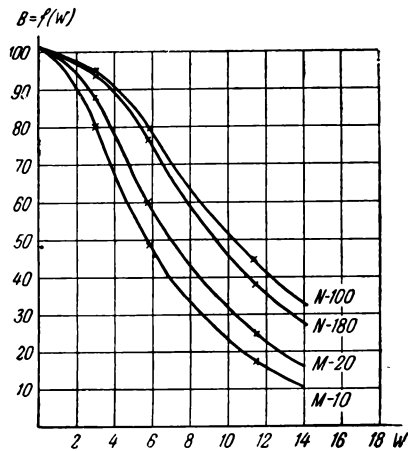


Рис. 9

перехода от значений освещенности к яркости наклонных пучков была использована формула [5]

$$\frac{EW}{E_0} = \frac{BW}{B_0} \cos^4 W.$$

В рассматриваемом случае $E_0 = B_0 = 100$, тогда

$$B_W = \frac{E_W}{\cos^4 W}.$$

По данным измерений были построены индикатрисы яркости для ряда матовых стекол (рис. 9). С увеличением угла U'_1

увеличивается также яркость наклонных пучков света и происходит процесс сближения индикатрис яркости для матовых

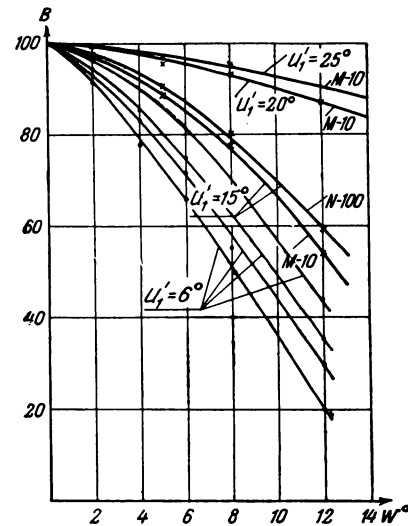


Рис. 10

стекло с различной рассеивающей способностью (рис. 10). При углах $U'_1 = 20-25^\circ$ индикатрисы яркости почти сливаются (рис. 11). Как видно из этого рисунка, при изменении угла U'_1 с 15 до 20° яркость по полю зрения в пределах угла $W = 12^\circ$ увеличилась максимум в 1,45 раза, а в пределах угла с 20 до 25° — в 1,035 раза. Таким образом, можно считать, что достигнутое увеличение яркости по полю зрения в пределах угла $W = 12-14^\circ$ в зависимости от апертурного угла U'_1 является практически предельным. Слияние индикатрис яркости различных матовых стекол при $U'_1 = 20-25^\circ$ объясняется значительным влиянием направленных пучков света, а также тем, что в пределах данного значения угла W , как видно из рис. 6, матовые стекла создают почти одинаковое относительное падение яркости.

Так как в пучке света, рассеянном матовым стеклом, имеется значительная направленная составляющая, то индикатриса яркости при конечной площадке зависит также от ее размера и от оптических компонент, отклоняющих направление пучка света, упавшего на матовое стекло. Рассмотрим это явление. При удалении из осветительной системы матового стекла (рис. 11) мы получим, что изменение освещенности

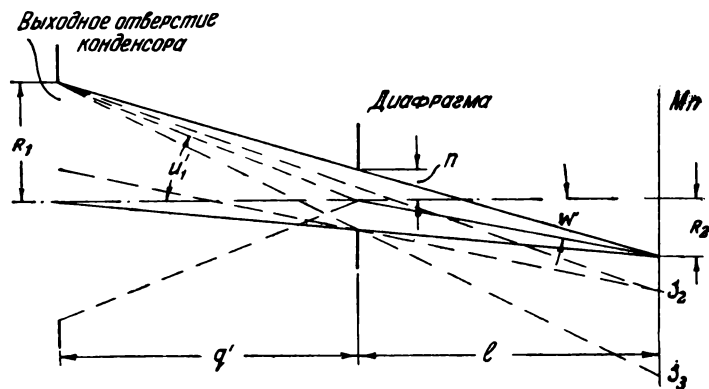


Рис. 11

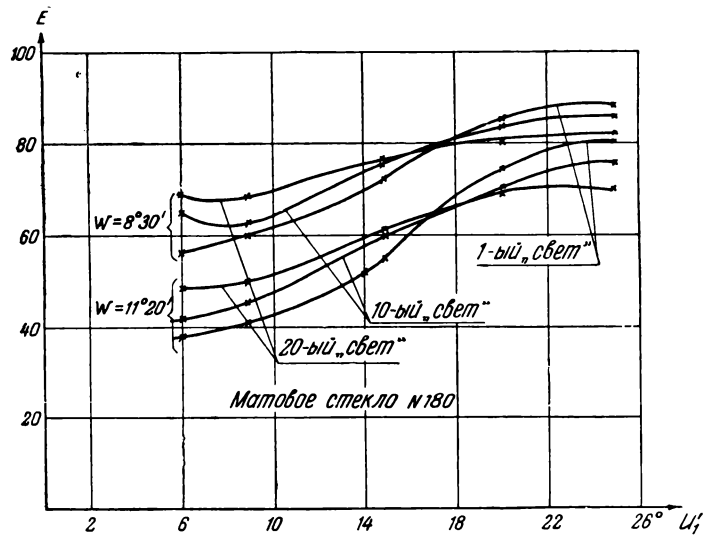


Рис. 12

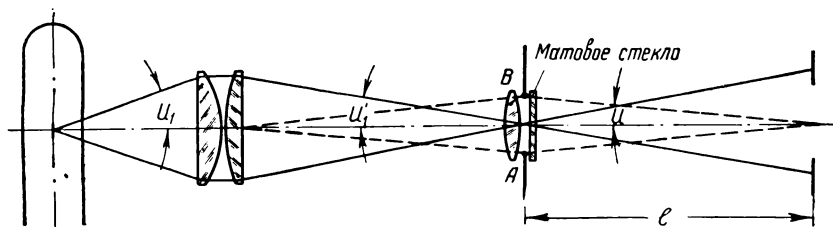


Рис. 13

щенности по плоскости M_n будет зависеть от распределения световых пучков, прошедших через диафрагму. В пределах светового кружка с радиусом R_2 освещенность будет изменяться пропорционально $B_0 \cos^4 w$. За пределами этого кружка освещенность будет быстро убывать — в освещении точ-

ки S_2 будет участвовать пучок света, проходящий через часть диафрагмы, а точка S_3 будет освещаться одним лучом. Радиус R_2 можно определить из следующего выражения:

$$R_2 = \frac{R_1 l - r(q' + l)}{q'} = l \operatorname{tg} U'_1 - \frac{r(q' + l)}{q'}. \quad (8)$$

Из данного выражения видно, что при

$$l \operatorname{tg} U'_1 > \frac{r(q' + l)}{q'}$$

и заданном l значение R_2 увеличивается с увеличением угла U'_1 и уменьшается с увеличением диаметра диафрагмы. Наоборот, при

$$\frac{r(q' + l)}{q'} > l \operatorname{tg} U'_1$$

R_2 возрастает с увеличением диафрагмы. Эта зависимость, как показали исследования, сохраняется при установке у диафрагмы осветительной системы матового стекла.

На рис. 12 показаны кривые изменения относительной освещенности в двух точках на плоскости M_n , заданных значением угла W , в зависимости от угла U'_1 . Как видно, при значительном угле U'_1 равномерность освещения увеличивается с уменьшением диаметра диафрагмы. С уменьшением угла U'_1 происходит обратный процесс — равномерность освещения улучшается с увеличением диаметра диафрагмы. Явление несколько изменяется при введении в осветительную систему с матовым стеклом объектива, фокусное расстояние которого рассчитано с учетом изображения выходного отверстия конденсора в плоскости печатного окна (рис. 13). В данном случае увеличивается равномерность освещения и в пределах угла $W = 14^\circ$ при диаметрах диафрагмы $\phi_1 6,2 - \phi_{20} 22$ мм она практически не зависит от размера светящейся площадки матового стекла. Кроме того, как показывают полученные кривые, равномерность освещения улучшается для случая установки у диафрагмы рассеивающего стекла, отличающегося значительным направленным пропусканием (матовое стекло М-20).

Выводы

1. Введение в осветительную систему матового стекла вызывает не только уменьшение освещенности, а также увеличение падения освещенности по площади печатного окна. Последнее связано с незначи-

тельной рассеивающей способностью матовых стекол.

2. Эффективная прозрачность матовых стекол достигает максимального значения при апертурном угле светового пучка в пространстве их освещения порядка $20 - 22^\circ$.

3. Исследование показало, что при определенных параметрах осветительной системы введение матового стекла не нарушает функциональной зависимости освещенности на оси системы от апертурного угла, а создающуюся потерю света можно учесть постоянным коэффициентом для данного типа матового стекла и апертурного угла U'_1 в пространстве его освещения.

4. При увеличении апертурного угла светового пучка в пространстве освещения матового стекла изменяется также его индикатриса яркости, приближаясь в пределах угла $W = 0 - 12^\circ$ к прямолинейной зависимости. Увеличение яркости по углу поля зрения наблюдается в пределах апертурного угла $U'_1 = 0 - 25^\circ$.

5. Установка объектива у матового стекла способствует увеличению равномерности освещения печатного окна и дает возможность увеличить апертурный угол в пространстве печатного окна для увеличения его освещенности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шамштейн М., Влияние структуры тела накала лампы на равномерность освещения печатного окна, Техника кино и телевидения, февраль, 1957.
- 2а. Schönborn Н. Светотехнические стекла. Handbuch der Lichttechnik von R. Sewig, Berlin, 1938.
- 2б. Горбачев Н. и Ратнер Е., Световые свойства матовых стекол, Светотехника, № 9, 1937.
- 2в. Белкин Л., Электрические приборы ближнего действия, Гостехиздат, 1945, 137—161.
- 2г. Гершун А., Избранные труды по фотометрии, М., 1958.
3. Tuttle C. and Young D., Освещение при проекционной печати, JSMPE, v. XIX, 1932.
4. Kunz C., Goldberg E. and Ivens C., Осветительные системы для копировальных аппаратов, Kodak research laboratories, v. 29, 1944.
5. Тудоровский А., Теория оптических приборов, Общая часть, Изд-во АН СССР, 1948.

Всесоюзный научно-исследовательский
кинофотоинститут

М. Б. БЕРЕНБОЙМ

ЕЩЕ О ЕДИНОЙ ТЕХНОЛОГИИ МАГНИТНОЙ ЗВУКОЗАПИСИ КИНОФИЛЬМОВ

Статьей М. Высоцкого, опубликованной в № 3 журнала «Техника кино и телевидения», начато обсуждение очень важного вопроса единой технологии магнитной звукозаписи на киностудиях Советского Союза. Нельзя признать нормальным существующее положение, когда каждая студия разрабатывает свою технологию. Давно назрела необходимость создать единую технологию магнитной звукозаписи для всех киностудий нашей страны.

В своей статье М. Высоцкий утверждает, что рабочая фонограмма не влияет на результирующее качество звукозаписи кинофильмов. Однако практика работы с «прямым позитивом» на киностудии «Азербайджан-фильм» показала, что косвенное влияние здесь все же имеется. Дело в том, что динамический диапазон прямого позитива, особенно после многократного прослушивания, значительно меньше динамического диапазона магнитной фонограммы. Зашумленность прямого позитива иногда приводит к тому, что в процессе монтажа фонограммы к перезаписи слабые звуки пропадают, а обнаруживается это только в смонтированной первичной магнитной фонограмме. Применение и монтаж магнитной рабочей копии устраняет возможность появления подобных ошибок.

Следует дать более правильное определение «сквозного» магнитного процесса звукозаписи. По нашему мнению, его можно назвать «сквозным» только тогда, когда оптическая фонограмма полностью исключена из процесса звукозаписи до самого окончательного этапа — тиражирования необходимого количества негативов с магнитного оригинала перезаписи.

Далее высказываются соображения о том, что «слепой монтаж» магнитной фонограммы неприменим для крупных киностудий. Это непонятно. Сроки монтажно-тонировочного периода, на которые ссылается автор, какими бы сжатыми они ни были, одинаковы для всех киностудий; количество монтажниц, работающих в этот период в съемочной группе, тоже везде примерно

одинаково. Конечно, в период освоения нового метода почти неизбежно некоторое удлинение сроков монтажа, как и всегда при введении нового процесса. Сказывается привычка, выработанная многолетней работой с фотографической фонограммой. Заслуга работников Рижской киностудии не только в том, что они предложили метод «слепого монтажа», а в том, что они довели освоение этого метода в производстве до конца и наглядно доказали его жизнеспособность, экономичность и универсальность. Нельзя не отметить большую работу, проведенную работниками Рижской киностудии по освоению новой технологии и созданию новых аппаратов и приставок к существующим заводским устройствам для записи и воспроизведения звука.

Преимуществом нового метода является разгрузка проявочной машины и большая оперативность в работе. Съемочная группа получает магнитную рабочую фонограмму несколько раньше, поскольку отпадает необходимость в лабораторной обработке.

Заслуживает внимания и экономический эффект. По данным технологической записи Рижской киностудии получается, что принятый ею метод более экономичен, чем метод киностудии «Мосфильм».

Одна из важнейших задач, которые выдвигает М. Высоцкий на ближайшее будущее, — введение магнитной фонограммы в фильмокопии 35-мм обычных и 16-мм фильмов. С этим нельзя не согласиться, так как при этом резко повысится качество звучания массовых фильмокопий. Более того, данное мероприятие привело бы к тому, что перезапись звука на фотографическую пленку полностью бы отпала.

В недалеком будущем большинство киностудий освоит производство широкоэкранных стереофонических фильмов, возрастет и число этих фильмов, а также панорамных и фильмов на широкоформатной пленке. Для них метод «прямого позитива» совсем непригоден. Следует признать, что метод «прямого позитива» уже сыграл свою положительную роль и теперь он может стать

только тормозом в дальнейшем развитии звукозаписи и монтажа фильмов. Близко время, когда аппараты фотографической записи звука отойдут в прошлое, уступив место более совершенному виду записи на магнитной пленке.

Метод «слепого монтажа» рабочей магнитной фонограммы более прогрессивен, чем метод «прямого позитива».

Следует остановиться и на том, каковы должны быть размеры ферромагнитного звуконосителя. Предложение М. Высоцкого о записи на 17,5-мм ферромагнитную пленку безусловно заслуживает внимания, и если будет доказано, что эта пленка не ухудшает качества звучания, то, конечно, в производстве обычных фильмов нужно перейти на работу с этой пленкой.

Важным является также предложение об использовании для черновых фонограмм и хроникальных записей 6,35-мм ферромагнитной ленты с принудительной синхронизацией и последующей перезаписью на перфорированную пленку для монтажа и перезаписи. Для черновых фонограмм не нужно делать рабочие копии. Можно сразу же монтировать первичную фонограмму после перезаписи ее с узкой 6,35-мм ферромагнитной ленты на широкую 35- или 17,5-мм.

Так же следует поступать и с фонограммами записи проб актеров.

В проекте единой технологии магнитной записи рекомендуется при дубляже и озвучании параллельно с записью на кольцо записывать все дубли и на 6,35-мм магнитную ленту. Это уже излишняя страховка. Вполне достаточно переписать его на узкую ленту после того, как очередной кусок записан на кольцо. Особенно это касается дубляжного процесса.

Недавно на студии «Азербайджан-фильм» состоялось собрание работников цеха звукотехники, звукооператоров и представителей монтажного цеха по обсуждению проекта единой технологии магнитной звукозаписи. Все присутствовавшие на совещании высказались за осуществление этой технологии, однако в настоящее время нет необходимой аппаратуры. Следует в самое ближайшее время наладить выпуск новых звукомонтажных столов, магнитных расшифровщиков, приставок для воспроизведения магнитных фонограмм и пр. Нужно принять все меры для того, чтобы возможно скорее технологический процесс магнитной звукозаписи кинофильмов стал единым на всех студиях страны.

Киностудия «Азербайджан-фильм»

Продолжение дискуссии

И. И. БАЛТЕРС, О. К. БЕЛЬСКИЙ, В. Ф. БЛУМБЕРГ

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ШИРИНЫ ФЕРРОМАГНИТНОГО ЗВУКОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ СИНХРОННОЙ ЗВУКОЗАПИСИ

Широкое внедрение синхронной магнитной записи звука в кинематографии ставит вопрос о выборе ширины магнитного звуконосителя.

Желание максимально использовать полезную площадь межперфорационного пространства магнитных лент для синхронной записи звука вызвало появление двухдорожечной записи. Разумеется, в этом случае необходимая длина пленки на единицу времени записи уменьшается вдвое. Следовательно, вдвое снижаются расходы на приобретение магнитного звуконосителя, сни-

жаются требования к складским помещениям, сокращаются транспортные расходы и т. д. Но поскольку в кинематографии широко применяется монтаж записей, приходится разрезать двухдорожечную запись вдоль оси пленки. Так появился размер пленки 17,5 мм, с односторонней перфорацией.

Подобная неопределенность в выборе ширины магнитной пленки для синхронной записи звука, по нашему мнению, обусловлена рядом недостатков, присущих размеру 17,5 мм, которые, очевидно, могут перекрыть получающиеся экономические пре-

имущества. Известные недостатки можно условно разделить на две категории — технологические и аппаратные.

К технологическим недостаткам следует отнести одновременное существование в кинопроизводстве двух размеров пленок: 17,5 мм и 35 мм. На пленке шириной 17,5 мм можно базировать технологический процесс записи только обычных одноканальных кинофильмов. При других видах кинематографа — широкоэкранном, широкоформатном и панорамном — применение 17,5-мм пленок, очевидно, исключено. Можно утверждать, что в течение еще многих лет все стереофонические записи будут производиться на 35-мм пленке. Размещение стереофонических фонограмм на 17,5-мм пленке настолько снизит качественные показатели стереозаписи, что данный вопрос можно исключить из рассмотрения.

Следовательно, при производстве фильмов со стереофоническим звуком необходимо иметь 35-мм пленки наравне с 17,5-мм пленками. В настоящее время количество стереозаписей еще невелико. Но по мере развития широкоэкранной киносети будет увеличиваться и производство кинофильмов со стереозвуком. Это значит, что количество 35-мм пленок, находящихся в производстве, будет непрерывно увеличиваться.

Одновременная работа с двумя стандартами пленок, неудобна, так как необходимо иметь и набор соответствующего звукозаписывающего, воспроизводящего и монтажного оборудования. Правда, появляются модели технологического оборудования, рассчитанные на оба размера пленок по ширине. Однако работа с подобной аппаратурой усложняется, ибо для перехода с одного стандарта на другой необходима перерегулировка механизмов, что отнимает полезное время и вызывает дополнительные эксплуатационные расходы.

При рассмотрении аппаратных недостатков необходимо строго учитывать специфические особенности процессов магнитной записи и воспроизведения. Одним из основных условий надлежащего качества магнитной записи является требование обеспечения плотного контакта между звуконосителем и сердечниками магнитофонных головок. Это обстоятельство сильно усложняет борьбу с детонацией, так как механическое трение пленки о головки вносит большие потери в систему стабилизации скорости движения. По этой причине приходится значительно увеличивать моменты инерции

стабилизирующих устройств аппаратуры, а это, в свою очередь, резко увеличивает нагрузку на перемычки перфорационных отверстий в пленках.

В случае использования пленок шириной 17,5 мм, имеющих одностороннее перфорирование, нагрузка на перфорацию увеличивается почти вдвое. Следовательно, вдвое сокращается количество прогонов пленки через аппарат, что сокращает возврат пленки для повторного использования. Кроме того, при односторонней перфорации происходит деформация пленок, известная под названием «сабельности». Это явление приводит к значительному ухудшению условий контакта пленки с головками и к появлению паразитной амплитудной модуляции записываемых звуковых колебаний за счет вибрации вытянутого края пленки при ее натяжении в аппарате.

Можно устранить влияние деформаций и увеличить срок службы перфорации 17,5-мм пленок, уменьшив их натяжение в аппаратуре. Однако это неизбежно ухудшит равномерность движения пленки в аппаратуре и ухудшит контактирование феррослоя с головками.

Очевидно, что решать проблему подобным образом не следует из-за ухудшения качества звукопередачи.

Высказывают мнение, что для синхронной записи в кинематографии срок службы магнитных звуконосителей не имеет значения. С таким утверждением согласиться нельзя. На многих стадиях технологического процесса требуется многократный прогон пленок. Если еще учесть их возврат для повторного использования, то срок службы пленок, выражаемый количеством прогонов без повреждений, приобретает немаловажное значение, что особо необходимо при дубляже фильмов.

Таким образом, вариант применения 17,5-мм пленок имеет только единственное преимущество — снижение расходов на приобретение пленки. В некоторой мере это преимущество снижается ухудшением условий возврата пленки из-за более быстрой ее порчи и деформации.

В то же время применение пленок шириной 35 мм имеет ряд существенных технологических и аппаратных преимуществ. Поэтому мы считаем целесообразным использовать для синхронной магнитной записи звука в кинематографии единый размер пленок по ширине — 35 мм.

Рижская киностудия

КОРРЕКЦИЯ АПЕРТУРНЫХ ИСКАЖЕНИЙ В СТУДИЙНОМ ТЕЛЕВИЗИОННОМ КАНАЛЕ

Произведен выбор способа и схемы апертурной коррекции с помощью разностного сигнала, которая вводится в промежуточный усилитель студийного телевизионного канала, работающего на передающей трубке типа супериконоскоп. Приведены результаты сравнительных испытаний качественных показателей (горизонтальная четкость и отношение сигнал/помеха) студийного канала на супериконоскопе при применении схемы простой или сложной противозумовой коррекции и при наличии или отсутствии апертурной коррекции. Приведена схема видеоусилителя электронного видеискателя студийной камеры с нерегулируемой апертурной коррекцией.

1. Введение

Апертурные искажения в приемных и передающих телевизионных трубках, возникающие из-за конечного диаметра развертывающего пятна, приводят к значительному снижению горизонтальной четкости телевизионного изображения. В связи с тем что применяющиеся в настоящее время приемные трубки большого диаметра не вносят заметных глазом апертурных искажений, в телевизионном тракте необходимо корректировать только апертурные искажения, вносимые передающими трубками. Так как в телевизионных каналах Московского телевизионного центра схемы коррекции апертурных искажений передающих трубок не применяются (за исключением разработанных МЭИ [2] предварительных усилителей киноканалов на иконоскопах), было решено ввести в них такую коррекцию.

Учитывая, что схемы коррекции апертурных искажений повышают уровень флуктуационных помех, их включение в каналы произведено после введения в предварительные усилители каналов МТЦ [10] схемы сложной противозумовой коррекции. Как известно [1, 3, 4], сочетание схем сложной противозумовой и апертурной коррекции дает наилучшие результаты.

Схему коррекции апертурных искажений целесообразнее всего включать в промежуточный усилитель (или на его входе) телевизионного канала, поскольку включение ее в предварительный усилитель усложняет его схему и увеличивает общее число ламп в камере, что нежелательно.

Первоначально работы по введению схем коррекции апертурных искажений были проведены в студийных каналах.

2. Выбор схемы апертурной коррекции

В настоящее время известны 3 способа коррекции апертурных искажений:

а) способ, базирующийся на применении сложных схем высокочастотной видеокоррекции (применен в упомянутом выше предварительном усилителе иконоскопных киноканалов МТЦ);

б) способ дифференциальной апертурной коррекции, предложенный проф. Г. В. Брауде [1];

в) способ апертурной коррекции с помощью разностного сигнала [3, 8, 9].

Первый способ, хотя и дал положительные результаты в иконоскопных киноканалах МТЦ, в студийных каналах не может быть использован, так как не дает возможности плавной регулировки в широких пределах степени коррекции (что желательно при работе с однотипными и совершенно необходимо при работе с разнотипными передающими трубками).

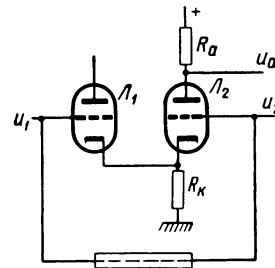


Рис. 1

Из оставшихся двух способов нами был выбран последний (апертурная коррекция с помощью разностного сигнала), так как он дает возможность обеспечить хорошие результаты при небольшом количестве ламп и сравнительно простой схеме, что

в конечном счете определяет надежность работы оборудования.

Принцип апертурной коррекции с помощью разностного сигнала поясняется рис. 1. В анодную цепь лампы, предшествующей апертурному корректору, включен отрезок искусственной длинной линии (в данном случае специальный кабель). Напряжения с обоих концов линии подаются на корректор. Эта линия на одном конце (со стороны \mathcal{L}_1) нагружена на сопротивление, равное волновому, а на другом конце, подключенном к сетке \mathcal{L}_2 , практически не нагружена, т. е. представляет собой линию, разомкнутую на конце.

При подключении разомкнутой на конце линии к источнику гармонических колебаний, внутреннее сопротивление которого равно волновому сопротивлению линии, напряжение в точке x от разомкнутого конца определяется формулой

$$u_x = u \cos \alpha x = U \cos \omega t \cos \alpha x, \quad (1)$$

где ω — частота колебаний, $\alpha = \omega \sqrt{L_1 C_1}$ — постоянная сдвига фазы, L_1 и C_1 — постоянные линии.

Отсюда напряжение на разомкнутом конце линии (при $x = 0$) равно

$$u_2 = u, \quad (2)$$

а напряжение в начале линии длиной l

$$u_1 = u \cos \alpha l = u \cos \omega \sqrt{L_1 C_1} l. \quad (3)$$

Выражения (2) и (3) показывают, что напряжение на разомкнутом конце линии синфазно с напряжением в начале линии и имеет величину, не зависящую от частоты. Величина напряжения в начале линии зависит от параметров линии и уменьшается с увеличением частоты.

Напряжение u_a на аноде \mathcal{L}_2 равно:

$$u_a = -u_2 k_2 + u_1 k_1 = -u k_2 (1 - k \cos \omega \sqrt{L_1 C_1} l), \quad (4)$$

где k_1 — коэффициент усиления напряжения от сетки \mathcal{L}_1 до анода \mathcal{L}_2 , k_2 — коэффициент усиления напряжения от сетки до анода \mathcal{L}_2 , а

$$k = \frac{k_1}{k_2}.$$

Выражение (4) показывает, что напряжение на аноде \mathcal{L}_2 растет с увеличением частоты, а фаза меняется на 180° .

Коэффициенты усиления k_1 и k_2 могут быть подсчитаны по формулам [7] для дифференциального усилителя (следует отметить, что слово «дифференциальный»

в наименовании этого усилителя применено в смысле «разностный»; возможно, что из-за этого наименования схему апертурной коррекции с помощью разностного сигнала иногда называют дифференциальной схемой апертурной коррекции). Если в качестве \mathcal{L}_1 и \mathcal{L}_2 используются неодинаковые лампы, то

$$k_1 = \left(\frac{\mu_1}{\mu_1 + 1 + \frac{R_{i1}}{R_k}} \right) \times \left[\frac{(\mu_2 + 1) R_a}{R_{i2} + R_a + \frac{(\mu_2 + 1) R_{i1}}{\mu_1 + 1 + \frac{R_{i1}}{R_k}}} \right], \quad (5)$$

$$k_2 = \frac{\mu_2 R_a}{R_{i2} + R_a + \frac{(\mu_2 + 1) R_{i1}}{\mu_1 + 1 + \frac{R_{i1}}{R_k}}}. \quad (6)$$

Если же эти лампы одинаковы, то

$$k_1 = \frac{\mu}{1 + \frac{2R_i}{R_a} + \frac{R_i(R_i + R_a)}{R_a R_k (\mu + 1)}}, \quad (7)$$

$$k_2 = \frac{\mu + \frac{\mu}{\mu + 1} \frac{R_i}{R_k}}{1 + \frac{2R_i}{R_a} + \frac{R_i(R_i + R_a)}{R_a R_k (\mu + 1)}}. \quad (8)$$

Из выражения (4) могут быть найдены максимальное напряжение на аноде \mathcal{L}_2 на верхней граничной частоте (при $\alpha l = \pi$)

$$u_{a.ч.} = -u k_2 (1 + k) \quad (9)$$

и минимальное напряжение на аноде \mathcal{L}_2 на нижних частотах $u_{a.н.ч.}$ (при $\alpha l = 0$)

$$u_{a.н.ч.} = -u k_2 (1 - k). \quad (10)$$

Из (9) и (10) определяем отношение усиления на высоких частотах к усилению на нижних частотах Δ :

$$\Delta = \frac{u_{a.ч.}}{u_{a.н.ч.}} = \frac{1 + k}{1 - k} = \frac{k_2 + k_1}{k_2 - k_1}. \quad (11)$$

Подставив (5) и (6) в (11), определяем величину катодного сопротивления при заданном Δ для случая, когда в качестве \mathcal{L}_1 и \mathcal{L}_2 используются неодинаковые лампы

$$R_k = \frac{R_{i1}}{\mu_1 \frac{(\mu_2 + 1)(\Delta + 1)}{\mu_2 (\Delta - 1)} - (\mu_1 + 1)}. \quad (12)$$

Если в качестве \mathcal{L}_1 и \mathcal{L}_2 используются одинаковые лампы, то (либо из (12), либо после подстановки (7) и (8) в (11)), R_k равно:

$$R_k = \frac{R_i (\Delta - 1)}{2(\mu + 1)}. \quad (13)$$

Коэффициент усиления на нижних частотах из (10) равен

Для случая, когда в качестве \mathcal{L}_1 и \mathcal{L}_2 применяются одинаковые лампы

Время задержки в длинной линии без потерь

На верхней граничной частоте

Если $f_{\text{гр}} = 6,5$ мГц, $\tau_{\text{гр}} = 0,077$ мксек.

3. Апертурная коррекция в промежуточном усилителе УП-21 студийных каналов

Способ апертурной коррекции с помощью разностного сигнала применен в новом промышленном оборудовании [9]. В этом оборудовании апертурный корректор выполнен в виде отдельного блока (Б-104), ко-

торый расположен в стойке камерного канала (в этой же стойке размещен промежуточный усилитель). Так как схема апертурной коррекции в промежуточном усилителе МТЦ разработана на базе схемы апертурного корректора Б-104, основанной кратко на схеме этого блока (рис. 2).

На вход Б-104 подается видеосигнал с выхода предварительного усилителя камеры. В анодную цепь \mathcal{L}_1 включен отрезок кабеля задержки типа РКЗ-401 с волновым сопротивлением 400 *ом*. Корректор включает пентоды \mathcal{L}_2 и \mathcal{L}_3 . С анодов \mathcal{L}_2 (частотная характеристика со спадом на высоких частотах) и \mathcal{L}_3 (частотная характеристика с подъемом на высоких частотах) сигналы подаются на сетки двойного триода \mathcal{L}_4 , вдвоенное сопротивление в катодных цепях которого дает возможность плавно регулировать величину подъема частотной характеристики при неизменном усилении низких частот. Выходной каскад также собран по схеме катодного повторителя на двух триодах лампы 6Н6П. Тумблер \mathcal{B}_1 позволяет подавать сигнал от предварительного усилителя камеры непосредственно на вход промежуточного усилителя. Коэффициент усиления блока на нижних частотах равен 1, Δ равно 10.

Анализ приведенной схемы Б-104 показывает, что включение апертурного корректора в промежуточный усилитель (УП)



позволяет уменьшить число ламп с пяти до трех, так как отпадает необходимость в первом и последнем каскадах корректора. В качестве первого каскада (с нагрузкой, равной волновому сопротивлению линии) может быть использован любой каскад УП, а получившееся вследствие уменьшения анодной нагрузки уменьшение коэффициента усиления компенсируется усилением вводимых в схему каскадов.

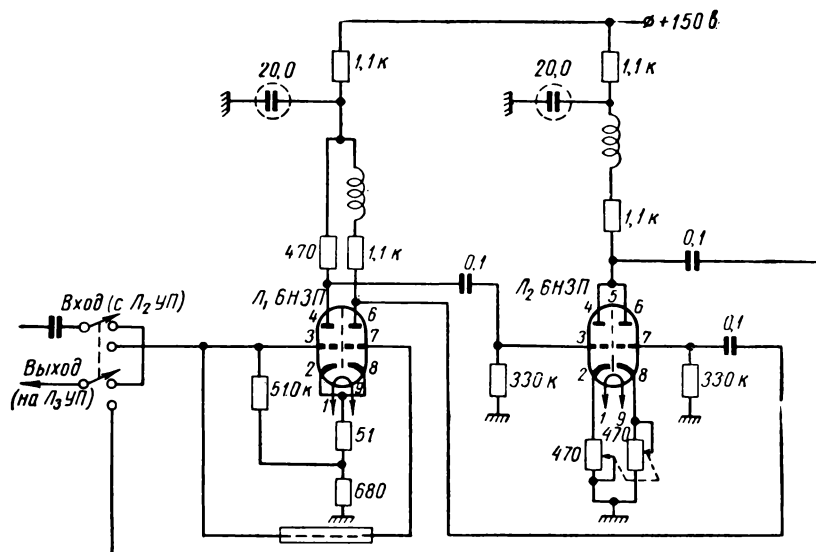


Рис. 3

Дальнейшее уменьшение количества ламп (но не менее двух, чтобы не менять полярность сигнала на выходе УП) может быть получено при применении в качестве ламп корректора (L_1 и L_2 , рис. 1) двойных триодов.

В этом случае величина Δ определяется из (13):

$$\Delta = \frac{2R_k(\mu + 1)}{R_i} + 1. \quad (18)$$

Считая $\mu \gg 1$, получаем приближенную формулу:

$$\Delta = 2R_k S + 1. \quad (19)$$

Выражение (19) показывает, что не очень большие величины Δ (необходимая величина Δ , как известно, зависит от типа передающей трубки) могут быть получены с помощью двойных триодов с большой крутизной (6НЗП, 6Н15П).

Для экспериментальной проверки данных расчетов было собрано несколько макетов апертурных корректоров. На макетах было

выяснено, что триоды в данной схеме апертурного корректора работают так же, как и пентоды (несмотря на увеличение входной емкости и уменьшение входного сопротивления).

На рис. 3—5 приведены двухламповые схемы апертурных корректоров, представляющие наибольший интерес.

В приведенной на рис. 3 схеме используются два двойных триода 6НЗП; регулировка Δ производится с помощью сдвоенного потенциометра в катодных цепях второй лампы. Эта схема регулировки идентична схеме регулировки Δ в блоке Б-104 (отличие только в том, что в Б-104 сигнал снимается с катодного сопротивления, а здесь — с анодного). Преимущество схемы рис. 3 — постоянство усиления на низких частотах, возможность применения однотипных ламп.

В тех случаях, когда необходима большая величина Δ , может использоваться схема рис. 4. Здесь в качестве первой лампы корректора включен пен-

тод 6Ж9П, а в качестве второй лампы — один триод лампы 6НЗП (второй триод используется как усилитель); благодаря такому включению коэффициент усиления от сетки первой лампы до анода второй лампы корректора k_1 приближается по величине к коэффициенту усиления от сетки до анода второй лампы корректора k_2 , что, как видно из (11), приводит к увеличению Δ . Недостатком схемы рис. 4 является зависимость усиления на низких частотах от регулировки величины Δ . Следует, однако, отметить, что некоторые изменения усиления на низких частотах (при регулировке величины Δ), компенсирующиеся регулировкой усиления УП, вполне допустимы, так как регулятор Δ — орган установочный (необходимая величина Δ устанавливается при смене передающей трубки в камере и в некоторых случаях при настройке канала), а не оперативный.

В приведенной на рис. 5 схеме регулировка Δ производится в анодных цепях первой лампы (двойной триод). Так как

в этой схеме не применяется высокочастотная коррекция и анодная нагрузка невелика, в качестве второй лампы для повышения общего усиления применяется пентод. Схема апертурного корректора на одном двойном триоде (первая лампа рис. 5) с плавной регулировкой Δ может представить особый интерес при проектировании нового промежуточного усилителя.

Необходимая величина Δ в каналах, работающих на передающей трубке типа супериконоскоп, равна 4—5. Учитывая, однако, что каналы, в которых используются промежуточные усилители УП-21, могут работать и с камерами на передающих трубках типа суперортикон (для которых необходимая величина Δ равна 7—8), было решено выбрать схему апертурной коррекции с $\Delta \geq 8$. Такая величина Δ обеспечивается схемой рис. 3. Дополнительные каскады (на двух 6НЗП) включены после второй лампы УП-21. Схема усилителя здесь не приводится, так как она почти не изменена (только в аноде второй лампы УП-21 нагрузочное сопротивление уменьшено с 1 ком до 400 ом и исключена корректирующая катушка). Введение дополнительных каскадов не меняет коэф-

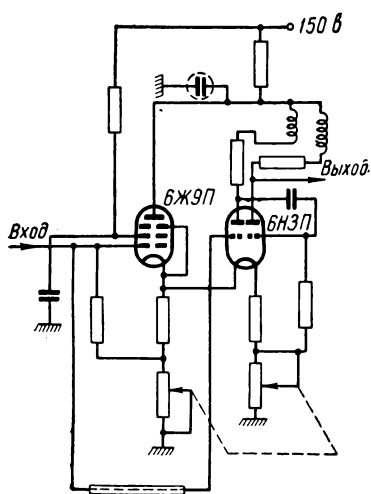


Рис. 4

фициента усиления УП; полученное Δ близко к 10.

В блоке УП-21 произведены следующие конструктивные изменения: на место неиспользуемого выходного каскада L_8 (6Н15П) переносится каскад формирования и усиления гасящих импульсов L_{10} (6Н1П),

а на освободившееся место L_{10} переносятся каскады формирования и усиления строчных синхроимпульсов L_9 (6Н1П). Дополнительная лампа L_1 (рис. 3) установлена вместо

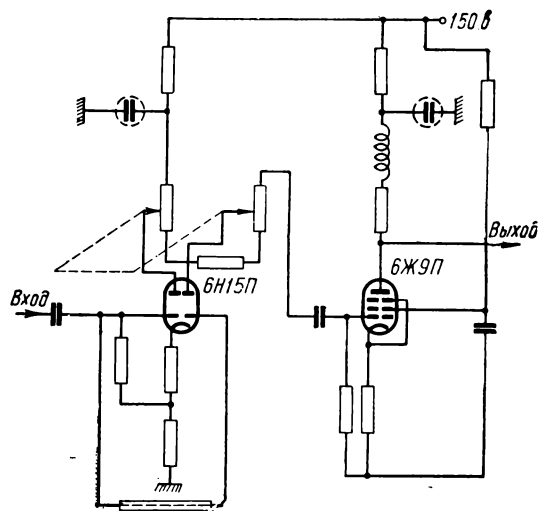


Рис. 5

L_9 , а лампа L_2 — вместо потенциометра «усиление», который переносится на боковую панель. Сдвоенный потенциометр регулировки высоких частот установлен на угольнике со стороны монтажа. Тумблер обхода корректора расположен рядом с тумблером переключения управления. Отрезок кабеля расположен на боковой стенке шасси (со стороны монтажа). При разделке отрезка кабеля РКЗ-401 с каждой его стороны необходимо разделить две пряди наружной оплетки; заземляется (с двух сторон отрезка кабеля) одна из прядей. Так как применяемый кабель обладает удельной задержкой 0,6 мксек/м, то необходимая его длина (чтобы обеспечить $\tau_{гр.} = 0,077$ мксек) должна быть равна 12,8 см.

4. Качественные показатели канала при введении сложной противозумовой и апертурной коррекции

В настоящее время на телевизионных центрах отношение сигнал/помеха измеряется с помощью осциллографа; при этом (непосредственно на экране осциллографа) измеряют полезный размах видеосигнала и квазипиковый размах помехи. Этот метод измерений обладает существенными недостатка-

ми: во-первых, он дает большие погрешности при измерении отношения сигнал/помеха и, во-вторых, не дает возможности учесть особенности визуального восприятия флуктуационных помех. Отсутствие достаточно точного метода измерений отношения сигнал/помеха ранее не давало возможности произвести сравнительную оценку качественных показателей канала при применении того или иного вида коррекции.

По предложению М. И. Кривошеева в лаборатории МТЦ разработан прибор (подробное описание и схема прибора приведены в [5]) для измерения отношения величины размаха сигнала к квазипиковому размаху помехи; испытательный сигнал создается с помощью черно-белого вертикального поля. В приборе имеется возможность включения взвешивающего фильтра [6], характеристика затухания которого соответствует весовой функции помех. Этот прибор не только дает возможность более точно измерять отношение сигнал/помеха, но благодаря наличию взвешивающего фильтра дает также возможность учитывать особенности визуального восприятия флуктуационных помех.

С помощью этого прибора была произведена сравнительная оценка качественных показателей канала (для случая применения простой или сложной противозумовой

коррекции в предварительном усилителе, применения или неприменения апертурной коррекции в промежуточном усилителе).

При всех измерениях использовался один и тот же промежуточный усилитель (каскады апертурной коррекции которого с $\Delta = 4$ либо включались, либо выключались) и два предварительных усилителя — предварительный усилитель УИ-10 с простой противозумовой коррекцией и модернизированный предварительный усилитель со сложной противозумовой коррекцией [10]. Регулировка усиления и уровня черного в УП производились таким образом, чтобы поддерживать постоянный размах и заполнение сигнала на выходе канала; режим работы передающей трубки не изменялся.

Горизонтальная четкость определялась (при 7 градациях яркости) по групповому клину испытательной таблицы при одинаковой контрастности черно-белой границы между полосами группового клина. Эталонной считалась контрастность черно-белой границы между полосами, соответствующими четкости 600 строк, которая получалась при применении сложной противозумовой и апертурной коррекции.

Данные измерений, которые были проведены при освещенности 1500 лк, приведены в таблице.

Предварительный усилитель	Промежуточный усилитель	Отношение сигнал/помеха (в дБ)		Горизонтальная четкость по групповому клину	Характеристика изображения
		без взвешивающего фильтра	с взвешивающим фильтром		
С простой противозумовой коррекцией	Без апертурной коррекции	16,1	25,2	500—550	С пониженной контрастностью «проглядываются» полосы группового клина, соответствующие четкости 600 строк
Со сложной противозумовой коррекцией	Без апертурной коррекции	19,0	27,0	550	То же
С простой противозумовой коррекцией	С апертурной коррекцией	10,2	18,4	500—550	Очень заметны флуктуационные помехи на изображении. «Проглядываются» полосы группового клина, соответствующие четкости 600 строк, но они полностью «забиты» помехами
Со сложной противозумовой коррекцией	С апертурной коррекцией	17,0	26,3	600	—

Эти данные показывают, что наилучшие качественные показатели (горизонтальная четкость, отношение сигнал/помеха) получаются при сочетании сложной противозумовой и апертурной коррекции.

Действительно, введение апертурной коррекции повышает горизонтальную четкость на 50—75 строк. Поэтому введение такой коррекции в телевизионные каналы следует считать совершенно необходимым. Однако если применять апертурную коррекцию в сочетании с простой противозумовой коррекцией, отношение сигнал/помеха уменьшается настолько, что качество изображения становится неудовлетворительным. Чтобы в этом случае получить достаточно большое отношение сигнал/помеха, необходимо либо уменьшать Δ (то есть производить неполную апертурную коррекцию, что ведет к ухудшению четкости), либо повышать освещенность передаваемых объектов. Например, при проводимых нами измерениях, чтобы при применении простой противозумовой и апертурной коррекции (для случая, когда взвешивающий фильтр включен, то есть с учетом визуального восприятия помех) получить такое же отношение сигнал/помеха, как при применении сложной противозумовой и апертурной коррекции (26,3 дб вместо 18,4 дб), освещенность была увеличена почти в полтора раза (с 1500 до 2200 лк). Таким образом, введение в студийные каналы сложной противозумовой и апертурной коррекции (по сравнению со случаем применения простой противозумовой и апертурной коррекции) позволяет снизить освещенность телевизионных студий не менее чем на 30%.

5. Введение апертурной коррекции в видеоусилитель УИ-II электронного видеоискателя камеры

Недостатком электронных видеоискателей студийных камер КТ-5 и КТ-5А является пониженная четкость изображения, получающаяся из-за наличия апертурных искажений передающей и приемной трубки (в видеоискателе применяется кинескоп небольшого диаметра 13ЛК-1Б). Этот недостаток может быть устранен введением схемы апертурной коррекции в видеоусилитель электронного видеоискателя.

Для того чтобы не усложнять усилитель видеоискателя, решено было ввести в него нерегулируемую схему апертурной коррек-

ции с помощью разностного сигнала на одном двойном триоде 6Н15П. Определение необходимой для этой схемы величины было произведено экспериментально. Так как при величине $\Delta > 4$ заметно сказываются флуктуационные помехи, было выбрано $\Delta = 4$.

Включение в схему разностного корректора меняет полярность сигнала на выходе усилителя. Чтобы сохранить прежнюю полярность, необходимо либо включить еще одну лампу, либо подать сигнал вместо катода на управляющий электрод трубки. Так как первое увеличивает число ламп, а второе усложняет схему подачи гасящих импульсов, было решено заменить вторую лампу видеоусилителя 6ЖЗП двойным триодом 6Н15П. Чтобы число ламп видеоусилителя осталось прежним, управляемая схема фиксации уровня на двойном диоде 6Х6С заменена неуправляемой схемой на германиевом диоде Д2Е.

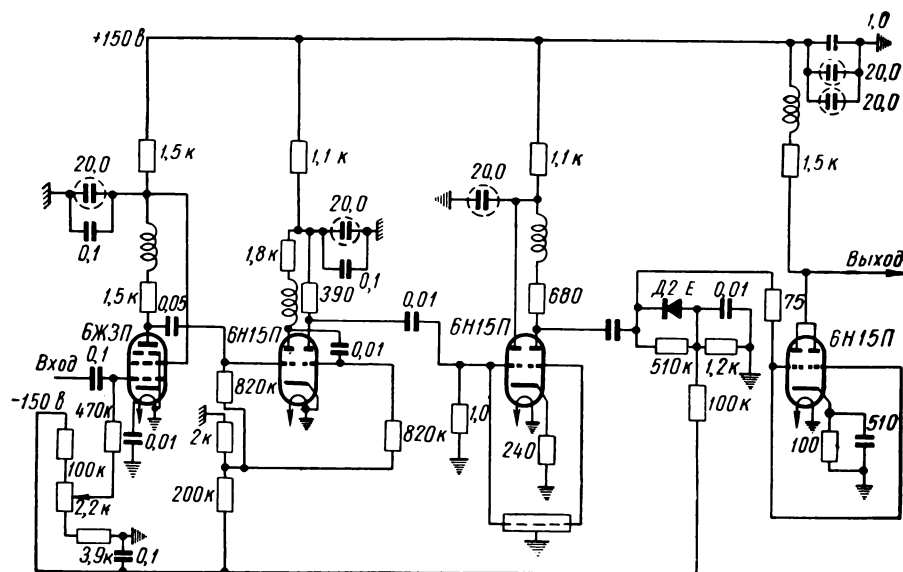
В результате произведенной переделки число ламп видеоусилителя осталось прежним (четыре), количество типов примененных ламп уменьшилось с трех (6ЖЗП, 6Х6, 6Н15П) до двух (6ЖЗП, 6Н15П), а четкость изображения увеличилась примерно на 75 строк. Так как схема видеоусилителя во многом изменилась, приводим ее полностью (рис. 6).

Конструктивные изменения в блоке следующие: выходная лампа L_4 (6Н15П) перенесена на освободившееся место L_3 (6Х6С), лампа апертурного корректора 6Н15П установлена вместо лампы L_4 , лампа L_2 (6ЖЗП) заменена лампой 6Н15П.

6. Выводы

1. Применение в телевизионных каналах схем апертурной коррекции, повышающих горизонтальную четкость изображения на 50—75 строк, совершенно необходимо.

2. Применение апертурной коррекции в студийных телевизионных каналах, работающих на передающей трубке типа супериконоскоп, целесообразно только в сочетании со схемой сложной противозумовой коррекции, так как при применении апертурной коррекции в сочетании со схемой простой противозумовой коррекции одинаковые качественные показатели (отношение сигнал/помеха, горизонтальная четкость) могут быть получены при значительном (порядка полутора раз) повышении освещенности в телевизионной студии.



3. Введение каскадов апертурной коррекции в промежуточный усилитель уменьшает общее количество ламп в оборудовании (по сравнению с апертурным корректором в виде отдельного блока) и таким образом улучшает надежность работы оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

3. Варбанский А. М., Телевизионная техника
Госэнергоиздат, 1959.

Московский телевизионный центр

КОРРЕКТОРЫ КОНТРАСТА

Рассмотрены различные устройства с нелинейными амплитудными характеристиками передачи, используемые для компенсации нелинейности характеристик передачи телевизионных систем с целью устранения контрастных и цветовых искажений и создания определенных эффектов. На основании анализа и экспериментальных исследований сравниваются корректоры различных типов.

Введение

Нелинейность амплитудных характеристик ряда элементов телевизионных систем является причиной уменьшения максимального контраста изображения, подавления деталей наиболее ярких и наиболее темных мест изображения, подавления мелких деталей изображения, нарушения пропорциональности между промежуточными значениями яркости на объекте и его телевизионном изображении, увеличения уровня шумов, а также искажений цветового тона и насыщенности в цветных системах.

Степень проявления перечисленных искажений определяется характеристикой воспроизведения полутонов яркости системы. Форма требуемой характеристики воспроизведения полутонов различна [2,8]. Последняя зависит от распределения света и тени на объекте, его освещенности, условий наблюдения изображения, замысла режиссера, требований, предъявляемых к системе, и т. п.

Существенное приближение формы характеристики воспроизведения полутонов к требуемой может быть осуществлено путем включения в тракт передачи электрического сигнала устройств с нелинейными амплитудными характеристиками, называемых корректорами контраста, или гамма-корректорами.

Зная форму требуемой характеристики воспроизведения полутонов яркости и форму амплитудных характеристик элементов телевизионной системы, можно определить форму амплитудной характеристики, которой должен обладать корректор контраста. В частности, решение задачи о требуемой форме характеристики передачи корректора контраста может быть осуществлено графическим путем [2].

Рассмотрение результирующих характеристик передач ряда телевизионных систем, включающих в свой состав электронно-оптические преобразователи с различной формой амплитудных характеристик, свидетельствует о том, что в арсенале технических средств телевидения необходимо иметь корректоры контраста, форма амплитудной характеристики которых регулируется в очень широких пределах. На рис. 1 показаны типы характеристик передачи корректоров контраста, соответствующие различным электронно-оптическим преобразователям и различным требованиям, предъявляемым к телевизионным системам.

В настоящее время существует целый ряд схем, которые позволяют производить коррекцию формы амплитудных характеристик телевизионных систем. Их можно подразделить на три группы: нелинейные делители напряжения, устройства, использующие нелинейность анодно-сеточных характеристик ламп, усилители с нелинейными обратными связями.

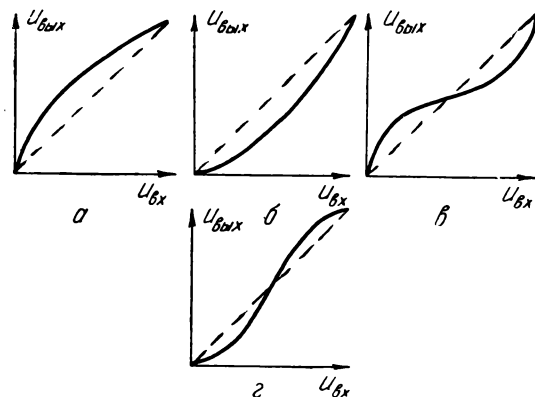


Рис. 1

Нелинейные делители напряжения

Простейшими схемами корректоров контраста являются делители напряжения, одно из плеч которых выполнено в виде нелинейного сопротивления (рис. 2). В качестве нелинейного элемента могут быть использованы электронные приборы и их комбинации, а также полупроводниковые приборы.

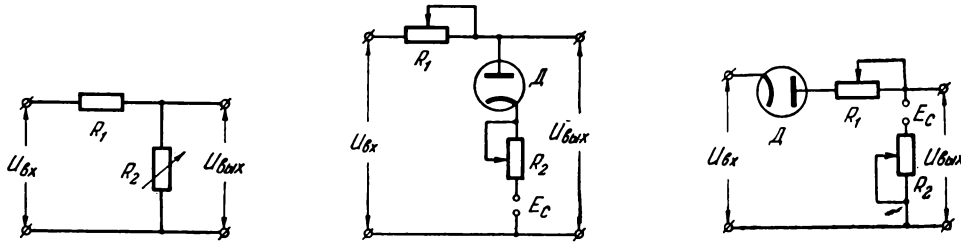


Рис. 2

Телевизионный сигнал, подлежащий нелинейному преобразованию, подается на входные зажимы делителя. Преобразованный сигнал снимается с одного из плеч делителя. Соотношение между входным и выходным напряжениями определяется выражением:

$$u_{\text{вых}} = u_{\text{вх}} \frac{R_i(u_{\text{вх}})}{R_i(u_{\text{вх}}) + R}. \quad (1)$$

При значениях отношения $R_i/R \ll 1$ можно считать, что

$$u_{\text{вых}} = u_{\text{вх}} \frac{R_i(u_{\text{вх}})}{R},$$

т. е. выходное напряжение меняется в соответствии с законом изменения нелинейного сопротивления $R_i(u_{\text{вх}})$.

Коэффициент передачи устройства определяется из выражения:

$$K = \frac{R_i(u_{\text{вх}})}{R_i(u_{\text{вх}}) + R},$$

откуда видно, что уровень телевизионного сигнала после прохождения через корректор уменьшается в R/R_i раз.

Две практические схемы подобного корректора приведены на рис. 2. Здесь нелинейным элементом является диод D . Закон преобразования может регулироваться изменением величины сопротивлений R_1 и R_2 , изменением величины напряжения смещения, а также изменением размаха входного сигнала.

На рис. 3 показана схема корректора, характеристика передачи которого может регулироваться в относительно более широких пределах. Здесь входной сигнал распределяется между сопротивлением R_1 и одним из нелинейных сопротивлений R_{i1} или R_{i2} , которые включаются по выбору переключателем K . Как R_{i1} , так и R_{i2} могут представлять собой результирующее внутреннее сопротивление группы диодов, зависящее от мгновенного значения приложенного к схеме напряжения и напряжений смещения. Если к входу схемы подводится телевизионный сигнал положительной полярности, то включение группы диодов R_{i1} приводит к подчеркиванию наиболее светлых деталей изображения, а включение группы диодов R_{i2} приводит к подчеркиванию темных деталей изображения.

Недостатками подобных корректоров являются: зависимость характеристики передачи от частоты сигнала и наличие частотных и фазовых искажений (вследствие

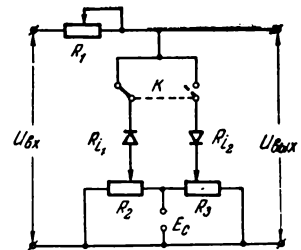


Рис. 3

наличия емкости C), малый диапазон регулировки формы амплитудной характеристики, значительное уменьшение уровня сигнала, непосредственная связь цепей регулировок со входным и выходным сигналами.

Устройства, использующие нелинейность анодно-сеточных характеристик приемно-усилительных ламп

а) Принцип работы корректора

Если телевизионный сигнал пропускается через однокаскадный усилитель, то форма амплитудной характеристики целиком определяется формой используемого участка анодно-сеточной характеристики усилительной лампы. Регулировка характера нелинейного преобразования в схеме такого корректора может быть произведена путем изменения напряжения смещения или изменения размаха преобразуемого сигнала.

Довольно трудно найти лампу, форма анодно-сеточной характеристики которой удовлетворяет требованиям, предъявляемым к корректорам контраста определенных телевизионных систем.

Более широкие возможности у схем, использующих нелинейность анодно-сеточных характеристик нескольких параллельно включенных ламп и имеющих общую анодную нагрузку.

Возможно осуществить требуемое нелинейное преобразование телевизионного сигнала, если последний пропустить через систему одноламповых усилителей, работающих в нелинейном режиме. Однако

в последнем случае между этими преобразовательными каскадами необходимо включить оборачивающие каскады; это делает схемы подобных корректоров довольно громоздкими.

На рис. 4 приведена схема корректора, в котором используется нелинейность анодно-сеточных характеристик трех параллельно включенных ламп Λ_1 , Λ_2 и Λ_3 . Регулировка формы амплитудной характеристики устройства осуществляется изменением режима работы ламп, а также путем подачи на входные зажимы этих ламп входного сигнала различной величины.

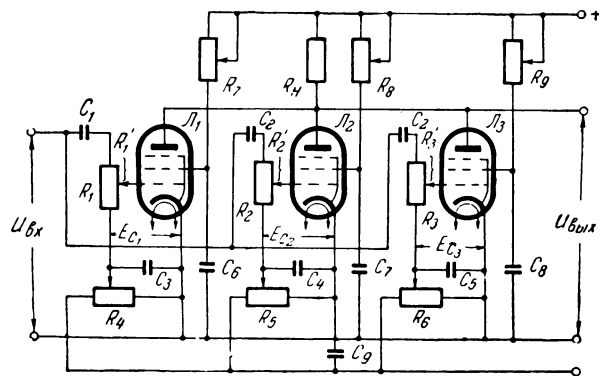


Рис. 4

Изменение уровней сигналов с целью получения определенной характеристики передачи осуществляется изменением положения ползунков потенциометров R_1 , R_2 и R_3 .

Более широкие пределы регулировки формы характеристики передачи могут быть достигнуты за счет увеличения числа параллельно включенных ламп, за счет использования ламп с различной формой анодно-сеточных характеристик, т. е. ламп различных типов, а также путем применения в цепях сеток параллельно включенных ламп нелинейных делителей напряжения.

б) Коэффициент передачи корректора на параллельно включенных лампах

В случае применения в схеме триодов коэффициент передачи определяется из выражения (к сеткам ламп подводятся преобразуемые сигналы одинаковой величины):

$$K = \frac{\mu_a Z_a}{R_{f3} + Z_a}, \quad (2)$$

где $Z_a = \frac{R_H}{1 + j\omega C R_H}$ — полное сопротивление анодной нагрузки, μ_a — эквивалентный

коэффициент усиления группы параллельно включенных ламп, R_{i3} — внутреннее сопротивление для переменного тока группы ламп.

В общем случае при определенном мгновенном значении входного сигнала параметры отдельных ламп будут различны, а потому эквивалентные параметры группы ламп определяются из выражений:

$$S_g = S_1(u_{вх}) + S_2(u_{вх}) + S_3(u_{вх}),$$

$$R_{i3} = \frac{R_{i1}(u_{вх}) R_{i2}(u_{вх}) R_{i3}(u_{вх})}{R_{i1}(u_{вх}) R_{i2}(u_{вх}) + R_{i1}(u_{вх}) R_{i3}(u_{вх}) + R_{i2}(u_{вх}) R_{i3}(u_{вх})},$$

$$\mu_3 = S_g R_{i3}.$$

Подставляя значения эквивалентных параметров в выражение (2), получим формулу, определяющую величину коэффициента передачи корректора:

$$K = \frac{Z_a R_{i1}(u_{вх}) R_{i2}(u_{вх}) R_{i3}(u_{вх}) [S_1(u_{вх}) + S_2(u_{вх}) + S_3(u_{вх})]}{Z_a [R_{i1}(u_{вх}) R_{i2}(u_{вх}) + R_{i1}(u_{вх}) R_{i3}(u_{вх}) + R_{i2}(u_{вх}) R_{i3}(u_{вх})] + R_{i1}(u_{вх}) R_{i2}(u_{вх}) R_{i3}(u_{вх})}. \quad (3)$$

В случае применения в схеме экранированных ламп коэффициент передачи равен

$$K_a = S_g Z_a. \quad (4)$$

Пользуясь анодно-сеточными характеристиками ламп и учитывая режимы работы отдельных ламп, можно определить значения коэффициентов передачи, соответствующие различным мгновенным значениям входных сигналов. Пользуясь этими данными, можно построить характеристику передачи корректора.

в) Графическое определение характеристики передачи корректора

Задача нахождения зависимости

$$u_{вых} = f(u_{вх})$$

при известных зависимостях

$$i_a = f(u_c),$$

используемых в устройстве ламп, может быть достаточно точно решена путем графического построения.

На рис. 5 показан порядок построения зависимости

$$u_{вых} = f(u_{вх})$$

для того случая, когда к входу ламп подводятся преобразуемые сигналы различной величины. В III квадранте располагаются графики зависимостей величин мгновенных значений управляющих сигналов $u'_{сд}$, $u''_{сд}$, $u'''_{сд}$ от величины входных сигналов $u_{вх}$. Уравнения этих зависимостей:

$$\left. \begin{aligned} u'_{сд} &= u_{вх} \alpha' \\ u''_{сд} &= u_{вх} \alpha'' \\ u'''_{сд} &= u_{вх} \alpha''' \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где α' , α'' , α''' — коэффициенты передачи делителей в цепях управляющих сеток ламп корректора.

Во II квадранте производится построение характеристики суммарного тока, текущего через общую анодную нагрузку группы ламп, как функции управляющего напряжения в це-

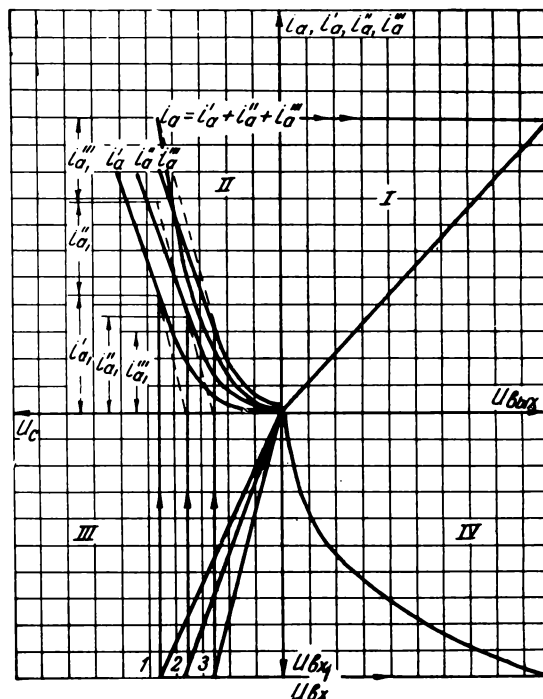


Рис. 5

пах их первых сеток. По оси абсцисс откладываются величины мгновенных значений потенциалов управляющих сеток ламп, которые определяются из выражений:

$$\left. \begin{aligned} u'_{сд} &= u'_c + u'_{зап} - E'_{с_0} \\ u''_{сд} &= u''_c + u''_{зап} - E''_{с_0} \\ u'''_{сд} &= u'''_c + u'''_{зап} - E'''_{с_0} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где u'_c , u''_c , u'''_c — значения потенциалов управляющих сеток ламп, отсчитываемые от напряжения запирающего и определяемые из анодно-сеточных характеристик ламп;

$u'_{зап}$, $u''_{зап}$, $u'''_{зап}$ — напряжения запирающего ламп;

$E'_{с_0}$, $E''_{с_0}$, $E'''_{с_0}$ — напряжения начальных смещений.

По оси ординат во II квадранте отложены значения анодных токов ламп. Порядок построения характеристики суммарного тока показан на рисунке пунктирными линиями.

В I квадранте построена зависимость напряжения сигнала на анодной нагрузке от величины суммарного тока i_a , которая представляет собой прямую линию, наклон которой при выбранном масштабе зависит от величины сопротивления анодной нагрузки R_n .

Характеристика передачи устройства определяется путем сноса точек кривой $i_a = f(u_{сд})$ через квадранты I и III в квадрант IV.

В случае применения нелинейных делителей напряжения порядок построения будет

таким же, как на рис. 5, однако во II квадранте будут располагаться кривые зависимости управляющих сигналов от величины входных сигналов. Уравнения последних кривых будут такими:

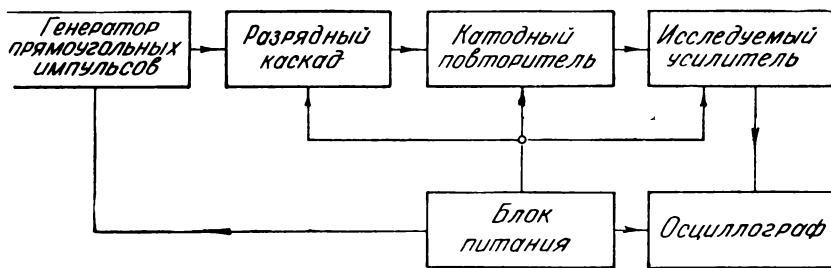


Рис. 6

$$\left. \begin{aligned} u'_{сд} &= u_{вх} \alpha' (u_{вх}), \\ u''_{сд} &= u_{вх} \alpha'' (u_{вх}), \\ u'''_{сд} &= u_{вх} \alpha''' (u_{вх}), \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где $\alpha' (u_{вх})$, $\alpha'' (u_{вх})$, $\alpha''' (u_{вх})$ — коэффициенты передачи нелинейных делителей напряжения, являющиеся функцией входного напряжения.

г) Результаты эксперимента

Экспериментально был исследован корректор контраста, собранный по схеме рис. 4. Для исследования была собрана установка, блок-схема которой приведена на рис. 6. В качестве испытательного сигнала использовалось пилообразное напряжение строчной частоты, которое и подавалось на вход корректора. Это напряжение создавалось в разрядном каскаде, управляемом генератором прямоугольных импульсов. Напряжение, получаемое на выходе корректора, подавалось на вертикально отклоняющие пластины осциллографа. Отклонение по горизонтали производилось с помощью генератора осциллографа. Таким образом, на экране осциллографа воспроизводилась амплитудная характеристика корректора контраста.

На рис. 7 приведены осциллограммы выходных сигналов исследуемой схемы, соответствующие различным значениям коэффициентов передачи линейных делителей напряжения, установленных в цепях сеток ламп.

При этом в схеме корректора использовались лампы типа 6ЖЗП. Величина сопротивления общей анодной нагрузки

$$R_n = 2,2 \text{ ком},$$

напряжения смещения

$$E'_{c_0} = -5 \text{ в}, \quad E''_{c_0} = -3,5 \text{ в}, \quad E'''_{c_0} = -2 \text{ в},$$

а величины сопротивлений

$$R_1 = R_2 = R_3 = 470 \text{ ком}.$$

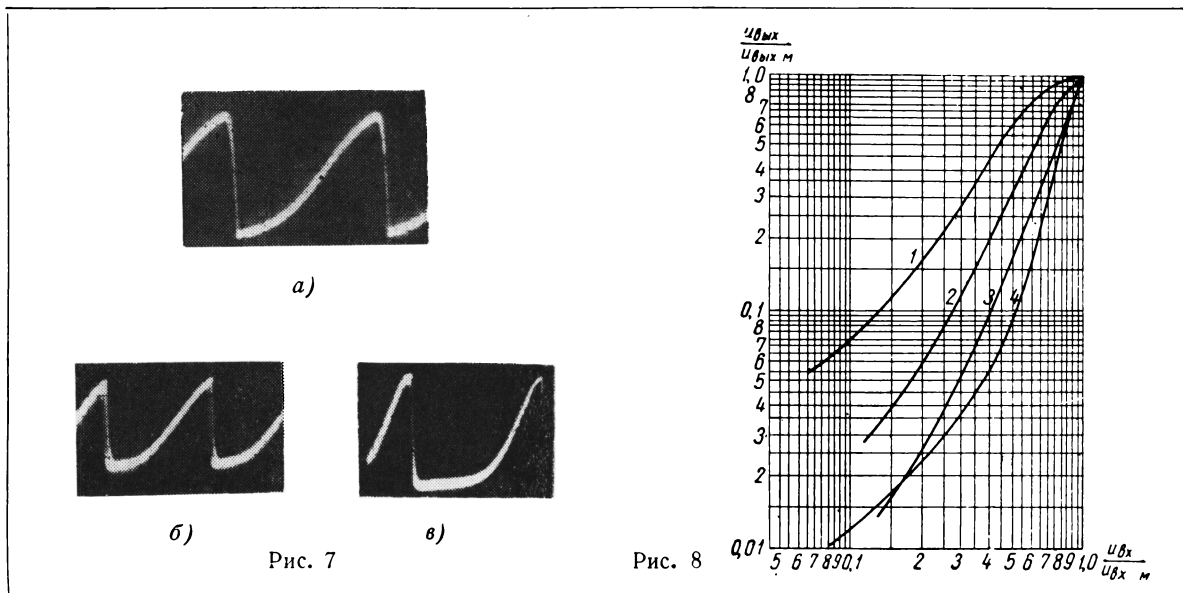


Рис. 7

Рис. 8

На рис. 8 в логарифмическом масштабе в относительных единицах представлены анодно-сеточная характеристика лампы 6ЖЗП (кривая 4) и амплитудные характеристики исследуемого корректора, построенные по данным осциллограмм рис. 7 (кривые 1, 2, 3). Приведенные кривые свидетельствуют о том, что использование параллельного включения ламп позволяет изменять форму амплитудной характеристики в более широких пределах по сравнению со схемой на одной лампе.

Основным недостатком корректора является то, что при использовании нелинейности нижнего загиба анодно-сеточной характеристики телевизионный сигнал может быть подвергнут лишь преобразованию, определяемому ориентировочно степенной функцией вида

$$u_{\text{вых}} = u_{\text{вх}}^\gamma \quad \text{при } \gamma > 1;$$

т. е. коэффициент передачи такой схемы возрастает с увеличением входного сигнала. В ряде случаев необходимо, чтобы коэффициент γ был меньше 1, а также принимал различные значения с изменением величины входного сигнала (рис. 1, а, 1, в, 1, з).

Усилители с нелинейной анодной нагрузкой

На рис. 9 приведена схема корректора, где нелинейность амплитудной характеристики обуславливается изменением величины анодной нагрузки лампы L_1 . В качестве анодной нагрузки здесь используется внутреннее сопротивление лампы L_2 .

С изменением уровня телевизионного сигнала меняется анодное напряжение лампы L_1 , а следовательно, и потенциал катода лампы L_2 относительно ее анода и, главное, сетки. Изменение потенциала катода лампы приводит к изменению крутизны анодно-сеточной характеристики лампы L_2 , а следовательно, и ее внутреннего сопротивления, ибо каскад на лампе L_2 является каскадом с заземленной сеткой и внутреннее сопротивление этой лампы равно обратному значению ее крутизны.

Таким образом, лампа \mathcal{L}_2 играет роль переменного сопротивления, имеющего свое наибольшее значение при минимальных значениях преобразуемого сигнала. С увеличением входного сигнала коэффициент усиления устройства уменьшается, т. е. коэффициент γ такой схемы меньше 1.

Коэффициент передачи такого устройства определяется из выражения:

$$K = \frac{S_1 R_2}{1 + S_2 R_2}, \quad (8)$$

где S_1 — крутизна лампы \mathcal{L}_1 , S_2 — крутизна лампы \mathcal{L}_2 .

При постоянном значении S_1 форма характеристики передачи определяется формой используемого участка анодно-сеточной характеристики лампы \mathcal{L}_2 и величиной сопротивления R_2 . Сопротивление R_2 включается для обеспечения устойчивой работы схемы. При запертой лампе \mathcal{L}_2 через это сопротивление подается анодное напряжение на лампу \mathcal{L}_1 .

Существенным недостатком корректора, собранного по описанной схеме, является сильная зависимость характера преобразования от изменения величин подводимых к схеме постоянных напряжений.

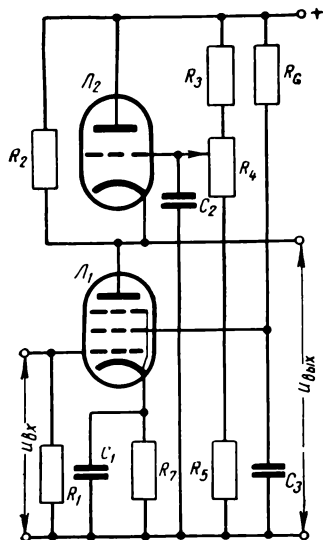


Рис. 9

Однокаскадные усилители с нелинейными обратными связями

а) Принцип работы корректоров

На рис. 10 приведена схема корректора контраста с нелинейной отрицательной обратной связью по току. Нелинейная обратная связь, имеющая своим назначением создание нелинейной амплитудной характеристики, достигается за счет включения параллельно катодному сопротивлению R_1 диодов.

При значениях телевизионного сигнала, соответствующих уровню черного (при положительной полярности сигнала), диоды ток не проводят. Диоды начинают проводить ток тогда, когда напряжение сигнала на катode u_k не становится равным начальному напряжению смещения E_c , при этом противосвязь определяется проводимостью параллельно соединенных сопротивлений R и внутреннего сопротивления соответствующего диода.

Таким образом, изменение уровня входного сигнала приводит к изменению коэффициента отрицательной обратной связи, а следовательно, и к изменению коэффициента передачи устройства. Чем больше проводимость диодов, тем больше коэффициент усиления каскада, т. е. коэффициент γ больше 1.

В целях более близкого приближения к требуемой характеристике передачи корректора параллельно сопротивлению подключается не 2, а большее число диодов. Для регулировки формы амплитудной характеристики устройства необходимо предусмотреть возможность изменения величин напряжений смещения. Этой же цели служат переменные сопротивления, включающиеся последовательно с диодами.

На рис. 11 приведена схема корректора, которая позволяет получить амплитудную характеристику с переменным значением γ ; характер изменения коэффициента усиления с изменением входного сигнала соответствует рис. 1, в. Подчеркивание наиболее темных деталей производится за счет нелинейной обратной связи анодной цепи с сеточной через элементы схемы D_1 и D_2 , а за счет нелинейной обратной связи по катодной цепи происходит подчеркивание деталей наиболее светлых участков изображений.

б) Коэффициент передачи корректора с нелинейной обратной связью по катодной цепи

В случае применения триода коэффициент передачи по анодной нагрузке равен

$$K_a = \frac{u_{\text{вых}}}{u_{\text{вх}}} = \frac{\mu Z_a}{R_i + Z_a + (1 + \mu) Z_k}. \quad (9)$$

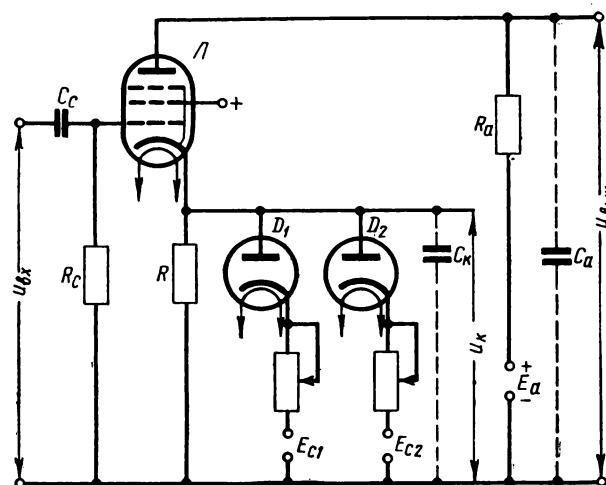


Рис. 10

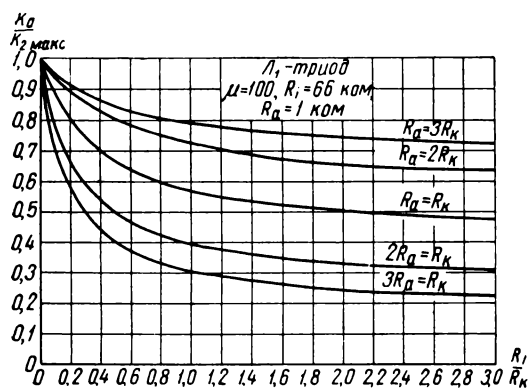


Рис. 12

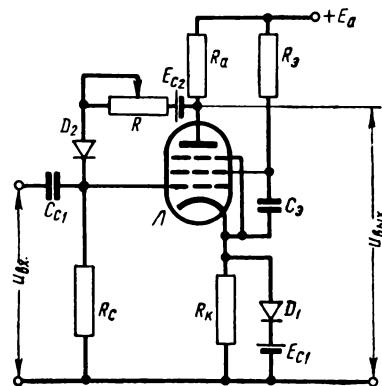


Рис. 11

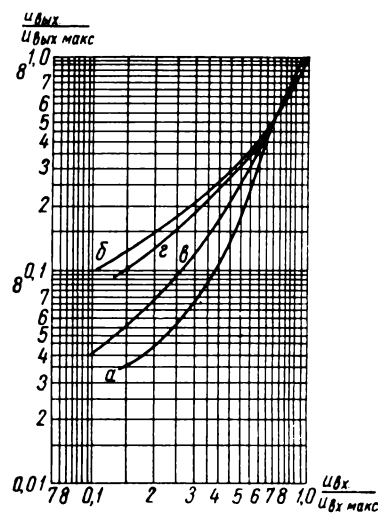


Рис. 13

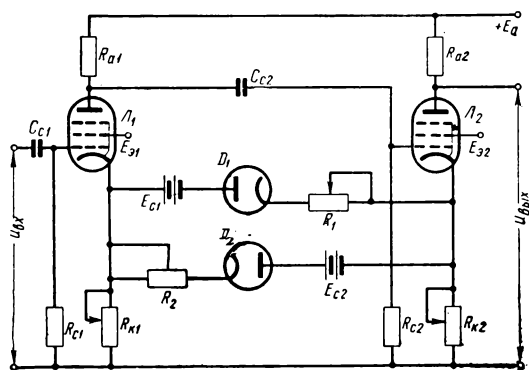


Рис. 14

Для схемы рис. 10 величина Z_k определяется из выражения:

$$Z_k = \frac{R_1 R_{i1} R_{i2}}{R_1 R_{i1} + R_1 R_{i2} + j\omega C_k R_1 R_{i1} R_{i2}},$$

а величина Z_a определяется так:

$$Z_a = \frac{R_a}{1 + j\omega C_a R_a}.$$

В случае применения пентода коэффициент передачи определится выражением:

$$K = \frac{SR_a + j\omega SR_a R_k C_k}{(1 + SR_k - \omega^2 C_a C_k R_k R_a) + j\omega (C_k R_k + C_a R_k + SC_a R_a R_k)}. \quad (10)$$

Из выражений для коэффициентов передачи следует, что характер изменения коэффициента усиления с изменением входного сигнала зависит от характера изменения сопротивлений R_{11} и R_{12} шунтирующих сопротивление R_1 .

В случае применения пентода форма характеристики передачи не зависит от величины сопротивления нагрузки в анодной цепи лампы.

В случае использования в схеме триода форма характеристики передачи существенным образом зависит от соотношения величин сопротивлений R_a и R_k . Последнее иллюстрируется графиками рис. 12.

в) Результаты эксперимента

Экспериментально исследовался корректор контраста, собранный по схеме рис. 10. В схеме использовались оба диода лампы типа 6Х2П, в качестве усилительной лампы применялась лампа типа 6Ж4. Определялась характеристика передачи устройства при следующих параметрах схемы и режимах работы: $R_{k1} = 0 \div 2 \text{ ком}$; $R_1 = 0 \div 2 \text{ ком}$; $R_2 = 0 \div 1 \text{ ком}$; $R_a = 1 \text{ ком}$; $E_a = 250 \text{ в}$; $u_{вх м} = 10 \text{ в}$.

На рис. 13 приведены характеристики передачи, полученные с помощью установки, блок-схема которой приведена на рис. 6. Из рассмотрения этих характеристик следует, что коэффициент γ может регулироваться в пределах от 1 до 2,3.

Двухкаскадный усилитель с нелинейными обратными связями

а) Принцип работы корректора

Схема корректора приведена на рис. 14. Корректор представляет собой двухкаскадный усилитель с отрицательной обратной связью по току в каждом из каскадов через сопротивления R_{k1} и R_{k2} и положительной межкаскадной связью по катодным цепям через нелинейные элементы D_1 и D_2 (в данном случае это электровакуумные диоды).

Схема работает следующим образом. Подбирается такой режим работы, при котором лампа \mathcal{L}_2 проводит больший ток по сравнению с лампой \mathcal{L}_1 , если входной сигнал равен нулю. Если при этом величины сопротивлений в цепях катодов ламп равны между собой, то потенциал катода диода D_1 выше потенциала его анода на величину $u_{k2} - u_{k1}$ и диод D_1 ток не проводит. При этих же условиях потенциал анода диода D_2 выше потенциала его катода и диод D_2 проводит ток.

Подадим на вход схемы периодический линейно-нарастающий сигнал. При увеличении входного сигнала увеличивается ток i_{a1} , а следовательно, возрастает и падение напряжения на сопротивлении R_{k1} . Одновременно происходит уменьшение падения напряжения на сопротивлении R_{k2} . Таким образом, разность потенциалов между анодами и катодами диодов изменяется под двойным воздействием изменений напряжений u_{k1} и u_{k2} .

Уменьшение разности потенциалов между электродами диодов при возрастании входного сигнала приводит к увеличению внутреннего сопротивления диода D_2 и соответственно к увеличению эквивалентного сопротивления в цепи катода лампы \mathcal{L}_2 . Увеличение этого сопротивления приводит к увеличению отрицательной обратной связи и соответственно к уменьшению коэффициента усиления каскада.

Дальнейшее увеличение входного сигнала приводит к тому, что падение напряжения на сопротивлении R_{k1} оказывается равным, а затем и большим падения напряжения на сопротивлении R_{k2} . При этом диод D_2 запирается, а диод D_1 начинает проводить ток. По мере последующего роста входного сигнала проводимость диода D_1 возрастает, а вместе с этим увеличивается и коэффициент усиления каскада на лампе \mathcal{L}_1 , ибо величина сопротивления в цепи отрицательной обратной связи при этом уменьшается.

Прохождение телевизионного сигнала через подобный корректор приводит к подчеркиванию наиболее светлых и наиболее темных деталей изображения, т. е. коэффициент γ амплитудной характеристики является здесь переменной величиной.

Форму амплитудной характеристики можно регулировать в широких пределах, если последовательно с диодами включить переменные сопротивления и регулируемые напряжения смещения. Еще более широкие пределы изменения формы характеристики передачи могут быть получены путем подключения параллельно диодам D_1 и D_2 ряда других диодов с последовательно включенными переменными сопротивлениями и регулируемыми напряжениями смещений, а также сделав сопротивления R_{K1} и R_{K2} в цепях катодов ламп переменными.

б) Коэффициент передачи устройства

Ввиду того что сопротивления диодов плавно изменяются в некоторых пределах изменения входного напряжения, а при некоторых значениях последнего они запираются, то последовательное соединение сопротивлений с диодами можно представить в виде переменных сопротивлений, коммутируемых переключателями K_1 и K_2 (рис. 15).

Рассмотрим работу схемы для того случая, когда происходит увеличение контраста наиболее ярких деталей изображения. В этом случае диод D_1 открыт, а диод D_2 ток не проводит, т. е. $R_{D2} = \infty$. Таким образом можно считать, что переключатель K_1 замкнут, а K_2 — разомкнут.

Используя известные выражения для анодных токов электронных ламп, получим следующую систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} i_{a1} &= S_1(u_{вх} - i_{K1}R_{K1}); \\ i_{a1} &= i_{K1} + i_{D1}; \\ i_{K1}R_{K1} - i_{D1}Z_{D1} + i_{K2}R_{K2} &= 0; \\ i_{a2} &= S_2(i_{a1}Z_a - i_{K2}R_{K2}); \\ i_{a2} &= i_{K2} + i_{D2}, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

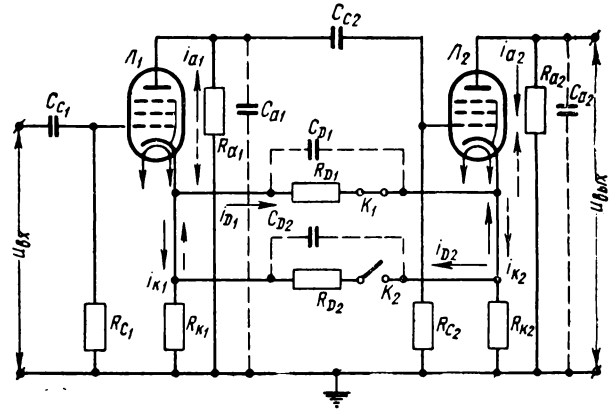


Рис. 15

где S_1 и S_2 — крутизна анодно-сеточных характеристик первой и второй ламп;

$$Z_{a1} = \frac{R_{a1}}{1 + j\omega C_{a1}R_{a1}}; \quad Z_{D1} = \frac{R_{D1} + R_1}{1 + j\omega C_{D1}(R_{D1} + R_1)}; \quad R_{D1} = f(u_{вх}).$$

Решая систему уравнений (11) относительно анодного тока второй лампы i_{a2} , получим следующее выражение для коэффициента передачи устройства по анодной нагрузке:

$$K_a = \frac{S_1 S_2 Z_{a2} (Z_{a1} R_{K1} + Z_{a1} Z_{D1} + Z_{a1} R_{K2} + R_{K1} R_{K2})}{(1 + S_2 R_{K2}) [R_{K1} + (R_{K2} + Z_{D1})(1 + S_1 R_{K1})] - S_2 R_{K2} [S_1 Z_{a1} R_{K1} + R_{K2} (1 + S_1 R_{K1})]}. \quad (12)$$

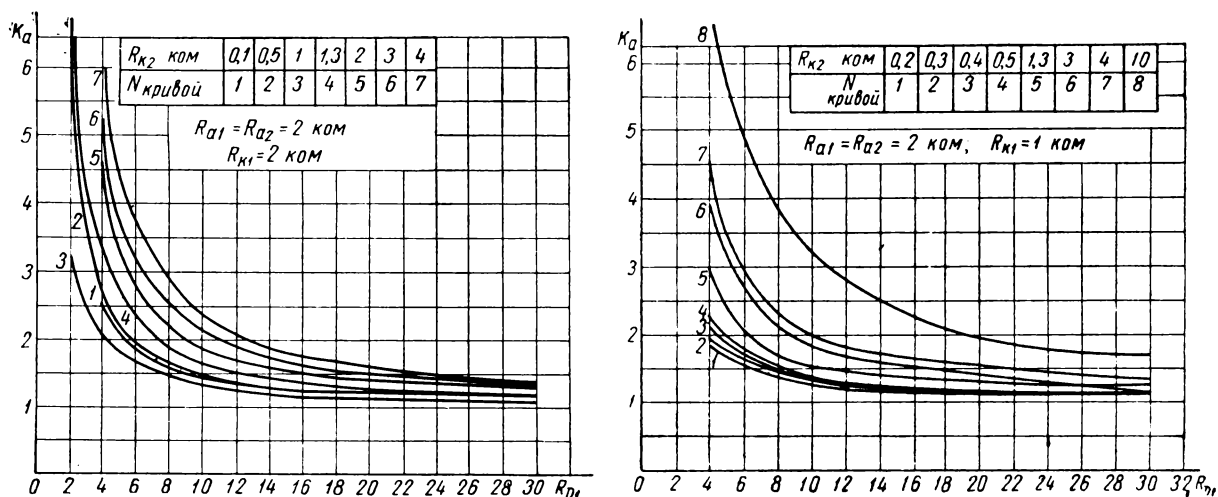
Коэффициент передачи при замкнутом K_2 и разомкнутом K_1 будет:

$$K_a = \frac{S_1 S_2 Z_{a2} (Z_{a1} R_{K1} + Z_{a1} Z_{D2} + Z_{a1} R_{K2} + R_{K1} R_{K2})}{(1 + S_2 R_{K2}) [R_{K1} + (R_{K2} + Z_{D2})(1 + S_1 R_{K1})] - S_2 R_{K2} [S_1 Z_{a1} R_{K1} + R_{K2} (1 + S_1 R_{K1})]}. \quad (13)$$

Наличие междуэлектродных емкостей C_{D1} и C_{D2} приводит к тому, что создается подъем усиления в области высоких частот. Это позволяет произвести компенсацию частотных искажений, обусловливаемых наличием междуэлектродных емкостей C_{a1} и C_{a2} , что, в свою очередь, устраняет необходимость включения специальной корректирующей цепочки в анодные цепи ламп или же упрощает последние.

Из приведенных выражений для коэффициентов передачи устройства трудно судить о влиянии отдельных параметров схемы на форму амплитудной характеристики. О влия-

нии соотношения параметров элементов схемы корректора контраста на форму амплитудной характеристики наглядно свидетельствуют графики, приведенные на рис. 16. Эти кривые получены по данным расчетов, произведенных по формулам (12), (13).



в) Результаты эксперимента

Экспериментально исследовался корректор контраста, электрическая схема которого приведена на рис. 14; метод получения характеристики передачи устройства тот же, что и описанный выше.

На рис. 17 приведены осциллограммы выходных сигналов, соответствующих различным значениям параметров схемы корректора. По данным этих осциллограмм построены характеристики передачи в относительных единицах и логарифмическом

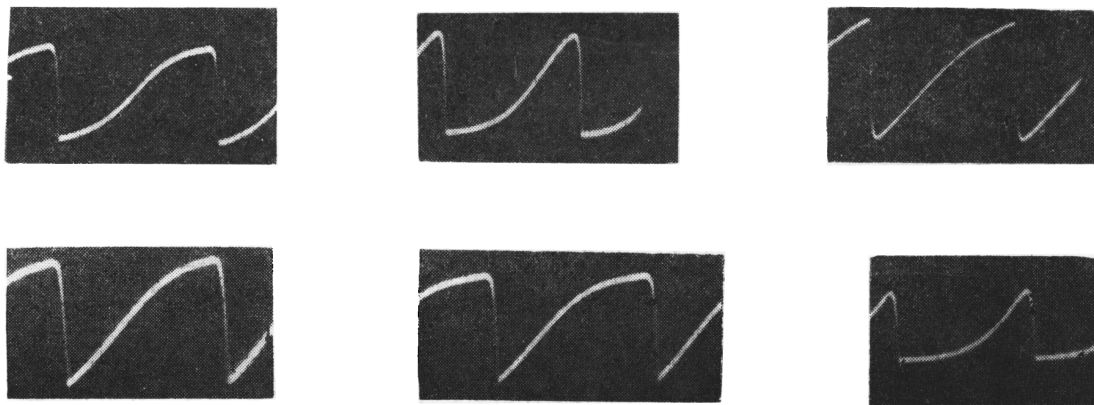
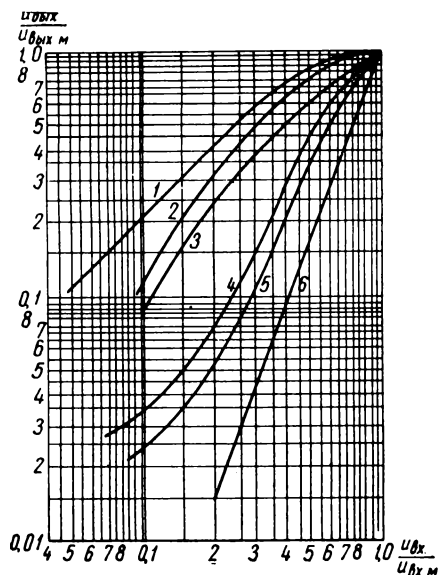


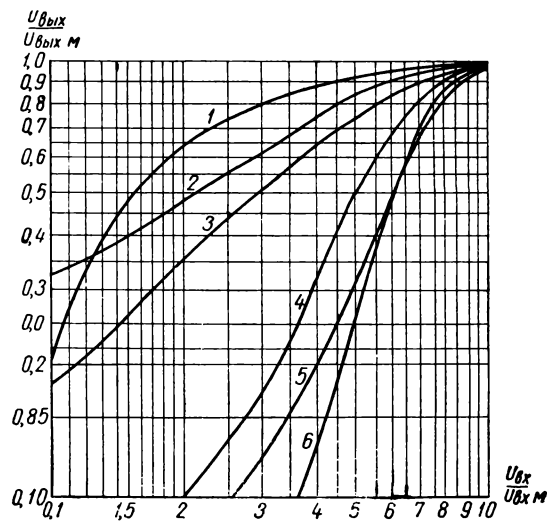
Рис. 17

масштабе (рис. 18,а). На рис. 18,б приведены характеристики передачи, соответствующие другим значениям регулируемых параметров исследуемого устройства.

Корректор контраста был испытан в действующем канале с разверткой бегущим лучом. Корректор работал устойчиво и позволял регулировать соотношение составляющих телевизионного сигнала в широких пределах.



а)



б)

Рис. 18

Двухканальные схемы корректоров контраста

В настоящее время находят применение двухканальные схемы корректоров контраста. Необходимость в использовании двухканальных схем обуславливается рядом причин.

В любой из вышеописанных схем корректоров контраста изменение параметров схемы, направленное на изменение формы амплитудной характеристики, связано с нарушением постоянства уровня выходного сигнала.

Поддержание постоянного уровня выходного сигнала при изменении характера преобразования электрического сигнала можно обеспечить применением двухканального устройства, блок-схема которого приведена на рис. 19, а.

Видеосигнал подается одновременно на вход двух устройств, форма амплитудных характеристик которых в процессе эксплуатации остается неизменной. Преобразованные этими двумя каналами сигналы суммируются на потенциометре R . Если размах выходных сигналов этих двух каналов сделать одинаковым, то изменение положения движка потенциометра не изменит общего размаха видеосигнала. Результирующий характер преобразования видеосигнала при этом будет зависеть от положения движка потенциометра. Если коэффициент γ_1 одного канала < 1 , а второго $\gamma_2 = 1$, то результирующий коэффициент характеристики передачи будет $\gamma_p \leq 1$. Если сделать $\gamma_1 < 1$, а $\gamma_2 > 1$, то результирующий коэффициент γ_p может принимать значения от γ_1 до γ_2 . При постоянных значениях коэффициентов γ_1 и γ_2 каналов 1 и 2 по диапазону рабочих напряжений коэффициент γ_p будет менять свою величину по диапазону используемых напряжений в некоторых пределах, что является основным недостатком двухканальных схем корректоров контраста.

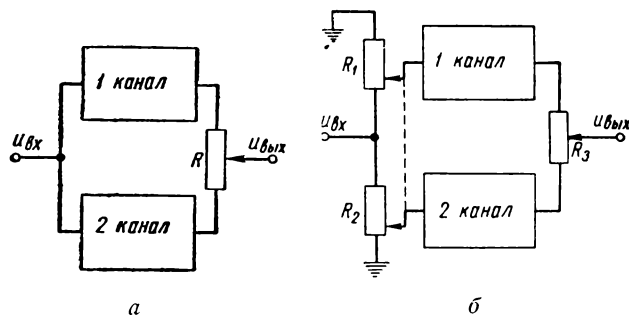


Рис. 19

Регулировка результирующей характеристики передачи может быть осуществлена уменьшением входного сигнала одного канала при одновременном увеличении входного сигнала второго канала. Последнее может быть осуществлено подключением к входу двухканального корректора контраста последовательно соединенных потенциометров (рис. 19,б).

Другая цель применения двухканальных корректоров — осуществление частотно-зависимого нелинейного преобразования сигнала. Применение частотно-зависимых корректоров контраста направлено на перераспределение энергии в спектре флуктуационных шумов, осуществляемое для увеличения отношения сигнал/шум.

Заключение

Рассмотрение электрических схем, выражений для коэффициентов передачи и результатов экспериментального исследования различных корректоров контраста позволяет судить об их относительных достоинствах и недостатках.

Наиболее простыми и вместе с тем наиболее несовершенными, на наш взгляд, являются корректоры контраста, представляющие собой нелинейные делители напряжения.

Из устройств, использующих нелинейность анодно-сеточных характеристик ламп, необходимо выделить корректоры контраста на параллельно включенных лампах. Такие корректоры позволяют в широких пределах регулировать амплитудные характеристики телевизионных систем; при этом коэффициент γ может принимать значения ≤ 1 . Если к схеме корректора предъявляется требование обеспечения постоянства коэффициента по диапазону рабочих напряжений, то данное устройство может хорошо удовлетворить этому требованию.

Обязательным элементом любой схемы корректора контраста является фиксирующая цепь (цепь привязки уровня телевизионного сигнала). Если используется большое количество параллельно включенных ламп, то в цепи сетки каждой из этих ламп необходимо устанавливать фиксирующую цепь, что делает схему корректора громоздкой.

При рассмотрении характеристик передачи корректоров контраста с нелинейными обратными связями видно, что однокаскадный корректор контраста с нелинейной обратной связью по катодной цепи обладает нелинейными характеристиками, построенными в логарифмическом масштабе, т. е. подобные корректоры контраста имеют переменное значение коэффициента γ по используемому диапазону напряжений.

Из всех приведенных схем корректоров лучшие результаты были получены от двухкаскадного корректора контраста с нелинейными обратными связями по катодным цепям. Как видно из приведенных характеристик передачи, корректор обладает свойством универсальности, т. е. форма амплитудной характеристики его может регулироваться в очень широких пределах простыми средствами. Корректор контраста может иметь амплитудную характеристику с постоянным значением коэффициента γ , как большим, так и меньшим единицы в широких пределах изменения напряжения сигнала. Кроме того, коэффициент γ может быть переменным по диапазону рабочих напряжений сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Однолько В. В., Кандидатская диссертация, ЛЭИС, 1950.
2. Богатов Г. Б. Труды ЛИАП, вып. 18, 1958.
3. Bagasket A. I., Electronics, 1954, July.
4. Джакония В. Е., Сборник трудов ЛЭИС, вып. II (32), 1957.
5. F. H. I. van der Poel, I. I. P. Valetton, Philips Reviewiv. 15, Febr, 1954.
6. Shade O. ISMPTE, 1951, Febr.
7. Богатов Г. Б., Техника кино и телевидения, 1957, № 8.
8. Богатов Г. Б., Труды ЛИАП, вып. 23, 1958.
9. Traub E. H. Fisher I. F. Electronics, 1954, August.
10. Schonfebder. H., AEU, 1956, № 12.
11. Богатов Г. Б., Радиотехника, 1959, № 4.

ГЕНЕРАТОРЫ СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ НА ТРАНЗИСТОРАХ

Произведено технико-экономическое сравнение трех известных схем строчной развертки на транзисторах. Отмечена целесообразность применения схемы с двухсторонним ключом при больших разрывных мощностях, а также схемы Гуджи и схемы Катаева при малых. Для рассмотренных схем получены расчетные соотношения, которые экспериментально проверены для схемы Гуджи и дали погрешность, не превышающую 20%.

Введение

Для отклонения луча в кинескопе требуется лишь реактивная энергия в виде переменного магнитного поля отклоняющих катушек. Тем не менее генератор строчной развертки в современных телевизионных приемниках потребляет значительную мощность, которая вызвана потерями в схеме, ее несовершенством. На пути уменьшения этой мощности новые возможности открывают транзисторы. В идеальном случае схема генератора содержит только реактивные элементы и ключи, коммутирующие их. Колебания в схеме происходят за счет обмена энергией между реактивными элементами.

Потери энергии, наблюдающиеся в реальных генераторах, вызываются наличием сопротивления ключа и активного сопротивления катушки. В ламповых схемах сопротивления ключей (выходной лампы и гасящего диода) являются основными источниками потерь. Кроме этого, сопротивление ключей вызывает нелинейность прямого хода из-за экспоненциального характера изменения тока. Следовательно, применение ключей более эффективных, чем лампы, позволит снизить потери и улучшить линейность. Такими ключами являются транзисторы.

Обычно конструирование генераторов строчной развертки на транзисторах рассматривается лишь как результат естественного стремления воспроизвести телевизионные схемы на полупроводниковых триодах. Гораздо важнее то, что в реактивных ключевых схемах транзисторы могут дать принципиально лучшие результаты, чем лампы.

Разрывная мощность и работа ключа

Замкнутый ключ может пропустить максимальный ток $I_{\text{мк}}$ и выдержать в разомкнутом состоянии без повреждения (пробоя) максимальное напряжение $U_{\text{мк}}$. Произведение

$$P_{\text{мк}} = I_{\text{мк}} U_{\text{мк}} \quad (1)$$

называется разрывной мощностью ключа [1]. Схему нужно рассчитывать так, чтобы требования к разрывной мощности ключа не превышали допустимых.

Для конкретного типа кинескопа путем расчета может быть получена величина максимальной энергии W магнитного поля, которое необходимо создать в отклоняющих катушках для полной развертки экрана. При этом ток в катушках имеет, например, форму, показанную на рис. 1. В действительности ток может быть несимметричен и содержать постоянную составляющую, ее может иметь и напряжение.

Несимметричность существенной роли не играет, а постоянная составляющая, изменяющая положение раstra на экране, обычно компенсируется путем специальной центровки, поэтому в дальнейших рассуждениях мы считаем ее равной нулю. Обозначим размах тока и напряжения через $I_{\text{мм}}$

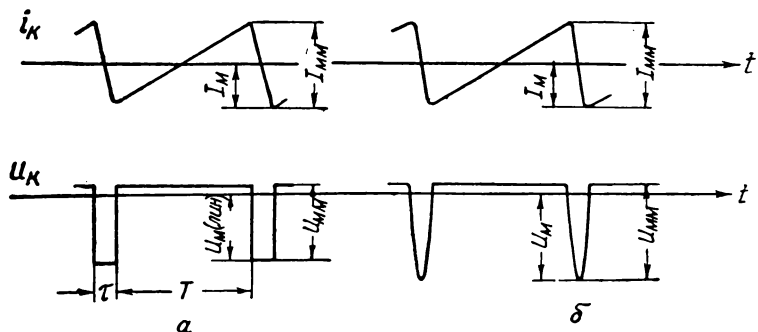


Рис. 1

и $U_{\text{мм}}$ соответственно и с их помощью определим максимальные мгновенные значения переменной составляющей тока и напряжения для случая линейного обратного хода (обозначения см. на рис. 1, а):

$$I_{\text{м}} = \frac{I_{\text{мм}}}{2}; \quad (2)$$

$$U_{\text{м (лин)}} = U_{\text{мм}} \left(\frac{1}{1 + \frac{\tau}{T}} \right). \quad (3)$$

При любой форме обратного хода можно записать

$$U_{\text{м}} = U_{\text{м (лин)}} \cdot K, \quad (4)$$

где K — коэффициент формы. Для линейного обратного хода $K=1$, если обратный ход равен половине синусоиды, $K=1,57$.

Эти же величины легко определить через максимальную энергию

$$I_{\text{м}} = \sqrt{\frac{2W}{L}}; \quad (5)$$

$$U_{\text{м (лин)}} = L \frac{2I_{\text{м}}}{\tau} = \frac{\sqrt{8WL}}{\tau}. \quad (6)$$

Конечной задачей является нахождение произведения $I_{\text{мм}} \cdot U_{\text{мм}}$, необходимого в дальнейших расчетах. Для произвольной формы обратного хода справедливо

$$U_{\text{мм}} = U_{\text{м (лин)}} \cdot \left(\frac{\tau}{T} + K \right). \quad (7)$$

Поэтому, используя (5) и (6):

$$\begin{aligned} U_{\text{мм}} \cdot I_{\text{мм}} &= 2I_{\text{м}} U_{\text{м (лин)}} \left(\frac{\tau}{T} + K \right) = \\ &= \frac{8W}{\tau} \left(\frac{\tau}{T} + K \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Так как $K \geq 1$, и часто можно принять $\frac{\tau}{T} \ll 1$, то

$$U_{\text{мм}} I_{\text{мм}} \simeq \frac{8W}{\tau} \cdot K. \quad (9)$$

Расчет W дан в [2].

Работа транзисторов в ключевом режиме

Ключевые свойства транзистора характеризуются прежде всего его разрывной мощностью $P_{\text{мк}}$. Она определяет пригодность транзистора для получения нужного отклоняющего поля при той или иной схеме развертки.

Основные трудности при конструировании генераторов строчной развертки заключаются в низкой разрывной мощности современных транзисторов. В качестве

ключа наиболее подходят мощные низкочастотные транзисторы, сопротивление которых в закрытом состоянии составляет десятки килоом, а в открытом — доли ома, отсюда малые потери в схеме и высокая линейность тока.

В настоящее время конструкторская мысль развивается по двум направлениям: во-первых, в направлении повышения разрывной мощности триодов и, во-вторых, создания таких схем строчной развертки, которые не требуют большой разрывной мощности ключа. В опубликованных схемах со значительной разрывной мощностью используются образцы транзисторов, специально отобранных из большого числа серийных.

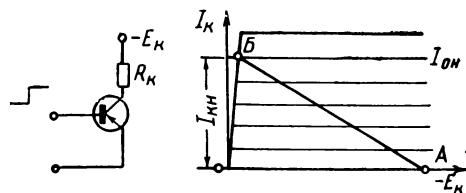


Рис. 2

Процесс переключения заключается в быстром переходе транзистора из режима отсечки в режим насыщения, т. е. из точки А в точку В (рис. 2). Чтобы перевести транзистор в режим насыщения, необходимо на вход его подать ток $i_o \geq i_{\text{он}}$.

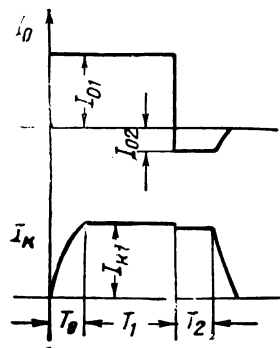


Рис. 3

Переходные процессы при создании прямоугольного импульса тока в основании показаны на рис. 3.

За время T_0 транзистор переходит в режим насыщения. К концу времени T_1 импульс тока в основании прекращается, но накопленные в объеме германия носи-

тели заряда еще некоторое время поддерживают ток коллектора, они создают также обратный ток i_{02} .

Время нарастания зависит от характера нагрузки, граничной частоты, отношения тока, вводимого в основание, к току коллектора и коэффициента усиления по току β . Последние две величины взаимосвязаны, и их влияние на время нарастания можно пояснить следующим образом.

Чтобы перевести транзистор в режим насыщения, ток основания нужно довести до величины (см. рис. 2):

$$i_{0н} = \frac{i_{кн}}{\beta},$$

при этом время нарастания будет T_0 (см. рис. 3). Если взять ток больше $i_{0н}$, то тем самым в момент включения концентрация носителей заряда у эмиттерного перехода возрастает, разность концентраций на переходах увеличивается, а это способствует более быстрому насыщению коллекторного перехода. Таким образом, увеличение тока основания против необходимого уменьшает время переключения. Такое форсирование режима требуется лишь на время T_0 .

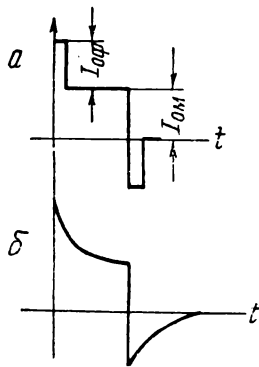


Рис. 4

В установившемся режиме повышенный ток основания приводит лишь к бесполезной потере мощности. С этой точки зрения рациональная форма входного коммутирующего импульса будет подобной изображенной на рис. 4, а [3]. Технически более просто получить форму импульса, показанную на рис. 4, б.

Выброс тока в отрицательную область позволяет быстрее „отсосать“ накопленные в основании заряды и уменьшить время T_2 .

Исходя из сказанного, ток основания можно представить так:

$$i_0 = i_{0ф} + i_{0н} = i_{0ф} + \frac{i_{кн}}{\beta}$$

и соответственно входную мощность:

$$P_{вх} = P_{вх.д} + P_{вх.н},$$

где $P_{вх.д}$ — дополнительная мощность для улучшения режима переключения, т. е. мощность „форсирующего“ и „отсасывающего“ импульсов.

В отличие от $P_{вх.н}$, мощность $P_{вх.д}$ в настоящее время рассчитать не удается, но достоверную величину $P_{вх.д}$ можно узнать из эксперимента. Очевидно, что чем меньше необходимое время включения и чем большую часть периода транзистор находится в открытом состоянии, тем больше требуется входная мощность. Обеспечение больших значений $P_{вх}$ всегда затруднительно, потому $P_{вх}$ наряду с $P_{мк}$ служит одним из критериев технико-экономической оценки схемы строчной развертки.

Схема с двухсторонним ключом

Наиболее простая транзисторная схема, описанная в [4], представлена на рис. 5. Ключ $K1$ замкнут на протяжении всего прямого хода. Ток в катушке нарастает линейно:

$$I_L = \frac{E}{L_K} t. \quad (10)$$

Конденсатор C заряжен до напряжения источника питания E . В момент t_1 ключ размыкается. В колебательном контуре ток изменяется косинусоидально. Примерно через полпериода, в момент t_2 , ключ снова замыкается и процесс повторяется. Заметим, что ключ $K1$ — двухсторонний, он пропускает ток в двух направлениях. В положительный полупериод энергия накапливается в катушке за счет источника питания E , а в отрицательный полупериод возвращается в этот источник питания.

На практике пилообразный ток имеет постоянную составляющую, обусловленную потерями, и $I_{мк}$ равен 60% от $I_{мм}$. Чтобы уменьшить обратное пиковое напряжение на ключе путем линеаризации обратного хода, применяется схема сложного контура с подмешиванием третьей гармоники [4], в результате чего импульс напряжения становится близким к прямоугольному и уменьшается на 30% (рис. 6).

Подсчитаем разрывную мощность на ключе. Максимальный ток, проходящий через ключ,

$$I_{MK} \simeq 0,6 I_{MM}. \quad (11)$$

Отсюда

$$P_{MK} \simeq 0,6 I_{MM} U_{MM}. \quad (12)$$

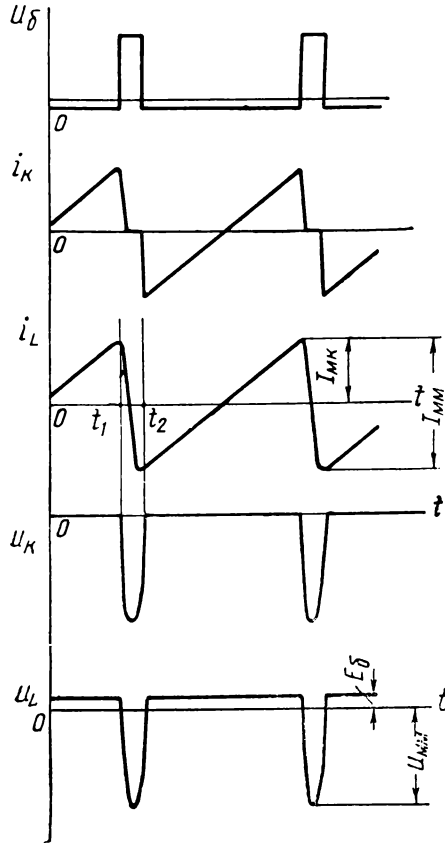
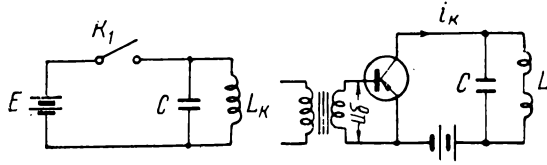


Рис. 5

Потери в схеме можно представить в виде эквивалентных сопротивлений $R_{эТ}$ и $R_{эК}$ для времени прямого и обратного хода соответственно.

При этом закон изменения тока во время прямого хода может быть записан так (рис. 7):

$$I = \left(-I_0 - \frac{E}{R_{эТ}} \right) e^{-\frac{R_{эТ}}{L_K} t} + \frac{E}{R_{эТ}} \quad (13)$$

или при небольшой нелинейности

$$I = -I_0 + I_0 \frac{R_{эТ}}{L_K} t + \frac{E}{L_K} t. \quad (14)$$

Учитывая, что при $t = T$, $I = I_T$, а также $I_{MM} = I_0 + I_T$, можно записать:

$$I_T = -I_0 + I_0 \frac{R_{эТ}}{L_K} T = \frac{E}{L_K} T; \quad (15)$$

$$I_{MM} = I_0 \frac{R_{эТ}}{L_K} T + \frac{E}{L_K} T. \quad (16)$$

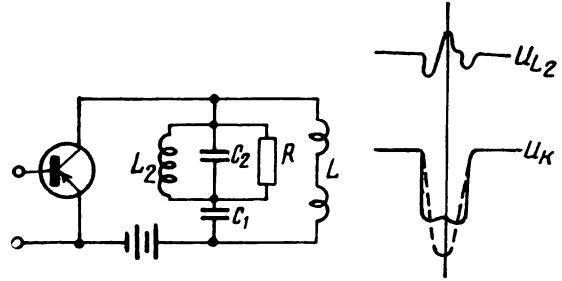


Рис. 6

У схемы с малыми потерями постоянная составляющая невелика, поэтому, положив $I_0 \simeq 0,5 I_{MM}$, из (16) найдем:

$$E \simeq I_{MM} \left(\frac{L'_K}{T} - 0,5 R_{эТ} \right). \quad (17)$$

Теперь не представляет трудности и вычисление мощности, потребляемой от источника питания,

$$P_0 = \frac{1}{T + \tau} \int_0^{T + \tau} I^2 dt. \quad (18)$$

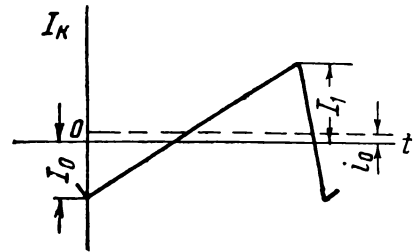


Рис. 7

Выражение (18) расшифровывается таким образом:

$$P_0 = \frac{I_{MM}^2}{12} \cdot \frac{R_{эТ} T}{T + \tau} + \frac{I_{MM}^2 R_{эТ} \tau}{T + \tau}. \quad (19)$$

Для прикидочного расчета в предположении $\tau \ll T$ справедливо:

$$P_0 \approx \frac{I_{\text{мм}}^2}{12} R_{\text{эт}}. \quad (20)$$

В схеме может быть получена высокая линейность тока — 5% и меньше. Можно показать, что коэффициент нелинейности тока может быть найден с помощью выражения:

$$\xi = \frac{I_{\text{мм}} R_{\text{эт}}}{E - I_{\text{т}} R_{\text{эт}}} \approx \frac{I_{\text{мм}} R_{\text{эт}}}{E}. \quad (21)$$

К недостаткам схемы можно отнести высокую мощность, необходимую для переключения. Так, по данным [4], пиковая мощность, подводимая к предконечному каскаду, составляет 2 *вт*. Это вызвано, во-первых, тем, что большую часть периода (прямой ход) транзистор поддерживается в открытом состоянии, во-вторых, время переключения не должно превышать 1 ÷ 2 *мксек*. Кроме того, процесс выключения здесь затруднен, так как он происходит в момент появления высокого обратного напряжения на коллекторе.

Схема имеет и достоинства:

- 1) простота и малое количество деталей;
- 2) высокая линейность тока;
- 3) наиболее полное использование свойств транзисторов (двойная проводимость);
- 4) принципиальная возможность работы без выходного трансформатора непосредственно на низкоомную отклоняющую систему;
- 5) низкая потребляемая мощность.

Схема с трансформатором

В схеме, предложенной проф. С. И. Катаевым [4] (рис. 8, а), ключ *K1*, в качестве которого используется транзистор, замыкается только на время обратного

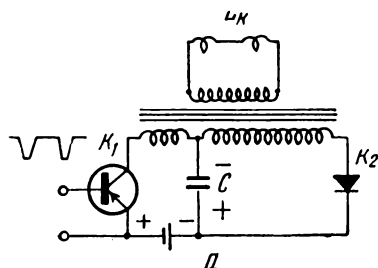
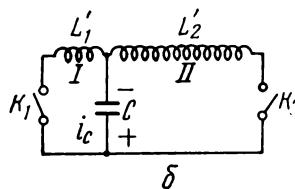


Рис. 8



хода. Ключ *K2* включается автоматически на время прямого хода. В установившемся режиме колебаний конденсатор большой емкости *C* имеет заряд с полярностью,

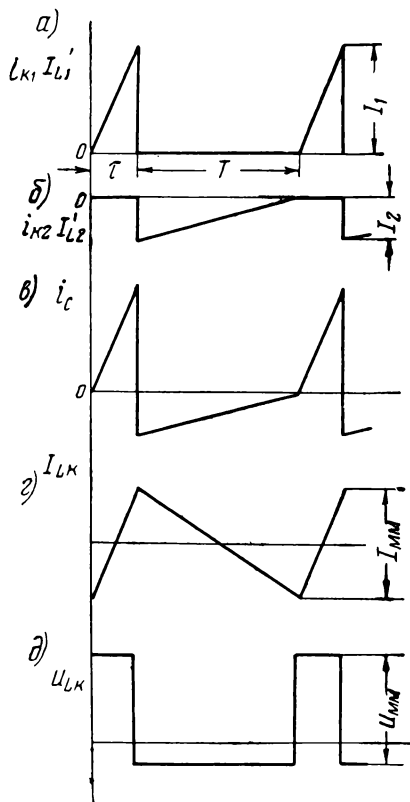


Рис. 9

показанной на схеме. При коэффициенте связи между обмотками, близком к 1, изображение схемы можно упростить (рис. 8, б), считая, что

$$L'_1 = L_K n_1^2, \quad L'_2 = L_K n_2^2, \quad (22)$$

где n_1 и n_2 — коэффициенты трансформации соответствующих обмоток.

Предполагая, что в идеализированной схеме потери энергии отсутствуют, источник питания, предназначенный для компенсации этих потерь, можно удалить. Ключ *K1* замкнут: ток в цепи L'_1 с нарастает линейно (рис. 9).

$$I_1 = \frac{U_C}{L'_1} \tau, \quad (23)$$

и напряжение на обмотке I

$$U_1 = L'_1 \frac{dI'_1}{dt} = U_c. \quad (24)$$

Напряжение на обмотке II складывается с U_c и приложено к диоду в запирающем направлении. При замыкании $K1$ на L'_2 возникает противоэлектродвижущая сила, компенсирующая U_c , и $K2$ замыкается. При этом

$$U_{II} = L'_2 \frac{dI'_2}{dt} = U_c, \quad (25)$$

и появляется ток I_2 . Исходя из того, что энергия магнитного поля, запасенная в сердечнике, меняется непрерывно, можно получить соотношение:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{w_2}{w_1}. \quad (26)$$

Ток через ключ $K2$ уменьшается по закону (рис. 9, б)

$$I'_{L'_2} = I_2 - \frac{U_c}{L'_2} t \quad (27)$$

начало от счета равно τ) и становится равным нулю при $t = T$, следовательно,

$$I_2 = \frac{U_c}{L'_2} T. \quad (28)$$

Используя (23), (28) и (26), имеем

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{\tau}{T}. \quad (29)$$

В отклоняющих катушках ток меняется пилообразно (рис. 9, з), т. е. выполняется условие

$$\frac{I'_{L_1}}{n_1} = \frac{I'_{L_2}}{n_2}, \quad (30)$$

справедливость которого можно доказать подстановкой

$$n_1 = \frac{w_3}{w_1}, \quad n_2 = \frac{w_3}{w_2}, \quad (31)$$

где w_3 — число витков третьей (выходной) обмотки.

Для подсчета разрывной мощности на ключах положим $n_1 = 1$, тогда $I_{MM} = I_1$, $L'_1 = L_K$. Максимальное напряжение на ключе $K1$

$$\left. \begin{aligned} U_{MK1} &= U_c + L'_2 \frac{I_1}{T} \cdot \frac{w_1}{w_2} = \\ &= L_K \frac{I_1}{\tau} + L_K \frac{I_1}{T} = U_{MM} \end{aligned} \right\} \quad (32)$$

и разрывная мощность

$$P_{MK1} = I_{MM} \cdot U_{MM}. \quad (33)$$

Для ключа $K2$

$$I_2 = \frac{I_{MM}\tau}{T},$$

$$\begin{aligned} U_{MK2} &= L_1 \frac{I_{MM}}{\tau} \cdot \frac{T}{\tau} + U_c = \\ &= U_{M(лин)} \left[1 + \frac{T}{\tau} \right] = U_{MM} \frac{T}{\tau}, \end{aligned} \quad (34)$$

$$P_{MK2} = \frac{I_{MM}\tau}{T} \cdot U_{MM} \frac{T}{\tau} = I_{MM} U_{MM}. \quad (35)$$

Ток I_1 разряжает конденсатор, а ток I_2 заряжает его. Если в схеме существуют потери, то разряд превышает заряд, напряжение на конденсаторе постепенно уменьшается до нуля, и схема перестает работать. Для компенсации уменьшения заряда на конденсаторе последовательно с ним включается источник питания E .

Рассмотрим основные достоинства и недостатки схем. К недостаткам относятся:

1) ключи $K1$ и $K2$ должны выдерживать в два раза большую разрывную мощность, чем в предыдущей схеме (при одинаковой величине W);

2) наличие двух ключей;

3) отсутствие возможности работать непосредственно на отклоняющую систему без трансформатора. Однако этот недостаток отпадает, если необходимо получить высоковольтное питание анода кинескопа от схемы развертки.

Отметим важные достоинства схемы:

1) простоту и малое количество деталей;

2) меньшую требуемую мощность раскачки вследствие работы ключа $K1$ в замкнутом состоянии лишь во время обратного хода, а также сравнительно медленного нарастания тока.

3) отсутствие такого источника нелинейности, как асимметрия проводимости ключа в двух направлениях, отмеченного в ранее описанной схеме.

Схема Гуджи

Эта схема транзисторного генератора строчной развертки [5, 6] отличается более сложным циклом циркуляции энергии. Как и в предыдущем случае, источник питания (рис. 10) предназначен лишь для компенсации потерь. В идеализированной схеме он отсутствует.

Начнем рассмотрение работы схемы, предположив, что $K1$ и $K2$ разомкнуты, и в результате предыдущих циклов ра-

боты схемы конденсатор C_2 заряжен до напряжения E_{c2} , а C_1 до E_{c1} . В контуре, состоящем из $L_1 L_2 C_1 C_2$, течет ток $-I_0$. Заметим также, что C_1 — накопительный конденсатор настолько большой емкости, что в процессе работы схемы напряжение на нем практически не меняется, а $C_2 \ll C_1$. Далее L_1 есть индуктивность отклоняющих катушек, и $L_2 \gg L_1$ (L_2 — накопительная индуктивность).

Замыканием $K1$ в момент t_0 образуются две цепи: $C_2 L_1$ и $L_2 C_1$ (рис. 11, а). В первой цепи C_2 разряжается на L_1 , ток нарастает по синусоидальному закону (рис. 12). Во второй цепи катушка L_2 накапливает энергию, отдаваемую емкостью C_1 , здесь ток нарастает практически линейно вследствие больших величин L_2 и C_1 . Когда C_2 разрядится, а ток в отклоняющих катушках перейдет через максимум, напряжение на катушке сменит знак и замкнется ключ $K2$ (диод откроется). Начиная с этого времени (t_1) образуются новые цепи: $L_1 C_1$ и $C_1 C_2$ (см. рис. 11, б).

Конденсатор C_2 зарядится до напряжения на C_1 , а катушка L_1 будет отдавать накопленную энергию в C_1 . Время $t_0 - t_1$ равно τ , после t_1 начинается прямой ход — линейно падающий ток в отклоняющих катушках L_1 .

К следующему характерному моменту времени t_2 ток в L_1 упадет до нуля. В это мгновение прекратится подача управляющего импульса, и ключ $K1$ разомкнется (см. рис. 11, в). Значительная энергия, накопленная в L_2 за время $t_0 - t_2$, будет идти на перезарядку конденсатора C_2 . Ток i_2 поддерживает ключ $K2$ в открытом состоянии, что позволяет линейно падающему току в L_1 перейти через нуль и сменить знак. Ток i_2 течет в запирающем направлении, но в этом нет ничего противоречивого, ибо суммарный ток через диод течет в прямом направлении. Ток i_2 возрастает, а i_1 — уменьшается; когда они сравняются, суммарный ток станет равным нулю, и диод закроется. Это соответствует моменту t_0 , т. е. началу нового периода колебаний. К этому времени C_2 зарядится до своего начального значения, и ток в катушках L_1 и L_2 достигнет величины $-I_0$.

Более детальный анализ дает следующую систему уравнений (36)–(42), описывающую работу схемы:

$$E_{c1} = L_1 \frac{I_{MM}}{T}; \quad (36)$$

$$E_{c2}(t_0) = U_{MK1} - L_1 \frac{I_{MM}}{T}. \quad (37)$$

Обозначив производную от тока по времени $\frac{dI}{dt}$ через \dot{I} , далее можно написать:

$$(\dot{I}_{L1})_{t_0+0} = \frac{U_{MK1}}{L_1} - \frac{I_{MM}}{T}; \quad (38)$$

$$(\dot{I}_{L1})_{t_1-0} = -\frac{I_{MM}}{T}; \quad (39)$$

$$(\dot{I}_{L2})_{t_0+0} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{I_{MM}}{T}; \quad (40)$$

$$(\dot{I}_{L2})_{t_0-0} = \frac{U_{MK1}}{L_2} - \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{I_{MM}}{T}; \quad (41)$$

$$(\dot{I}_{L2})_{t_2+0} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{I_{MM}}{T}. \quad (42)$$

Здесь $t-0$ и $t+0$ обозначают точки слева и справа от t . Напряжение U_{MK1} приложено к ключу $K1$ в заперном направлении и является максимально допустимым обратным напряжением.

Расчет элементов схемы, исходя из (36)–(42), затруднителен, так как требует решения весьма сложных трансцендентных уравнений, но полученные выражения необходимы для правильного понимания работы схемы и построения эпюр напряжений и токов (см. рис. 12). Для выяснения основных энергетических соотношений допустимо предположить, что

$$U_{MK1} \gg L_1 \frac{I_{MM}}{T}, \quad (43)$$

что равносильно следующим предположениям: $I_A = I_1$, $E_{c2}(t_1) = 0$ и другим, которые вытекают из упрощения уравнений (36)–(42). В этом случае форму тока в катушке L_1 и напряжения на ней можно изобразить так (рис. 13):

$$I_{L1} = I_1 \sin(\omega_1 t - \varphi); \quad (44)$$

$$\dot{I}_{L1} = \omega_1 I_1 \cos(\omega_1 t - \varphi). \quad (45)$$

Для ключа $K1$

$$P_{MK1} = (I_0 + I_1) U_{MK1} = I_{MM} U_{MM} \cos \varphi \cong \cong 2 I_M U_{M(лин)} \cdot K \cdot \cos \varphi. \quad (46)$$

Исследуем это выражение, чтобы получить условие минимальной разрывной мощности на ключе. Определим K как отношение максимальной скорости изменения тока к скорости нарастания линейного тока при одинаковой величине I_M (рис. 14):

$$K = \frac{(\dot{I}_{L1})_{\max}}{(\dot{I}_{L1})_{лин}}; \quad (47)$$

$$(\dot{I}_{L1})_{\max} = I_1 \omega_1$$

$$(\dot{I}_{L1})_{лин} = \frac{I_1 + I_0}{\tau}.$$

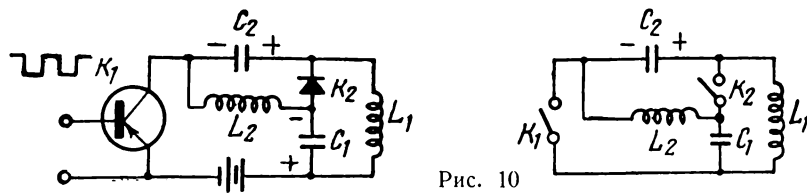


Рис. 10

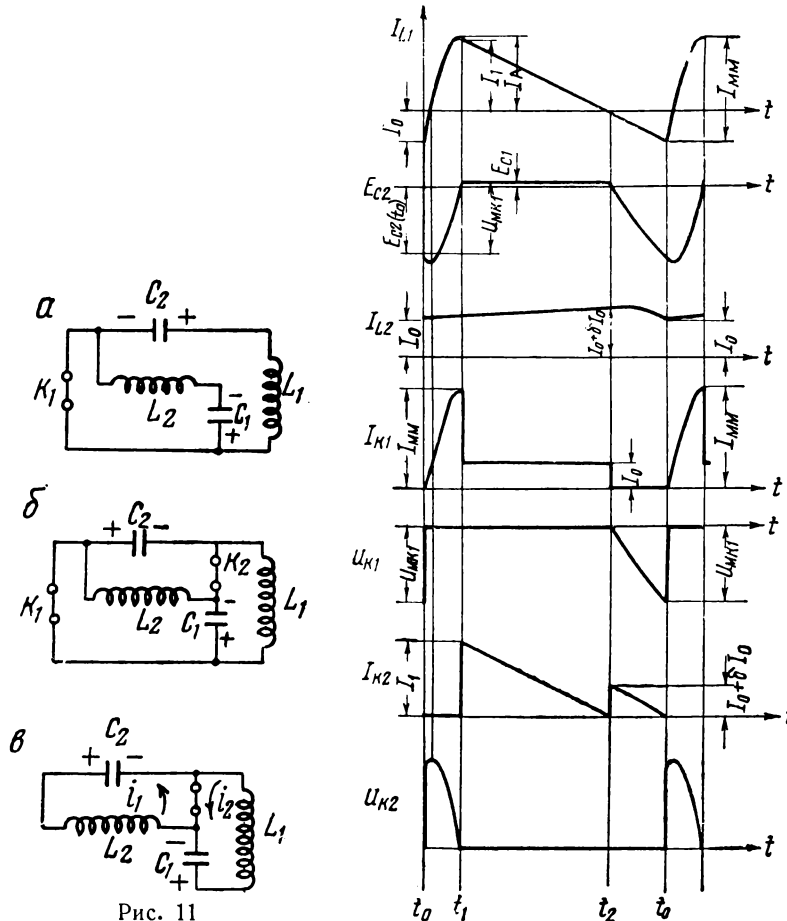


Рис. 11

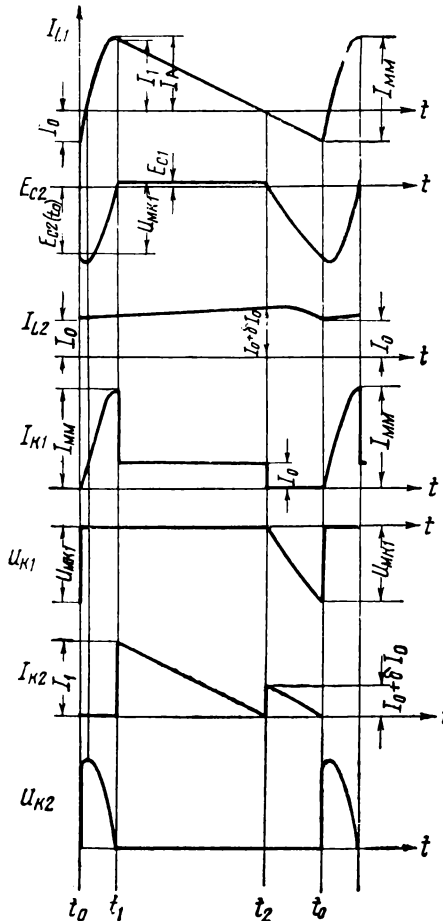


Рис. 12

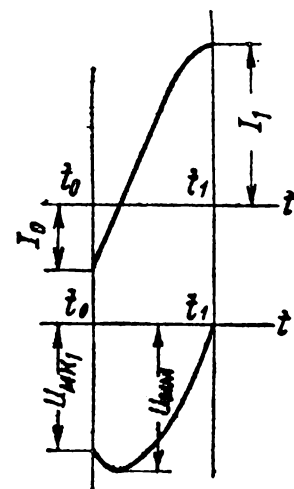


Рис. 13

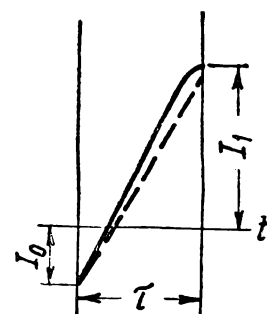


Рис. 14

Учитывая, что

$$\omega_1 \tau = \varphi + \frac{\pi}{2} \quad (48)$$

и при $t = 0$

$$I_0 = |-I_1 \sin \varphi|, \quad (49)$$

имеем:

$$K = \frac{1,57 + \varphi}{1 + \sin \varphi}. \quad (50)$$

Графическая зависимость сомножителей $B = K \cos \varphi$, а также K от φ приводится на рис. 15. Здесь важно отметить, что из графиков на рис. 15, так же, как и из физических соображений, следует, что увеличение угла φ , или, иначе, увеличе-

ние I_0 при том же размахе $I_{\text{мм}}$, ведет к уменьшению разрывной мощности на ключе.

Отношение $\frac{I_0}{I_{\text{мм}}}$, или аналогичное $p = \frac{I_1}{I_{\text{мм}}}$ определяется балансом энергии элементов схемы, в частности конденсатора C_1 .

В установившемся режиме заряд на C_1 за период не меняется, т. е.

$$\int_0^{T+\tau} i_{c1} dt = 0. \quad (51)$$

Графически выражение (51) представляет собой равенство площадей, ограниченных токами в цепи C_1 , над осью и под осью

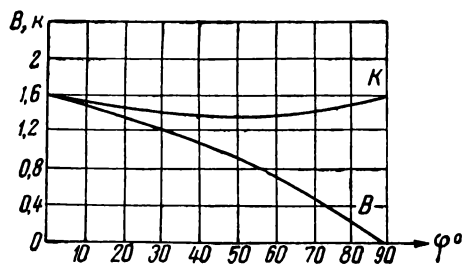


Рис. 15

(рис. 16). Площадь заштрихованного треугольника (см. рис. 16, а) определяется индуктивностью L_2 . Если L_2 возрастает,

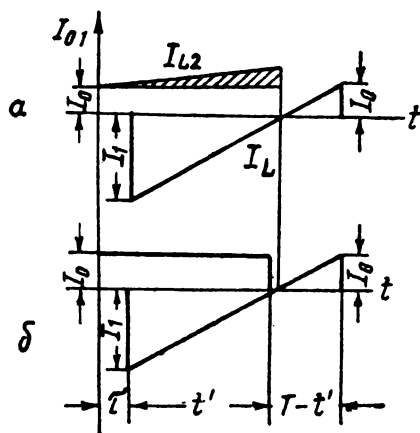


Рис. 16

площадь эта уменьшается, что при заданном I_{MM} приводит к возрастанию I_0 , согласно условию (51). Таким образом, целесообразно выбирать L_2 настолько большой, чтобы площадью заштрихованного треугольника можно было пренебречь. Такой предельный случай (см. рис. 16, б) соответствует минимальной разрывной мощности на ключе. При этом (51) можно переписать так:

$$I_0 (\tau + t') + 0,5 I_0 (T - t') = 0,5 I_1 t'. \quad (52)$$

Подставляем

$$\begin{aligned} \frac{\tau}{T} &= m, \quad \frac{I_1}{I_{MM}} = p, \quad \frac{I_1}{I_0} = \\ &= \frac{p}{1-p}, \quad t' = \frac{I_1}{I_{MM}} T. \end{aligned}$$

Имеем уравнение

$$p^2 + mp - (0,5 + m) = 0.$$

Откуда

$$\begin{aligned} p &= \sqrt{\frac{m^2}{4} + 0,5 + m} - \\ &- \frac{m}{2} \approx \sqrt{0,5 + m} - \frac{m}{2}. \end{aligned} \quad (53)$$

Теперь легко найти скважность коммутирующих импульсов:

$$\epsilon = \frac{\tau + t'}{\tau + T} = \frac{p + m}{1 + m}, \quad (54)$$

а также из (49) величину угла

$$\varphi = \arcsin \frac{1-p}{p}. \quad (55)$$

Соотношение $\frac{L_1}{L_2}$ можно выбрать таким образом. Пусть за время $\tau + t'$ ток в L_2 увеличивается на δI_0 . Скорость нарастания тока известна из (40). Тогда

$$\frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{I_{MM}}{T} (\tau + t') = \delta I_0$$

и после преобразований

$$\frac{L_1}{L_2} = \delta \frac{1-p}{m+p}. \quad (56)$$

Используя, кроме вышеприведенных формул, условия

$$t = 0, (\dot{I}_{L1})_{t=0} = \omega_1 I_1 \cos \varphi \approx \frac{U_{MK1}}{L_1}; \quad (57)$$

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}, \quad (58)$$

получаем недостающие выражения для расчета элементов схемы:

$$I_{MK1} = \frac{P_{MK1}}{U_{MK1}}; \quad (59)$$

$$\omega_1 = \frac{\varphi + 1,57}{\tau}; \quad (60)$$

$$L_1 = \frac{U_{MK1}}{\omega_1 p I_{MM} \cos \varphi}; \quad (61)$$

$$C_2 = \frac{1}{\omega_1^2 L_1}. \quad (62)$$

Из рассмотрения эпюр напряжений и токов видно, что через ключ $K2$ проходит максимальный ток I_1 и максимальное напряжение, приложенное к нему, равно $\frac{E_{C2}(t_0)}{\cos \varphi}$. Поэтому

$$P_{MK2} = \frac{I_1 E_{C2}(t_0)}{\cos \varphi} = P_{MK1} \frac{p}{\cos \varphi}. \quad (63)$$

Эквивалентная схема для реального случая отличается наличием сопротивлений катушек и ключей (рис. 17). Они обуславливают потери в схеме, которые компенсируются источником питания. По эпюрам токов (см. рис. 12) можно определить

мощности рассеяния на отдельных элементах схемы. Мощность рассеяния на ключе $K1$ (синусоидальная часть аппроксимирована прямой):

$$P_{0K1} = I_{\text{мм}}^2 R_{K1} \frac{0,33m + p(1-p)^2}{1+m}, \quad (64)$$

мощность рассеяния на $K2$:

$$P_{0K2} = 0,33I_{\text{мм}}^2 R_{K2} \frac{p^3 + (1-p)^3}{1+m}, \quad (65)$$

на катушке L_1 (синусоидальная часть аппроксимируется прямой):

$$P_{0L1} = 0,33I_{\text{мм}}^2 R_{L1} \frac{mp^2 + p^3 + (1-p)^3}{1+m} \quad (66)$$

и, наконец, для катушки L_2 :

$$P_{0L2} = I_{\text{мм}}^2 R_{L2} (1-p)^2. \quad (67)$$

Источник питания отдает энергию лишь в то время, когда $K1$ включен. Ток через $K1$ есть ток источника питания. Его постоянная составляющая

$$i_0 = I_{\text{мм}} \frac{0,5m + p - p^2}{1+m}. \quad (68)$$

Напряжение источника питания определится как

$$E = \frac{P_{0K1} + P_{0K2} + P_{0L1} + P_{0L2}}{i_0}. \quad (69)$$

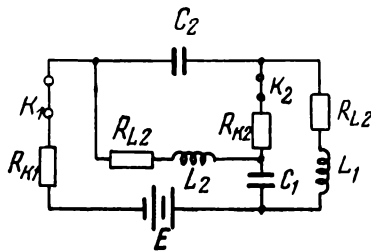


Рис. 17

Отметим, что расчет схемы был произведен в предположении, что токи в цепях реальной схемы остались такими же, как и в идеализированной. Точность полученных выражений будет определяться тем, насколько справедливо сделанное допущение. Эксперимент показал, что ошибка нигде не превышает 20%.

Анализ выявляет следующие положительные особенности схемы Гуджи:

1) для коммутации не требуется (или почти не требуется) дополнительной (форсирующей) мощности для уменьшения времени переключения вследствие сравнительно медленного нарастания тока. Запирание транзистора облегчается малым напряжением на коллекторе в этот момент;

2) схема содержит небольшое количество деталей, работает непосредственно на отклоняющую систему;

3) в этой схеме возможно получение линейности порядка нескольких процентов;

4) катушкой L_2 может служить первичная обмотка высоковольтного трансформатора, питающего анодный выпрямитель кинескопа, причем достигается хорошая развязка выпрямителя и схемы развертки.

Как недостатки отмечаем следующее:

1) ключ $K1$ должен иметь разрывную мощность примерно в два раза большую, чем в схеме с двухсторонним ключом;

2) постоянный ток I_0 , текущий через L_2 , вызывает повышенные потери в схеме;

3) несимметричность отклоняющего тока требует дополнительной компенсации постоянной составляющей магнитного поля.

Выводы

Рассмотрение работы трех схем позволяет ограничить область применения каждой из них, наиболее оправданную с технико-экономической точки зрения. Там, где требуется значительная разрывная мощность, целесообразна схема с двухсторонним ключом: здесь к нему приложена половинная $P_{\text{мк}}$, и с громоздкостью предоконечных каскадов приходится мириться. Когда необходимая величина $P_{\text{мк}}$ невелика, предпочтительнее схема Катаева и схема Гуджи. Выбор той или другой схемы определяется конкретными специфическими требованиями к аппаратуре.

Критерий — „большая“ и „малая“ разрывная мощность — вытекает из учета параметров выпускаемых транзисторов и диапазона применяемых разрывных мощностей. Дальнейший прогресс в конструировании ключевых транзисторов расширит область применения последних двух схем в телевизионных устройствах с большими кинескопами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катаев С. И., Генераторы импульсов телевизионной развертки, Госэнергоиздат, 1951.
2. Залкинд А. Б., Матюхин Н. Я., Росницкий О. В., Коммутация импульсов тока кристаллическими триодами, Сборник „Полупроводниковые приборы и их применение“, под ред. Федотова Я. А., вып. 2, Советское радио, 1957.
3. Goodrich H. C., A transistorized horizontal-deflection system, RCA Review, september 1957, № 3.
4. Катаев С. И., Транзисторный генератор пилообразного тока. Авт. свидетельство № 118427 с приор. от 8 янв. 1958 г.
5. Guggi W., CRT deflection circuit has high effectency, Electronics, april 1957.
6. Guggi W., IRE Transaction, Vol. BTR-2, october 1956.

Я. Л. ЛЕЙБОВ, В. А. ГЛЕБОВ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННЫХ СЪЕМОК

До настоящего времени отечественная киномеханическая промышленность почти не производила разнообразного оборудования и приспособлений для комбинированных съемок. Вследствие этого на большинстве студий фактически не использовались богатейшие возможности комбинированных съемок. Только на немногих студиях по мере крайней необходимости создавалось то или иное оборудование. Сейчас уделяется особое внимание систематизации и разработке типового оборудования для комбинированных съемок и есть возможность обменяться накопленным киностудией «Ленфильм» опытом.

Одним из наиболее широко применяемых способов комбинированных съемок является последующая дорисовка кадра. Однако одноплановый рисунок снижает возможности и обедняет этот способ.

Стремление сделать рисованную часть кадра более реалистичной, гармонирующей с натурной частью, привело к необходимости выполнять рисунок многоплановым.

Такое расположение рисунка позволяет разнохарактерно осветить каждый план, создать движение в дорисованной части кадра и создать воздушную и пространственную перспективу.

Для съемки такого рисунка изготовлен специальный станок (рис. 1).

Станок состоит из двух частей: штатива 1 и рамы 2 для крепления рисунка. Съёмочная камера крепится к каретке 3, вместе с которой она может плавно перемещаться вдоль станины до 1 м при помощи червячного винта и рукоятки 4. Каретка позволяет перемещать камеру в плоскости, перпендикулярной к оптической оси, в пределах 100 мм.

Это позволяет легко установить необходимый масштаб, а также делать поправки при совмещении стыка рисованной и натурной частей кадра.

Конструкция станка позволяет пользоваться им и для наездов. Рама для крепления рисунка позволяет одновременно установить и плавно перемещать три плана. Рама первого плана имеет возможность перемещаться в плоскости рисунка до 100 мм. Рама второго плана может перемещаться в горизонтальном направлении до 1 м. Расстояние между первым и вторым планом может меняться в пределах до 750 мм. Третий план в основном предназначен для получения движущихся облаков на фоне неподвижного «задника». Рама позволяет устанавливать и перемещать вместо рисунков небольшие макеты. Станок позволяет одновременно выполнять две дорисовки, для чего предусмотрены сменные, точно фиксирующиеся рамки.

Для последующей дорисовки кадра необходимо иметь возможность спроецировать на экран с помощью съёмочной камеры изображение, снятое при первой экспозиции. Обычно в таких случаях для просвечивания кадра пользуются осветительным прибором КПЛ-15, что очень неудобно и неэкономично.

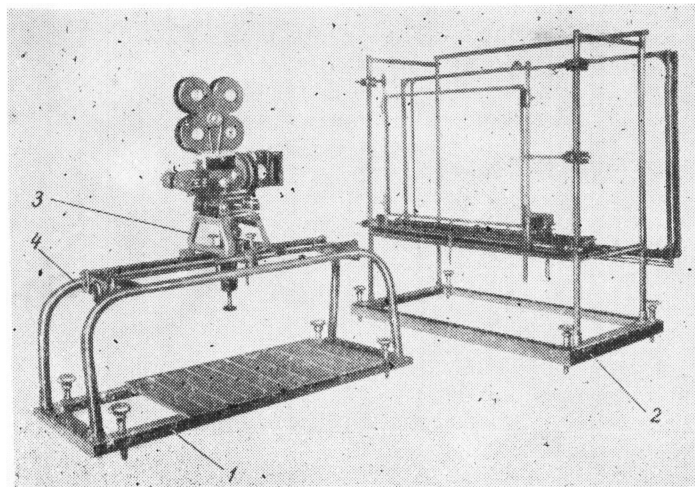


Рис. 1. Станок для дорисовки кадра

На киностудии были изготовлены проекционные приставки (рис. 2). Такая приставка представляет собой плато, которое вставляется в корпус камеры типа ПСК при от-

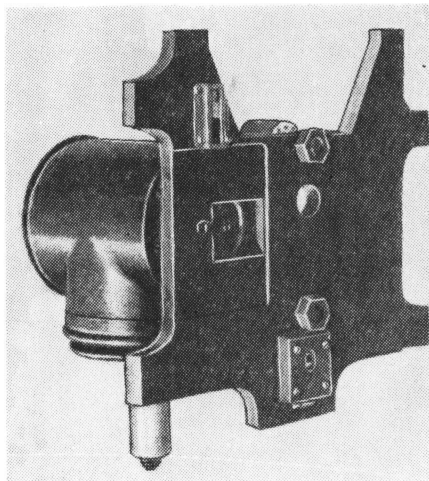


Рис. 2. Проекционная приставка

крытой боковой крышке последней. С наружной стороны к плато крепится фонарик от кинопроектора ГОЗ, снабженный лампой 12 в 50 вт, свет от которой через прямоугольное отверстие в плато попадает на призму лупы камеры и высвечивает кадровое окно камеры. Проекция изображения на экран производится объективом камеры.

Нам думается, что аналогичная приставка должна являться неотъемлемой принадлежностью всякой камеры, предназначенной для комбинированных съемок.

В тех случаях, когда необходимо произвести наезд или отъезд, получить горизонтальную или вертикальную панораму с рисунка или макета, удобно пользоваться станком для наездов (рис. 3).

Станок для наездов состоит из трех основных частей: рамы 1 для установки и закрепления заготовок; тележки-штатива 2 для установки съемочной камеры; рельсового пути, на котором устанавливаются тележка и рама для установки заготовок, приспособленная для одновременного крепления двух пространственно разобщенных планов.

Рис. 3. Станок для наездов

Рамка для переднего плана 4 может плавно перемещаться как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении до 900 мм.

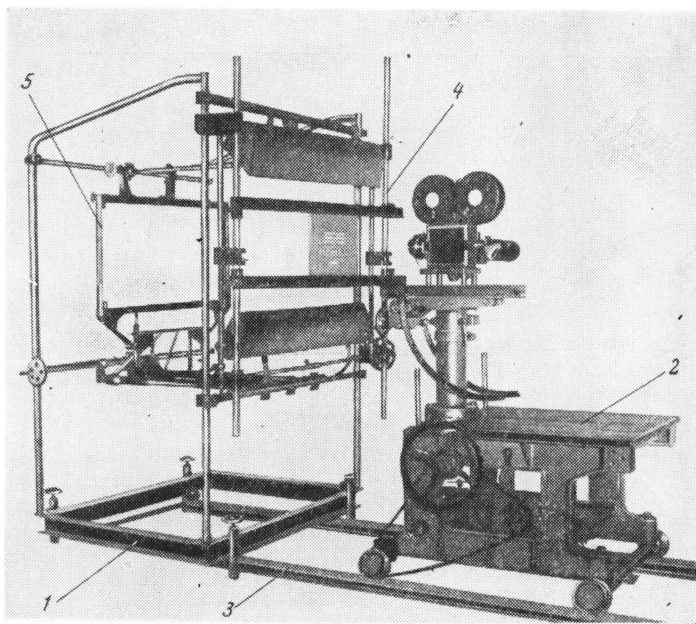
Рамка для заднего плана 5 может перемещаться вдоль оптической оси до 620 мм, в вертикальном направлении до 20 мм, иметь боковые уклоны — на угол до 15°. Эти перемещения позволяют легко совмещать детали переднего и заднего плана.

Тележка-штатив служит опорой для установки съемочной камеры. Камера может наклоняться в пределах от 0 до 90°, плавно перемещаться вдоль оптической оси и перпендикулярно к ней до 250 мм, поворачиваться на 360° вокруг вертикальной оси.

Перемещение тележки по рельсовому пути может осуществляться ручным и моторным приводом.

Величина возможного перемещения 5 м.

Зачастую в современных художественных и научно-популярных фильмах заглавные титры и другие художественно-графические работы по характеру выполнения являются сложными комбинированными кадрами. Для выполнения таких работ на киностудии «Ленфильм» изготовлен специальный мультстанок (рис. 4), который при незначительном усовершенствовании мог бы быть рекомендован для серийного производства. Мультстанок состоит из двух независимых частей: верхняя подвесная часть 1 крепится к стене и потолку и служит для установки съемочной камеры 3.



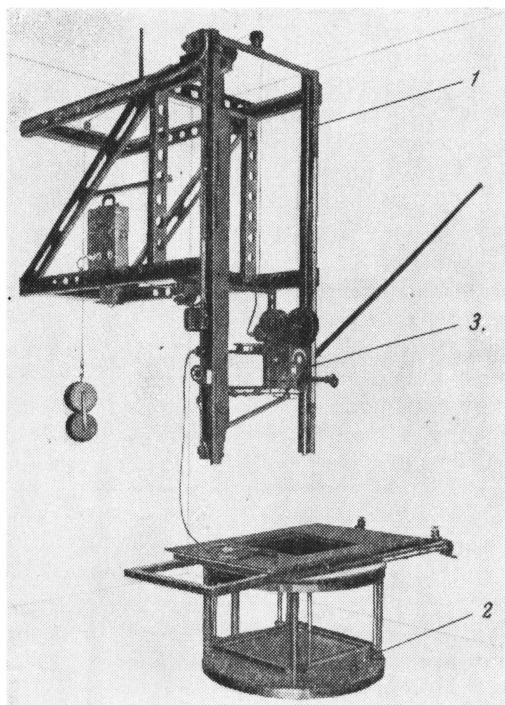


Рис. 4. Мультистанок

Нижняя часть 2 устанавливается свободно на полу и является основанием для крепления заготовок. Такая независимая установка обеих частей станка имеет свои преимущества, так как обеспечивает большую степень свободы установки и перемещения заготовок и осветительных приборов. Съёмочная камера крепится к каретке, вместе с которой она может плавно перемещаться в вертикальном направлении до 1,4 м. Перемещение каретки осуществляется электродвигателем через трехступенчатый редуктор, обеспечивающий скорость передвижения камеры 3 мм/сек, 6 мм/сек и 12 мм/сек.

Указанный интервал перемещения камеры позволяет изменять масштаб изображения в пределах от 1 : 50 до 1 : 4 при использовании объектов с $F=35, 50$ и 75 мм. Станок оборудован механизмом автофокусирования, сохраняющим оптическое изображение резким при любом положении съёмочной камеры.

Основание для крепления заготовок предусматривает возможность одновременной съемки двух пространственно разобщенных планов, причем верхний план может с контролируемой скоростью плавно перемещать-

ся и вращаться в любом направлении к плоскости рисунка.

Нижний план имеет лишь вертикальное перемещение в пределах 350 мм.

Специальный барабан, устанавливаемый на столе, позволяет получать эффект постепенного появления надписей или рисунка. Для удобства работы на станке последний оборудован специально модернизированной съёмочной камерой, отличающейся установкой лупы сквозной наводки перпендикулярно к оптической оси объектива, а также удобной формой и расположением шкал угла раскрытия obtюратора и счетчиков кадров и метража.

Качество работы, а также возможности некоторых методов комбинированных съёмок, связанных с использованием кадрового проектора, в значительной степени определяются техническим совершенством применяемого штатива. Для подобных работ был изготовлен специальный штатив (рис. 5), вполне оправдавший себя в работе. Характерная особенность этого штатива — наличие плавного и контролируемого вертикального подъема и спуска при полном отсутствии осевых качаний. Головка штатива обеспечивает небольшое горизонтальное перемещение, а также поворот его на некоторый угол, вокруг горизонтальной оси.

Панорамирование в съемках по способу перспективного совмещения, а также в не-

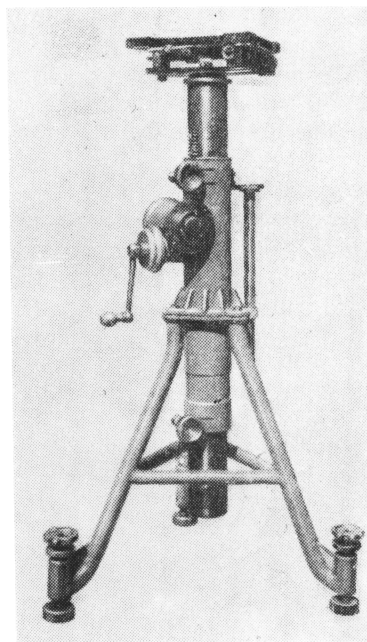


Рис. 5. Штатив

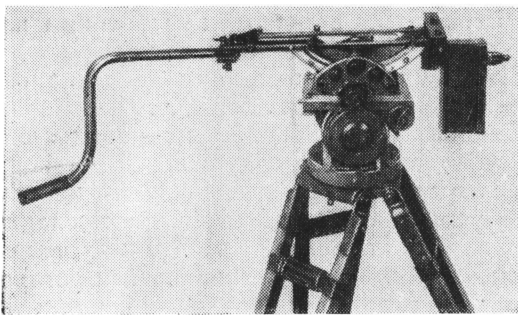


Рис. 6. Трюковая головка

которых макетных съемках может осуществляться лишь при повороте камеры вокруг оси, проходящей через узловую точку объекта, ибо только в этом случае изображение в фокальной плоскости остается неподвижным, обеспечивая постоянство линий совмещения.

Для возможности выполнения таких панорам любой из применяемых в комбинированных съемках камер сконструирована и изготовлена специальная трюковая головка (рис. 6), являющаяся промежуточным звеном между съемочной камерой и штативом.

Трюковая головка позволяет производить вертикальное панорамирование в пределах угла $\pm 25^\circ$ по отношению к горизонту, а в сочетании с основной головкой штатива — горизонтальное панорамирование в пределах 360° .

Во всех довольно частых случаях, когда через съемочную камеру должны проходить одновременно две пленки, применяется бипачная кассета.

Как правило, на одной из пленок имеется ранее снятое изображение — фон или маска, а вторая может быть неэкспонированной пленкой или пленкой, имеющей скрытое фотографическое изображение. Не-

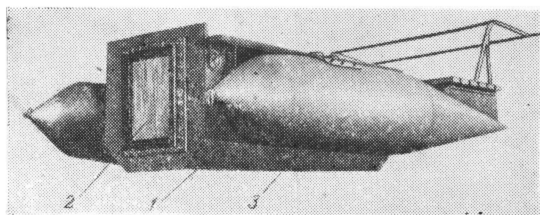


Рис. 7. Плавающая операторская кабина (внешний вид)

достатком существующих бипачных кассет является то, что перезарядка масочной или фоновой пленки на начало (перед съемкой очередного дубля) должна происходить в темной комнате. Бипачная кассета, сконструированная и изготовленная на «Ленфильме», позволяет перезарядать масочную пленку на свету. Емкость кассеты 60 м.

В практике макетных съемок, связанных с действиями на воде, крайне необходимо бывает снимать с низкой точки, в некоторых случаях расположенной ниже уровня поверхности воды. Для выполнения таких съемок прекрасно оправдала себя плавающая операторская кабина (рис. 7, 8).

Основной частью ее является металлическая лодка открытого типа 1, носовая часть которой выполнена в виде плоской прозрачной стенки 2, изготовленной из органического стекла. Съемка производится через это стекло камерой, установленной на штативе типа «лягушка».

Для увеличения устойчивости к бортам лодки прикрепляются два сигарообразных поплавка 3. Поплавки имеют люки для загрузки балласта, регулирующего глубину погружения кабины. Кабина разборная.

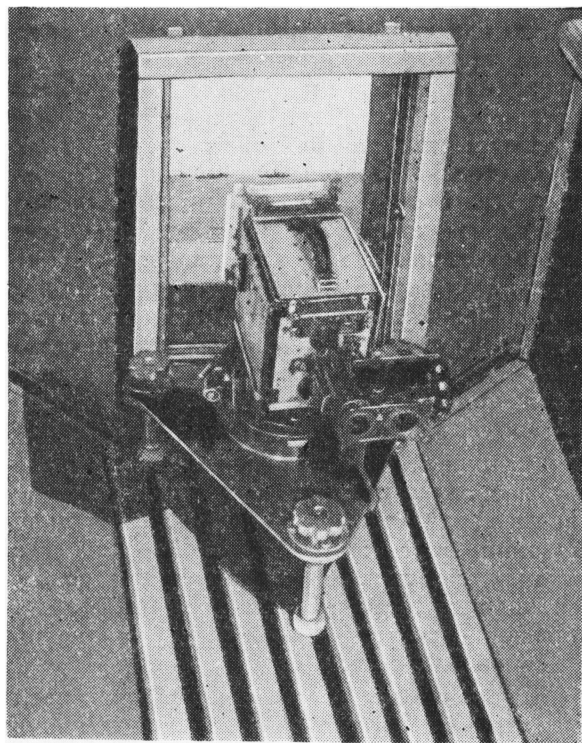


Рис. 8. Плавающая операторская кабина (внутренний вид)

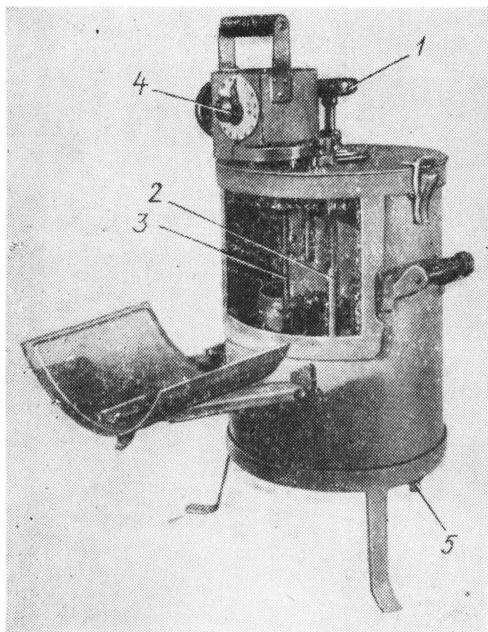


Рис. 9. Малогабаритный переносный проявочный аппарат

При комбинированных съемках на цветные пленки приходится делать много кинопроб. Обработка проб в кинолаборатории связана с большими затратами времени и непроизводительной загрузкой оборудования. На студии изготовлен и успешно эксплуатируется малогабаритный переносный проявочный аппарат (рис. 9), обеспечивающий стандартное высококачественное проявление в условиях, приближенных к условиям машинной обработки.

Аппарат представляет собой полый светонепроницаемый цилиндр, внутри которого помещается барабан, поворачивающийся с помощью рукоятки 1 вокруг оси 2. В отверстия барабана устанавливаются стаканчики из винипласта, наполненные соответствующими растворами.

Проявляемая пленка крепится специальным зажимом к оси 3, которая своим верхним концом соединяется с мотором Уоррена. Таким образом, проявляемая проба в процессе обработки находится в непрерывном движении относительно раствора. Необходимая длительность каждой операции устанавливается по шкале рукояткой 4, причем окончание каждой операции сопровождается звуковым сигналом. Перенос пленки из одного раствора в другой осуществляется рукояткой 1 при одновременном подъеме зажима с пленкой. Пленка промывается про-

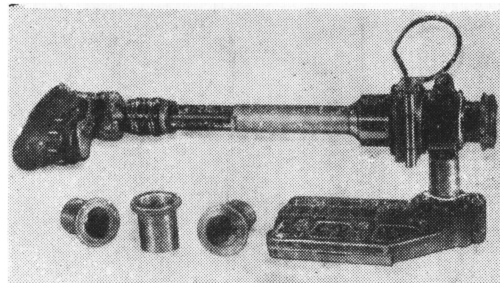


Рис. 10. Визир

точной водой, подаваемой шлангом из водопровода к штуцеру 5. Температура проявителя заранее доводится до нужного значения.

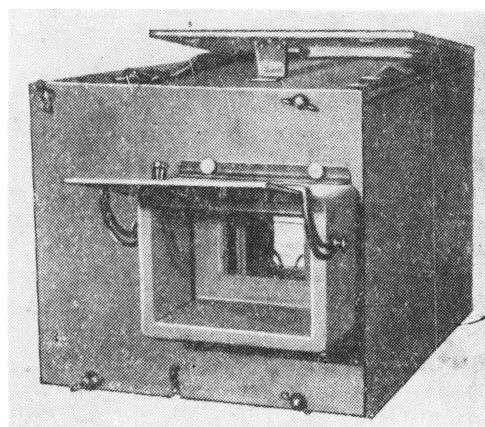


Рис. 11. Защитный бокс

В процессе постройки и монтажа декораций и макетов, при установке макетов для перспективного совмещения с натурой и при

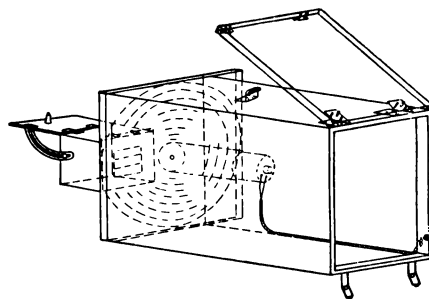


Рис. 12. Схема защитного бокса

других работах оператору и художнику необходимо представлять себе, как эта сцена будет выглядеть в кадре. Обычно для этой

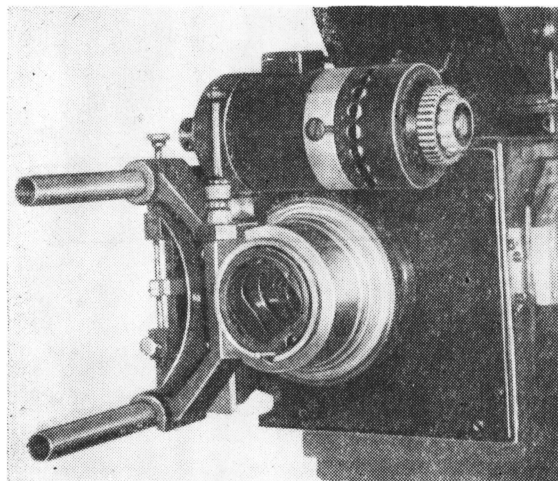


Рис. 13. Анаморфотная приставка

цели использовалась съемочная камера, что приводило к непроизводительному простоям, а иногда и порче дорогостоящего оборудования. Специальный визир (рис. 10) полностью заменил в этом случае съемочную камеру. Особенность конструкции визира та, что даваемое им оптическое изображение может быть сделано тождественным с изображением, которое будет образовано при применении любой из известных съемочных камер. Для этого визир укомплектован четырьмя объективами с фокусными расстояниями 28, 35, 50, 75 мм. Конструкция визира позволяет устанавливать объектив таким образом, чтобы его положение в точности совпадало с положением объектива съемочной камеры, устанавливаемой во время съемки.

В практике комбинированных съемок, при съемке рифов, фонов для блуждающей маски, при съемках на воде, с низкой точки и в других случаях иногда бывает необходимо снимать в непогоду (дождь, снегопад, шторм). Производить такие съемки обычным способом затруднительно. Для выполнения подобных съемок сконструирован и изготовлен защитный бокс (рис. 11 и 12).

Основной частью защитного бокса является прозрачный тонкий диск из органического стекла, установленный вплотную к объективу, перпендикулярно оптической оси последнего. Диск приводится во вращение мотором постоянного тока со скоростью 3000 об/мин. Капли воды или снежинки, попадая на диск, мгновенно отбрасываются центробежной силой в сторону, что устра-

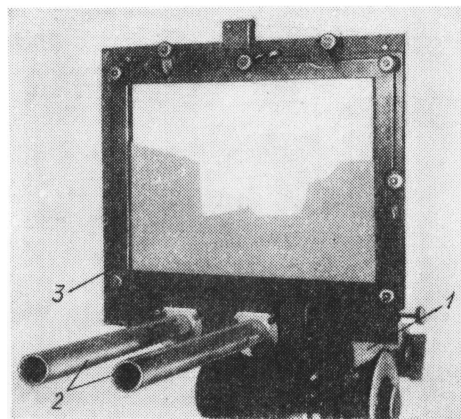


Рис. 14. Рамка для съемок способом последующих совмещений

няет возможность искажения изображения, даваемого объективом.

Для создания специальных эффектов при киносъемке часто применяется способ преднамеренного искажения оптического изображения. Для этой цели обычно используются различные зеркала, волнистые стекла, выведение изображения из резкости и т. д.

Эффективный результат дал новый способ деформации изображения, примененный в фильмах «Старик Хоттабыч», «Улица полна неожиданностей» и др., заключающийся в том, что перед объективом съемочной камеры устанавливается анаморфотная приставка, вращаемая в момент съемки вокруг оптической оси объектива. Вращение осуществляется мотором посредством червячной передачи. Устройство приставки видно из рис. 13.

Разнообразен по своим возможностям и дает эффективные результаты способ последующих совмещений, основанный на применении в процессе съемки точно совмещаемых каше и контркаше. Для удобства выполнения таких съемок изготовлена и успешно применяется специальная рамка (рис. 14). К площадке 1, являющейся переходным звеном между штативом и съемочной камерой, крепятся два суппорта 2. По этим суппортам, вдоль них, может перемещаться рамка 3. Этим создается возможность изменения ширины переходной зоны. Каше и контркаше фиксируются штифтами. Для точного совмещения линий каше с натурой рамка может плавно перемещаться как по горизонтали, так и по вертикали.

В. И. ГРИГОРЬЕВ, С. М. ПАПОЯН

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ КИНОЭКРАН С РЕГУЛИРУЕМОЙ КРИВИЗНОЙ

Разработка и освоение новой системы широкоформатного кино с использованием 70-мм киноплёнки вызвали необходимость создания комплекса оборудования для съёмки, звукозаписи, обработки, монтажа и показа кинофильмов, а также специального киноэкрана.

Для показа фильмов, созданных по различным системам, на киностудии «Мосфильм» изготовлен универсальный механизированный киноэкран (рис. 1), разработанный конструкторским бюро студии. Изготовление и установка нового экрана в ателье проводились после ряда экспериментальных работ в механических мастерских киностудии.

тросах, за счёт выборки угловых скосов¹ на блоках, изменяют кривизну стальных лент, укрепленных по нейтральной линии блочных ферм, несущих в этой же плоскости полотно экрана. При этом приводы обеспечивают плавное изменение кривизны экрана в зависимости от вида кинопроекции.

Универсальный киноэкран состоит из центральной стационарно установленной сварной трубчатой колонны, являющейся основной опорой всех его элементов. В верхней и нижней частях рамы экрана на специальных площадках смонтированы узлы приводных механизмов (рис. 3), состоящие из электродвигателей, червячных редукторов и веду-

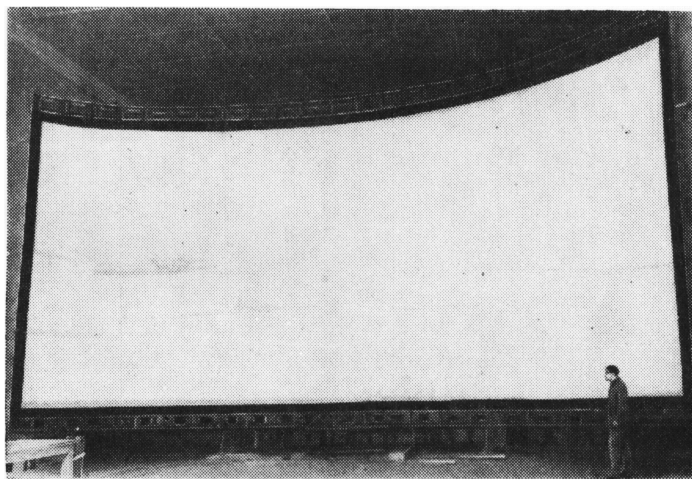


Рис. 1. Общий вид универсального механизированного экрана

Отличительной особенностью описываемого киноэкрана является использование в конструкции рамы экрана блочных ферм как приводных механизмов, кинематически связанных кольцевыми тросами с ведущими шкивами моторных приводов (рис. 2). Эти приводы, создавая необходимые усилия в

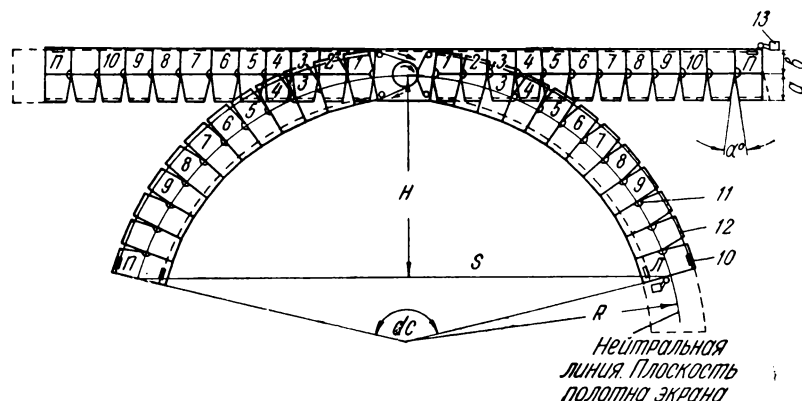
ших шкивов, обеспечивающих изменение кривизны экрана от плоского до крайнего вогнутого положения. Это дает возможность проецировать на экран обычные, ши-

¹ От величины угла этих скосов зависит максимальная стрела прогиба и характер кривой экрана.

рокоэкранные, широкоформатные и панорамные кинофильмы.

К центральной колонке в плоскости расположения ведущих шкивов при помощи специальных шарниров прикреплены верх-

Для крепления пяти комплектов заэкран-ных громкоговорителей предусмотрены специальные плоскостные фермы-консоли, связанные шарнирами с центральной колонной (рис. 5).



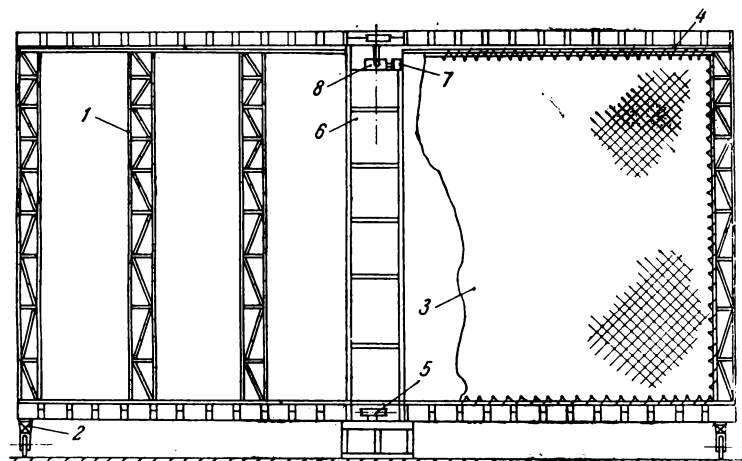
Кроме того, эти фермы-консоли связаны жесткими тягами с вертикальными стойками, обеспечивая постоянное расстоя-

Рис. 2. Кинематическая схема блочной фермы:

1 — n — блочные фермы; 10 — стяжка троса; 11 — вертикальный шарнир блочной фермы; 12 — кольцевой трос; 13 — концевой выключатель; α — двойной угол склона блочных элементов; a (равно b) — плечо изгибающего момента; H — стрела прогиба, S — хорда; R — радиус кривизны экрана; dc — суммарный угол

няя и нижняя несущие приводные блочные фермы.

Конструкция этих ферм представляет собой набор отдельных элементов, изготовленных из дюралевого уголка (рис. 4), связанных между собой вертикальными шарнирами, установленными по нейтральной линии.



ние между полотном экрана и комплектом громкоговорителей.

Рама киноэкрана устанавливается на цементной подушке, расположенной под центральной колонной экрана, и укрепляется четырьмя фундаментными болтами.

Управление изменением кривизны экрана осуществляется кинемехаником дистанционно из проекционной аппаратурой. В конечных положениях рамы установлены блокировочные концевые выключатели.

Рис. 3. Принципиальная схема универсального экрана:

1 — распорная стойка; 2 — узел вспомогательных колес; 3 — полотно экрана; 4 — стальная лента; 5 — ведущий шкив привода; 6 — центральная колонка; 7 — электродвигатель; 8 — редуктор

Верхняя и нижняя блочные фермы жестко связаны вертикальными трехгранными трубчатыми стойками, сохраняющими параллельность этих ферм и обеспечивающими необходимую жесткость рамы.

На крайних, удаленных от центральной колонны блоках несущей фермы, установлены вспомогательные узлы колес, воспринимающие консольные нагрузки правого и левого крыльев рамы.

Универсальный механизированный экран имеет следующую техническую характеристику:

- 1) размеры полотна экрана по хорде при стреле прогиба, равной 1 м, — 12,6 м;
- 2) высота полотна экрана — 6,0 м;
- 3) габаритные размеры рамы экрана: общая высота от плоскости пола — 7,5 м; ширина по прямой — 13,4 м; толщина рамы экрана в плоском ее положении — 1,2 м;

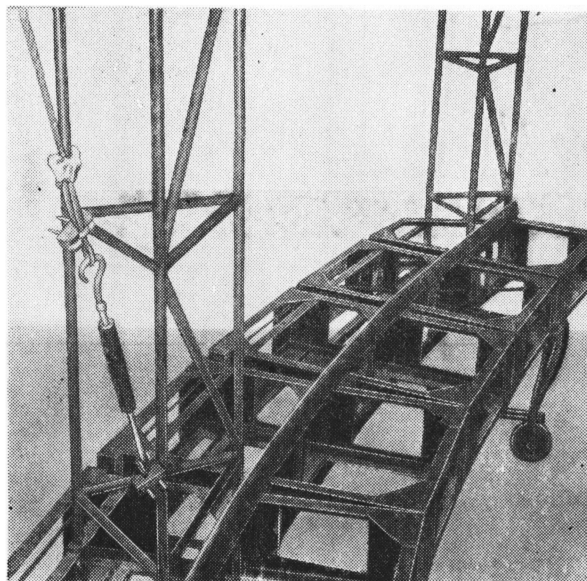


Рис. 4. Блочная ферма в сборе

- 4) вес рамы экрана (без полотна) — 1100 кг;
- 5) вес отдельного элемента блочной фермы — 7,5 кг;
- 6) мощность электродвигателей на валу 0,6 кВт;
- 7) тип электродвигателя — АЗ1-4: скорость вращения 1410 об/мин, напряжение 220/380 в;
- 8) передаточное отношение редукторов 1 : 8000;
- 9) сечение кольцевого троса 8 мм;
- 10) время, необходимое для изменения кривизны экрана от плоского до вогнутого

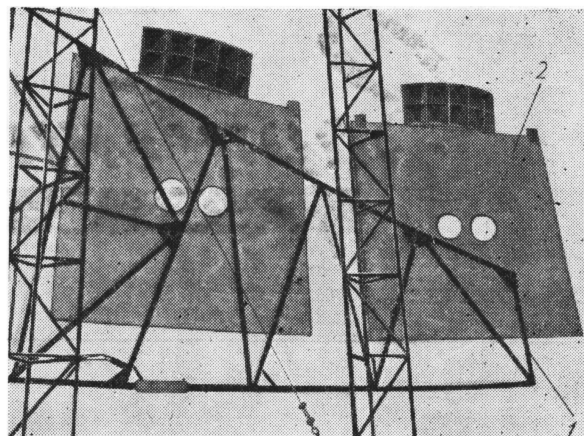


Рис. 5. Плоскостная ферма для крепления комплекта громкоговорителей:
1 — плоскостная ферма; 2 — громкоговорители

положения со стрелой прогиба 3,5 м — 2 мин.

Применение в больших кинотеатрах страны универсальных киноэкранов, пригодных для всех видов кинопроекции, представляет значительный интерес, поскольку исключается необходимость наличия в кинотеатрах нескольких типов экранов для различных систем кинопоказа.

Возможности блочной фермы, являющейся основным элементом универсальной механизированной рамы киноэкрана, при соответствующем расчете угловых скосов позволяют довести изгиб киноэкрана до 360° (замкнутый круг) и тем самым успешно использовать этот принцип для круговой кинопанорамы.

Киностудия „Мосфильм“

Г. В. БУТАКОВ, Ж. Д. ОНУЩЕНКО, Н. П. ТАГЕР

НОВЫЙ КОНДЕНСАТОРНЫЙ МИКРОФОН „ТЕЛЕФУНКЕН“

Дается краткое описание конструкции, схемы и характеристик микрофона «Ela M221A» фирмы Телефункен.

Значительный интерес для звукотехников представляет новый конденсаторный микрофон «Ela M221A» фирмы Телефункен (ФРГ). Микрофон имеет две характеристики направленности — кардиоиду и круг, устанавливаемые по выбору переключателем, расположенным на капсюле. Микрофон отличается высокими электроакустическими данными и исключительно малыми габаритами. Ниже сообщаются некоторые результаты испытаний микрофона «Ela M221A» № 1180, проведенных в лаборатории акустики НИКФИ.

Внешний вид микрофона представлен на рис. 1. В корпусе микрофона цилиндрической формы расположены капсюль (M934A № 1192) и усилитель. Длина микрофона 128 мм, диаметр 21 мм, вес 0,13 кг. Для улучшения характеристик микрофона на капсюль надевается прозрачное пластмассовое кольцо диаметром 33 мм.

К микрофону прилагаются: настольная и напольная стойки, соединительные кабели, ветрозащитные колпаки из металлической сетки, запасные лампы и т. д.

Капсюль микрофона представляет собой комбинированный приемник с одним подвижным электродом. В основу конструкции капсюля M934A положен патент Шопса¹. Схематический разрез системы Шопса представлен на рис. 2. К тыльной стороне мем-

браны звуковые колебания попадают через сложную акустическую систему каналов и полостей. Параметры колебательной системы подобраны таким образом, что результирующая характеристика направленности имеет вид кардиоиды. Для получения круговой характеристики направленности система каналов на пути звуковых волн к тыльной стороне мембраны закрывается шайбой 13, перемещающейся в осевом направлении. В этом случае на мембрану действует звуковое давление лишь с передней стороны и характеристика направленности имеет форму круга. В капсюле M934A перемещение шайбы 13 осуществляется механическим способом без электромагнитной системы. Поляризующее напряжение на капсюле порядка 60 в. Емкость капсюля 70 пф. Зазор между подвижным и неподвижным электрода-

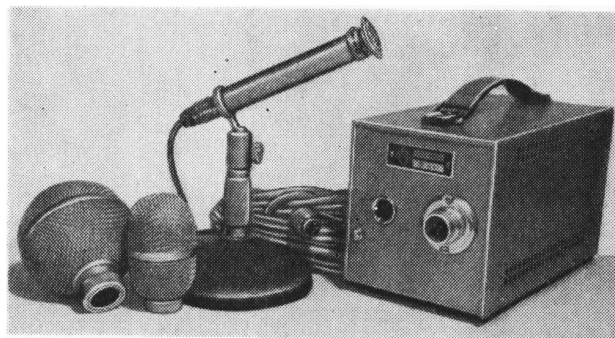


Рис. 1. Общий вид микрофона

¹ Патент ФРГ (DBP 1011467, кл. 21a², гр. 3, приоритет 1954 г., выдан 12.XII 1957 г.).

ми, рассчитанный по емкости и размерам капсюля, составляет 15—20 мк.

Электрическая схема микрофона представлена на рис. 3. Усилитель выполнен по реостатно-трансформаторной схеме на сверхминиатюрной лампе АС701 с подогревным катодом. Управляющая сетка

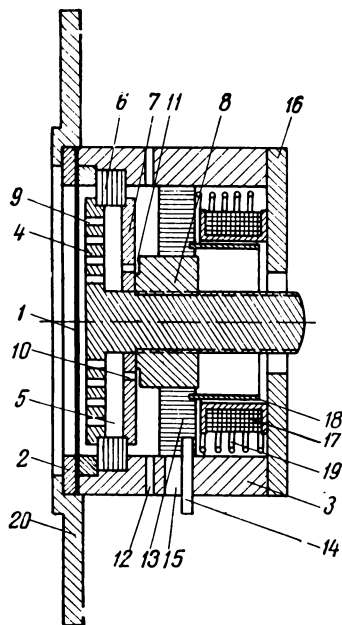


Рис. 2. Принципиальная схема капсюля:

1 — мембрана; 2 — кольцо крепления мембраны; 3 — корпус; 4 — неподвижный электрод; 5 — воздушный объем; 6 — изоляционное кольцо; 7 — шайба; 8 — втулка с резьбой; 9 — зазор; 10 — перфорация; 11 — зазор; 12 — отверстия; 13 — шайба, перемещающаяся в осевом направлении; 14 — штифт; 15 — шлицы; 16 — основание корпуса; 17 — катушка; 18 — цилиндрический сердечник; 19 — спиральная пружина; 20 — кольцо, обеспечивающее необходимый фазовый угол

лампы выведена на верх баллона. Напряжение на аноде лампы 55 в, анодный ток 1,2 ма, напряжение накала 4 в, ток накала 100 ма. Напряжение смещения

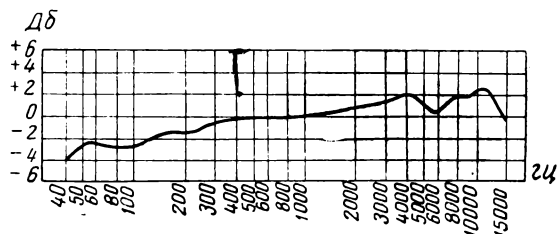


Рис. 4. Частотная характеристика микрофона при положении переключателя „кардиоид“

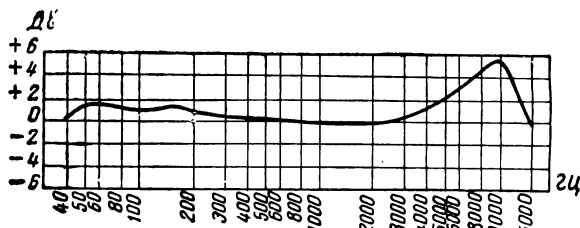


Рис. 5. Частотная характеристика микрофона при положении переключателя „круг“

(—2 в) поступает на сетку через сопротивление R_4 с делителя, состоящего из сопротивлений R_3 , R_7 . Сопротивление утечки сетки R_1 равно 180 Мом. Конденсатор C_2 является элементом цепи отрицательной обратной связи. Выходной трансформатор Tr_1 включен через электролитический конденсатор C_3 параллельно анодной нагрузке R_6 . Коэффициент трансформации 0,115.

Неравномерность частотной характеристики усилителя в диапазоне 40—15 000 гц не превышает 0,3 дб. Коэффициент передачи усилителя на ча-

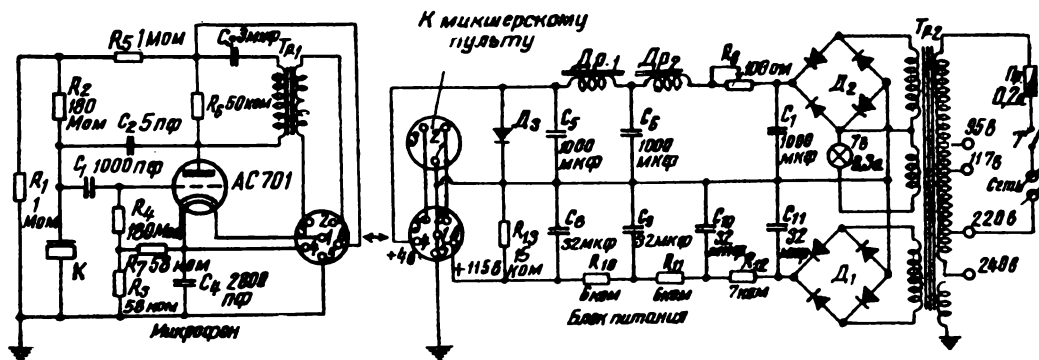


Рис. 3. Электрическая схема микрофона

стоте 1000 гц в режиме холостого хода равен 0,8, а при нагрузке 250 ом — 0,47.

Выходное сопротивление микрофона 160 ом. Изменение величины сопротивления внешней нагрузки в пределах 250— ∞ ом практически не влияет на частотные характеристики микрофона.

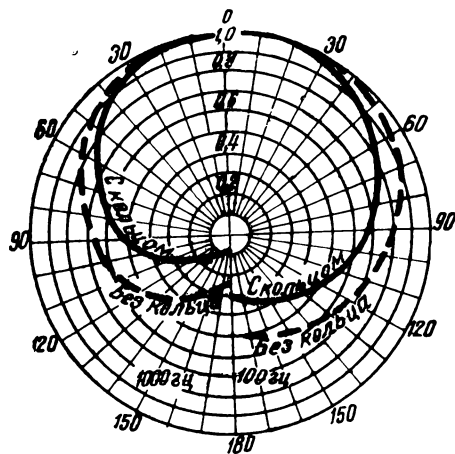


Рис. 6. Кардиоидные характеристики направленности микрофона

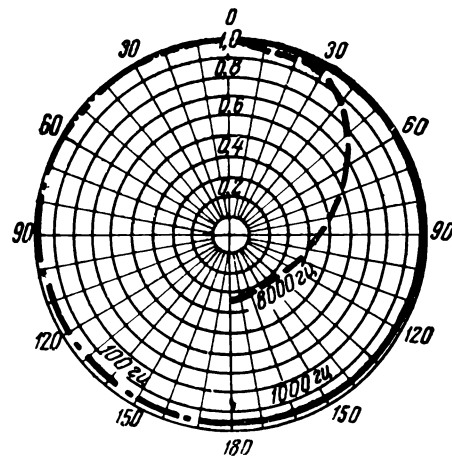


Рис. 7. Круговые характеристики направленности микрофона

Питание микрофона осуществляется от сети переменного тока. Микрофон соединяется с блоком питания («Ela M931» № 511) пятижильным кабелем длиной 10 м. Габариты блока питания 210 × 122 × 114 мм. Анодное и накальное напряжения обеспечиваются двухполупериодными выпрямителями, в которых используются селеновые вентили D_1 и D_2 . Балластное сопротивление R_{13} и селеновый вентиль D_3 предохраняют электролитические конденсаторы фильтров выпрямителей от пробоя при включении блока питания без микрофона.

Чувствительность микрофона при холостом ходе для кардиоидной характеристики направленности составляет 1,1 мв/бар, для круговой — 0,9 мв/бар.

Частотные характеристики микрофона, снятые в заглушенной камере при положениях переключателя «кардиоид» и «круг», представлены на рис. 4 и 5.

На рис. 6 приводятся характеристики направленности микрофона при кардиоидном включении с

пластмассовым кольцом и без него. Разность уровней отдачи при падении звуковой волны спереди и сзади на частоте 1000 гц составляет примерно 26 дб. На рис. 7 представлены круговые характеристики направленности.

Напряжение собственных шумов на выходе микрофона равно 6,4 мкв. Отношение сигнала к шуму при положении переключателя «кардиоид» составляет — 45 дб, для положения «круг» — 43 дб.

Были также сняты частотные характеристики и характеристики направленности микрофона с ветрозащитными колпаками. Эти измерения показали, что ветрозащитные колпаки вносят дополнительные искажения.

АППАРАТУРА ТИПА BFA-16 ДЛЯ ЗАПИСИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ НА 16-мм КИНОПЛЕНКУ

Излагаются основные особенности техники записи изображения с экрана кинескопа на 16-мм пленку. Описывается аппаратура фирмы Fernseh GMBH, предназначенная для записи телевизионных программ на 16-мм киноленту.

С расширением сети телевизионного вещания проблема консервации телевизионных передач становится одной из наиболее актуальных проблем телевидения. Необходимость записи телевизионных передач на киноленту вызвана рядом причин. Телевизионные передачи, представляющие особую ценность, подготовка которых связана с большими производственными и денежными затратами, удобно сохранять записанными на киноленте для их последующего показа и обмена или архивного хранения, а также для технического и режиссерского контроля передач.

При современном уровне техники для записи телевизионных программ имеются две возможности. Одна заключается в том, чтобы записать электрические сигналы на магнитном носителе (магнитная запись), и вторая — записать изображение на киноленту.

Если для записи используется магнитная лента, которая уже успешно была применена на практике, накопленный телевизионный сигнал может быть в любое время снова считан и использован для телепередачи без преобразователя; магнитный носитель после стирания записи может быть снова использован для другой записи. Однако при этом методе невозможно воспроизводить изображение по другим телевизионным нормам или непосредственно увидеть, что записано на ленте. При записи на киноленту изображение можно просматривать на киноэкране, воспроизводить через телекинопередатчики с любым стандартом разложения, но кинолента в случае неудачной записи или после проведения передачи не может быть восстановлена. Можно предположить, что в процессе дальнейшего развития этого метода будут применяться параллельно: фотографическая запись для обмена программами, в особенности между телевизионными сетями, работающими на различном количестве строк, а запись сигнала изображения — на магнитном носителе для студийной разработки программы или для сдвига передачи во времени.

Основанием для применения съемок с кинескопа является наряду с достаточно хорошим качеством изображения сравнительно небольшая стоимость аппаратуры и записи. Однако необходимо учесть, что стоимость записи изображения на 35-мм киноленту

значительно выше стоимости записи на 16-мм киноленту, и поэтому на 35-мм пленку необходимо производить только запись передач, представляющих особую ценность. Запись же обычных передач рационально производить на более дешевую, 16-мм пленку.

При определении пригодности 16-мм пленки для записи изображения можно исходить из следующих соображений. Если фотослой 16-мм кинолентки имеет разрешающую способность 80 лин/мм, то для 625 строк телевизионного изображения, согласно европейским нормам, высота изображения должна составлять около 8 мм; при соотношении сторон телевизионного изображения 3:4 ширина изображения равна 11 мм. Отсюда следует, что при современных телевизионных нормах и соответствующем качестве пленки формат кадра на 16-мм пленке полностью удовлетворяет требованиям. Вследствие этого запись изображения на 16-мм пленку представляет самый экономичный и в принципе самый простой метод накопления телевизионных изображений. Практически этот метод уже давно используется в технике телевидения. Многочисленные электрические и механические проблемы, которые возникают при разработке установок для записи телевизионных программ, общеизвестны: они определяются в основном трудностями сопряжения циклов работы телевизионной системы и записывающего киносъемочного аппарата. Наиболее полно удалось решить эту задачу фирме Маркони, создавшей аппаратуру с быстрым продергиванием пленки. Фирма Fernseh разработала аппаратуру для записи телевизионных программ на 16-мм пленку типа BFA-16, которая способна записывать изображение через полукадр, т. е. с потерей части информации. Однако по своей конструкции и удобствам, а также наличию измерительных устройств, столь необходимых для быстрой наладки и настройки аппаратуры и выбора режима записи, аппаратура BFA-16 представляет большой интерес.

Применяемый в аппаратуре BFA-16 метод записи через полукадр позволяет использовать нормальную узкоплечную киносъемочную камеру с незначительными изменениями в ее конструкции (рис. 1). Благодаря использованию двух киносъемочных аппаратов на киноленту могут быть записаны без

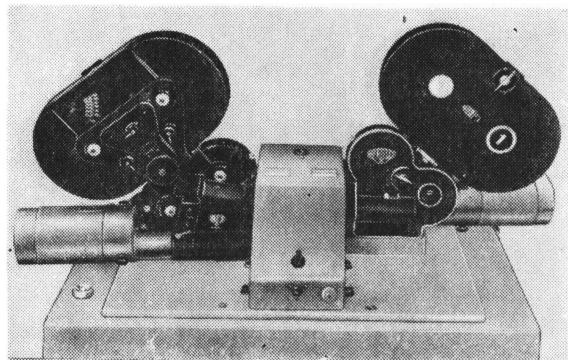


Рис. 1. Оптическая часть с двумя камерами

перерыва телевизионные программы любой продолжительности. Кассеты аппаратов вмещают по 120 м 16-мм пленки для съемки продолжительностью 10,5 мин.

Установка размещена в трех одинаковых шкафах (рис. 2). В первом шкафу ВГ-16, на котором расположены съемочные камеры «Аррифлекс-16», размещены: блок развертки трубки записи ВМР-10/3, оконечный видеоусилитель, датчик отметки наплыва и блок высокого напряжения на 15 кВ. Во втором шкафу ВУГ находятся: усилитель-ограничитель, предварительный видеоусилитель, формирующее устройство импульсов. На удобной для зрения высоте встроены монитор для контрольного изображения и осциллограф. Оперативные обслуживающие ручки удобно размещены на небольших пультах или рядом с камерами и распределены так, что всю установку может обслуживать один человек. Кинескоп записи ВМР-10/3 и отклоняющее устройство установлены вертикально так, что экран совпадает примерно с верхним краем шкафа. На нем крепится оптическая часть с камерами. Кинескоп записи смонтирован на литой платформе, которая, в свою очередь, укреплена на шкафу.

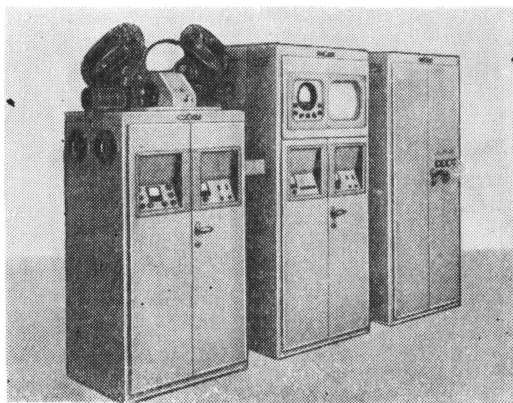


Рис. 2. Установка записи изображения BFA-16

В третьем шкафу ВУГ находится силовое питание для всей установки BFA-16. В нем содержатся выпрямители для питания анодных цепей ламп всей установки и двойные синхронные преобразователи для электропривода киносъемочных аппаратов «Аррифлекс-16». На этом же шкафу смонтирован главный рубильник всей установки обоих сетевых приборов.

Каждый шкаф снабжен несколькими вентиляторами. При открывании дверей автоматически включается освещение, что облегчает проверку и обслуживание установки.

Структурная схема электрической части установки приведена на рис. 3.

Телевизионный сигнал из аппаратной телецентра с уровнем 0,8—1,56 в поступает на вход усилителя-ограничителя, где осуществляется принудительная привязка уровня черного, после того как произведено отделение синхронизирующих импульсов. После такой обработки видеосигнал поступает на предварительный усилитель, который содержит в себе устройства для регулируемой апертурной коррекции и автоматической регулировки усиления. Последняя во взаимодействии с привязкой уровня черного при колеблющемся входном уровне поддерживает постоянство уровня яркости изображения электронно-лучевой трубки и, следовательно, экспозицию пленки. В дальнейших ступенях этого же усилителя производится коррекция градаций (гамма-корректор).

Система гамма-корректора предусматривает разделение регулировки для коррекции в темных и светлых частях. Затем сигнал еще раз привязывается, причем регулировка уровня черного позволяет выбрать наиболее благоприятное его значение.

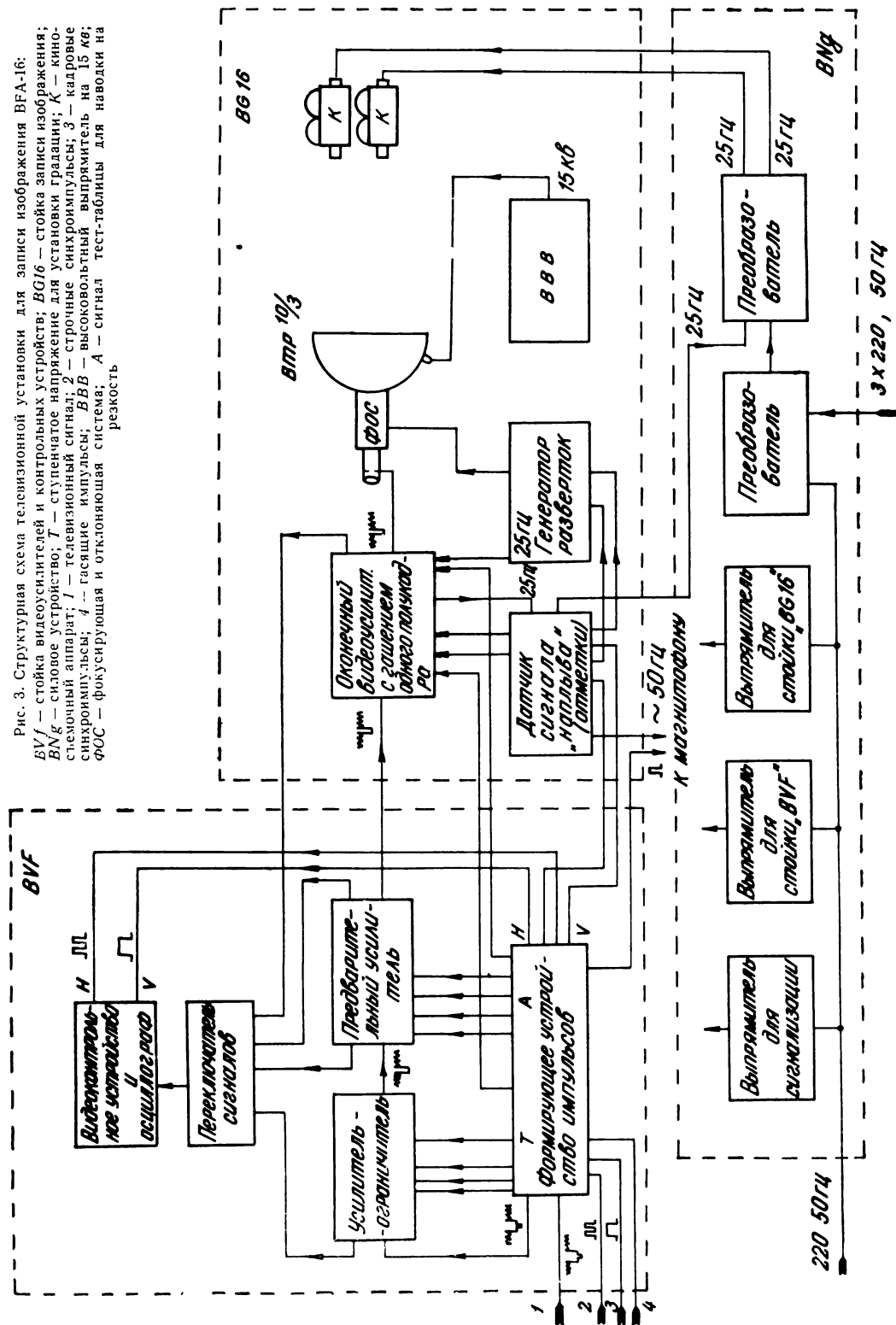
В оконечном усилителе, с которого снимается управляющее напряжение для записывающей трубки, предусмотрена частотная характеристика до 7 МГц с неравномерностью ± 1 дБ. В стойке ВУГ имеется формирующее устройство, вырабатывающее импульсы, необходимые для синхронизации всей установки. На вход подаются как строчные, так и кадровые импульсы с размахом $3,5 \div 4,5$ в.

В этом же блоке создается ступенчатое напряжение для установки градаций и сигнал теста с частотой 5 МГц для проверки фокусировки электронно-лучевой трубки.

Калиброванный сигнал, создаваемый в этом же блоке, служит для получения немодулированной «белой поверхности» на электронно-лучевой трубке.

На входе видеоконтрольного устройства находится переключатель, который позволяет производить контрольные измерения входного сигнала и сигнала на выходной лампе оконечного усилителя так же, как на выходе усилителя-ограничителя и предварительного усилителя. Выбираемые при помощи кнопок из блока формирования импульсов тест-сигналы

Рис. 3. Структурная схема телевизионной установки для записи изображения ВГА-16:
 ВУ/ — стойка видеоусилителей и контрольных устройств; ВГ16 — стойка записи изображения;
 ВNg — силовое устройство; Т — ступенчатое напряжение для установки грации; К — кино-
 съемный аппарат; 1 — телевизионный сигнал; 2 — строчные синхронизмпульсы; 3 — кадровые
 синхронизмпульсы; 4 — гасящие импульсы; ВВВ — высоковольтный выпрямитель на 15 кВ;
 ФОС — фокусирующая и отклоняющая система; А — сигнал тест-таблицы для наводки на
 резкость



(ступенчатый сигнал, белый сигнал, 5-Мгц тест-сигнал) служат в связи с калибруемым монитором для предварительной установки всего устройства.

Датчик сигнала «наплыва» создает сигнал отметки, который после нажима на кнопку записывается один раз. Он появляется в левом верхнем углу экрана. Нанесение отметок «наплывов», необходимое для правильного монтажа телефильмов из отдельных записанных кадров, происходит электрическим путем.

Отметки помещаются в левых верхних углах полей кадров и занимают приблизительно 40 строк, причем каждая из этих строк в некоторой части

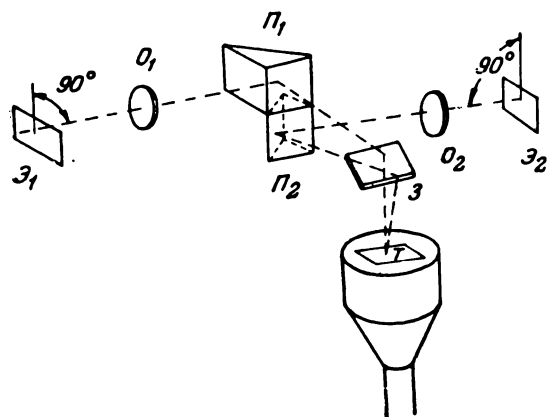


Рис. 4. Ход лучей в оптической системе:

Т — изображение на экране записывающего кинескопа; О₁ и О₂ — объективы камер; П₁ и П₂ — отклоняющие призмы; З — зеркало; З₁ и З₂ — изображения, лежащие в плоскости пленок

своей длины имеет вначале затемнение, потом светлое место и затем опять затемнение.

Одновременно с этим сигналом создается сигнал для магнитной фонограммы продолжительностью около 0,3 сек. Развертывающее устройство и отклоняющая система записывающего кинескопа разработаны особенно тщательно для получения по возможности хорошего растра. Система горизонтального и вертикального отклонения, по сообщению фирмы, работает исключительно устойчиво и создает геометрически безупречный растр. Динамическая фокусировка в обоих направлениях отклонения обеспечивает получение одинаковой четкости точек по всему растру.

В аппаратуре ВФА-16 для уменьшения межстрочной структуры с помощью колебания развертывающего пятна в вертикальном направлении предусмотрен генератор 20 Мгц. Амплитуда колебания пятна регулируется и может быть отъюстирована при рассматривании экрана в лупу. Высоковольтная часть устройства создает напряжение 15 кВ, постоянство которого поддерживается при помощи электронного стабилизатора независимо от нагрузки и напряжения в сети.

Киносъемочные камеры «Аррифлекс-16» приводят в движение трехфазным двигателем 25 гц. Для подачи синхронного трехфазного тока для каждой камеры в установке предусмотрен индивидуальный синхронный преобразователь на 25 гц, синхронизированный с телевизионным сигналом при помощи кадрового импульса.

Помимо синхронного преобразователя в силовую систему входят трансформаторы, выпрямители и электронные регуляторы.

В контрольном видеоустройстве применен кинескоп, обеспечивающий размер изображения 193 × 257 мм при яркости до 400 асб; частотная характеристика усилителя видеоконтрольного устройства 6 Мгц ± 1,5 дб. Осциллограф имеет экран 60 × 110 мм; частотная характеристика усилителя осциллографа 7 Мгц — 3дб.

Изображение записывающей трубки через зеркало, призму и специальные объективы переносится в плоскости пленок киносъемочных аппаратов (рис. 4). Разделение обоих путей света происходит без полупрозрачных зеркал, т. е. без потери света. За счет небольшой эксцентрисности установки объективов киносъемочных аппаратов уничтожаются трапециевидные искажения.

Изображенный ход лучей обеспечивает одновременную работу обеих камер. При переходе от одной камеры к другой в течение короткого промежутка времени происходит одновременная съемка; в результате образуется перекрытие полосок пленки.

Метка «наплыва» облегчает при этом монтаж готовых фильмов.

Угловой видоискатель для рассматривания изображения с рабочего места удобно расположен по отношению к наблюдателю. В поле видоискателя в виде штрихов имеются точные отметки, позволяющие производить юстировку положения и размера растра на электронно-лучевой трубке, например после смены трубки.

Чтобы уверенно устанавливать в любое время нужную экспозицию для негативного материала, над трубкой записи помещен подвижной вентильный фотоэлемент с гальванометром. При помощи этого устройства и соответствующих измерительных импульсов с начала съемки могут быть установлены наиболее благоприятные величины яркости, которые для примененного сорта пленки были точно установлены заранее опытным путем. Объектив «Ксенон» камеры «Аррифлекс-16»: $F = 28$ мм; максимальное отверстие 1:2. При эксплуатации объектив диафрагмируется до 1:4, чтобы в достаточной степени повысить разрешающую способность всего изображения, включая боковые зоны. Связанная с этим глубина резкости делает незаметным качание поля кадра. Излишней является юстировка оптической резкости при смене кинескопов. Выбранное

фокусное расстояние достаточно велико, чтобы при эксцентричном расположении объективов выделить достаточно большой круг изображения, и достаточно мало, чтобы сделать возможным стабильное построение оптического единства, состоящего из камеры, оптики и кинескопа.

Разработанный фирмой Fernseh для записи кинескоп типа ВМР-10/3 имеет круглый плоский экран диаметром 100 мм с мелкозернистым цинкосульфидным фосфором. Величина изображения 48×67 мм достаточна, чтобы сохранять светящуюся точку в относительно малых размерах, когда анодное напряжение кинескопа равно 15 кВ, а ток не превышает 100 мкА. Действующая величина светящейся точки определяется не только диаметром луча; она увеличивается еще диффузным светом внутри светящегося экрана.

Увеличение диаметра трубки означало бы уменьшение величины светящейся точки относительно формата кадра, однако трудность заключается в изготовлении однородных и достаточно качественных плоских пластинок из специального стекла большого формата. Зарубежный опыт показывает, что у вышеуказанных специальных трубок яркость в 730 асб достигается током луча 50 мкА. При применении обратимой пленки «Агфа ISS» происходит достаточное почернение фотослоя; при контрастности от 30:1 на экране кинескопа плотность в тенях равна 2,46 (предусматривается относительное отверстие объектива 1:4), а плотность в светах 0,4. Большое влияние на качество записанного изображения оказывает градационная характеристика записи, т. е. направление кривой почернения между вышеуказанными крайними величинами. Градационные характеристики записанного изображения зависят от целого ряда нелинейных преобразователей в этом процессе. Для получения оптимальных градационных характеристик необходимо знание характера этих нелинейностей с целью введения соответствующих коррекций в видеоусилителе при помощи гамма-корректоров, а также в процессе обработки кинофотоматериалов. Как известно, передача телевизионного изображения происходит с помощью элементов, имеющих нелинейные характеристики, как, например: передающих трубок, видеоусилителей телевизионных трактов и кинескопов и т. д. Поэтому в телевизионных трактах систем записи изображения вводятся соответствующие коррекции формы амплитудных ха-

рактеристик, позволяющие использовать также и изогнутые части характеристической кривой пленки и тем самым воздействовать в нужном направлении на градацию изображения.

Описанная выше установка приспособлена только для записи телевизионных изображений; звук записывается отдельно на перфорированную 16-мм магнитную ленту. Для создания необходимой синхронизации изображения со звуком в установке записи создается специальный управляющий сигнал. Синхронный двигатель магнитофона может питаться трехфазным током от дополнительного, не встроеного в установку для записи изображения синхронного генератора с частотой 50 Гц, причем синхронизированные импульсы для выпрямителя подаются установкой записи. Для записи звука фирма Сименс-Клангфильм рекомендует специальный магнитофон, обеспечивающий получение записи, не уступающей по качеству произведенной на студии.

Кроме сигналов синхронизации, установка ВФА-16 дает также метки для «наплыва» и начала для фонограммы. Длительность сигнала для записи звука — 0,3 сек. с формой равноугольного импульса для работы специального записывающего устройства или пакет волн 800 Гц для магнитной записи на ленту. Так как магнитная лента в большинстве случаев длиннее, чем пленка с изображением (установка «Магнитокард» рассчитана на 600 м 16-мм магнитной пленки для соответствия записи изображения продолжительностью в 52 м), то звуковой импульс должен подаваться не одновременно с импульсом изображения, а являться лишь начальной отметкой.

Фирма указывает, что если желательно произвести непрерывную, более продолжительную запись, то необходимо установить второй звукозаписывающий аппарат. При синхронной сетевой работе магнитофон так же, как установка для записи ВФА-16, может быть непосредственно присоединен к сети трехфазного тока, питающей синхронизирующую установку телевизионного изображения.

Установка комплектуется большим количеством тестов и контрольных приспособлений для лучшей подгонки режима аппаратуры к нужному сорту пленки и для контроля записи во время эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

Проспект фирмы Fernseh GMBH, март 1956 г.

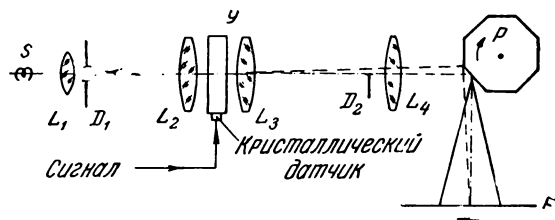
РЕФЕРАТИВНЫЙ ОТДЕЛ

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Видеозапись ультразвуковым модулятором света,
Лео Леви, JSMPTЕ, 1958, 67, № 10, 657—661.

При записи изображения на киноленту при помощи кинескопа электрические сигналы предварительно превращаются в видимую форму — телевизионное изображение, которое затем фиксируется на светочувствительной киноленте. Но с использованием электронно-лучевой трубки практически тяжело получить четкость изображения более чем 1000 элементов по диаметру трубки при любом осязном контрасте. Динамический диапазон трубок также весьма ограничен и практически равен приблизительно 15:1. Яркостная характеристика электронно-лучевой трубки нелинейна, лежит в пределах квадратичной и кубической зависимости, а искусственно приблизить ее к линейной весьма трудно.

Всех этих недостатков можно избежать при использовании ультразвукового модулятора света, основанного на дифракции света в ультразвуковых волнах. Схема модулятора показана на рисунке.



Свет от диафрагмы D_1 , освещаемой источником S , при помощи конденсорной линзы L_1 проходит через линзу L_2 , ультразвуковой элемент Y с кристаллическим датчиком, линзу L_3 , около непрозрачной заслонки D_2 через линзу L_4 , зеркальный барабан P и падает на светочувствительную киноленту F . При отсутствии электрического сигнала на модулирующем ультразвуковом элементе свет через него не проходит; при подведении же электрического сигнала проходящий свет дифрагирует около непрозрачной заслонки D_2 , как это показано на рисунке пунктирной линией. Величина проходящего света будет зависеть от амплитуды приложенного напряжения.

Ультразвуковой модулятор света представляет собой прозрачный сосуд, наполненный однородной жидкостью (водой или др.), в который помещен вибратор. При подведении электрического напряжения вибратор совершает периодические колебания, которые возбуждают жидкость, в результате чего в ней

изменяется коэффициент преломления для проходящего света.

Для того чтобы записать проходящий свет в плоскости F , необходимо использовать или очень короткое время экспозиции или же вращающийся зеркальный барабан.

При использовании ультразвукового модулятора света можно получить пятно достаточно малых размеров, а также любой длины развернутую линию, что обеспечивает разрешение многих тысяч элементов в одной развернутой линии. Ограничивающим элементом с точки зрения получения системы высокой четкости в этом случае является не модулятор света, а ширина полосы модулирующего сигнала.

Дифракционный модулятор света не имеет эффекта расплывания, как в электронно-лучевых трубках, в результате чего динамический диапазон в ультразвуковых модуляторах света чрезвычайно высок. При записи электрических сигналов посредством такого модулятора света ограничивающим фактором является разрешающая способность фотографического материала. В этой модели динамический диапазон равен примерно 200:1. Но это не является пределом возможности получения динамического диапазона для такого модулятора света, так как сам ультразвуковой модулятор света имеет диапазон, равный примерно 1000:1.

Световая характеристика ультразвукового модулятора достаточно линейна.

Ультразвуковой модулятор света может быть приспособлен и для видеозаписи. Для этого светочувствительный материал, помещенный в плоскости F , приводится в движение с такой скоростью, чтобы в каждый момент времени экспонировалась одна развернутая строка-линия светом, падающим с одного из зеркал вращающегося зеркального барабана. Вторая строка экспонируется светом от второго зеркала барабана и т. д.

Использование вращающегося зеркального барабана позволяет уменьшить расход фотографических материалов. Например, для записи информации до 4 Мгц на 70-мм пленке, позволяющей разрешить 30 линий на миллиметр, на ролик длиной 300 м можно записывать больше часа.

Полученный фильм представляет собой ряд переменных плотностей, соответствующих модулирующим электрическим сигналам. При воспроизведении необходимо эти различные плотности на пленке превратить в электрические сигналы. Это можно сделать бегущим лучом, проходящим по каждой записанной линии фильма. Свет, модулированный записанным фильмом, падает на катод фотоэлемента, в котором соответственно падающему световому потоку образуется электрический сигнал. Этот сигнал должен

быть пропорционален первоначальному записываемому сигналу.

Данная система записи телевизионного изображения еще не получила использования в коммерческих условиях. Она применялась для записи радиолокационных сигналов.

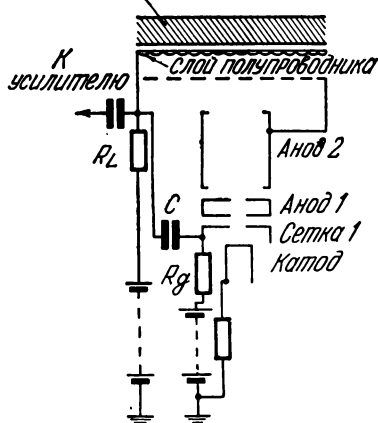
Г. А.

Полупроводниковые материалы, используемые в передающих телевизионных трубках типа «видикон», Виктор А. Бабитс, *Journal of the Television Society*, 1958, 8, № 12, 498—502.

В передающих телевизионных установках часто применяются передающие трубки типа «видикон» с мишенью из полупроводникового материала. Используемые в «видиконах» полупроводниковые материалы можно разделить на два основных типа: материалы, обладающие свойством изменять фотопроводимость под действием света, и материалы, создающие разность потенциалов при падении на них различного светового потока.

В последних трубках типа «видикон» используется отрицательная обратная связь, для чего в трубку введена специальная сетка. На рисунке показана схема соединения передающей трубки типа «видикон» с отрицательной обратной связью. Использование отрицательной обратной связи в передающих

Прозрачный токопроводящий слой



трубках позволяет значительно снизить уровень ее собственных шумов, уменьшить нелинейные искажения и др. В новой передающей трубке «видикон» устранена «утомляемость» светочувствительного слоя, найдены зависимость между величиной темнового тока и потенциалом мишени, а также зависимость между величиной фототока и потенциалом мишени. При использовании в качестве светочувствительного слоя материала, состоящего из трисульфида сурьмы, фототок пропорционален 0,5—0,7 мощности световой интенсивности, присущей мишени.

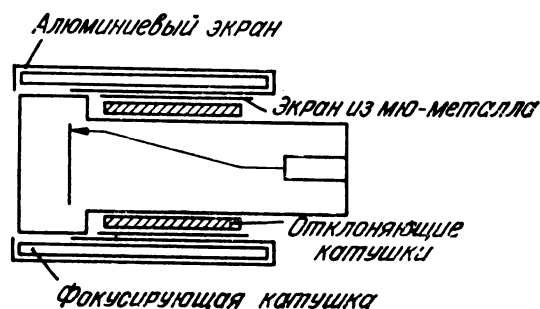
Приводится таблица различных материалов, используемых для мишеней, где даются основные их характеристики.

Г. А.

Влияние рассеянных полей отклоняющей системы на разрешающую способность суперорбитона, Х. Фикс, В. Габерман, *Radio mentor*, 1958, В 24, № 12, 847—849.

Известно, что рассеянное поле строчной отклоняющей катушки, проникая в секцию переноса электронного изображения передающей трубки суперорбитона,

воздействует на траектории электронов, идущих на мишень, создавая так называемую «болтанку», понижающую четкость передаваемого изображения.



Измерения показали, что напряженность рассеянного поля в плоскости мишени составляет примерно 2% от напряженности отклоняющего поля. Чтобы оценить, какую потерю четкости это поле создает, были измерены и сравнены апертурные характеристики при работе суперорбитона в нормальном режиме и при разделении во времени процессов накопления и считывания. Во втором случае в течение одного кадра, когда пучок был заперт и выключена строчная развертка, на фотокатод проецировалось изображение, которое считывалось в следующем кадре, когда выключался свет. Этим путем было выяснено, что «болтанка» снижает глубину модуляции сигнала трубки на частоте 5 Мгц в 1,75—2 раза. Введение системы компенсации рассеянного поля, хотя и дает значительный эффект, но не позволяет повысить модуляцию более чем в 1,5 раза. Большое значение имеет правильная экранировка. Использование показанного на рисунке алюминиевого экрана, например, дает такой же результат, как и использование компенсации при помощи специальных катушек.

И. М.

Заменяемость ленты в видеомагнитофоне, Ч. Гинзбург, *JSMPT*, 1958, 67, № 11, 739—743

Рассматриваются требования к видеомагнитофонам «Ампекс» в связи с тем, что лента с записью должна воспроизводиться не только на том видеомагнитофоне, на котором была сделана запись. Наличие четырех записывающих и воспроизводящих головок приводит к тому, что на изображении становятся заметны горизонтальные полосы, если головки не идентичны по своим характеристикам. Разница в отдаче и частотных характеристиках, а также в азимутальной установке головок сказывается в потере четкости и ухудшении отношения сигнала к шуму. При этом ухудшение отношения сигнала к шуму у одной из головок на 2 дб на изображении более заметно, чем общее ухудшение отношения сигнала к шуму на 2 дб.

Искажения в изображении, связанные с временными ошибками при записи и воспроизведении, являются следствием как неточности установки головок по окружности барабана, так и неточности установки направляющего вакуумного присоса относительно барабана.

Установка зазора головки по окружности барабана в соответствии с требованиями к качеству изображения должна производиться с точностью до одного микрона. Для этого барабан разделен на секторы, между которыми ввинчиваются регулирующие винты. Воспроизведение ленты на видеомагнитофоне,

у которого направляющий присос расположен дальше от барабана с головками, чем это имело место при записи, сопровождается характерными искажениями в виде регулярно расположенных на вертикальных линиях зубцов. Износ головок и возникающая поэтому неконцентричность образующей направляющего присоса и траектории концов головок приводит к так называемым «фестонным» искажениям, проявляющимся в волнистости вертикальных линий в виде полуволн, направленных в одну сторону.

Приведены расчеты допустимого изменения радиуса окружности, описываемой концами головок, по отношению к кривизне направляющего присоса.

Н. Т.

Процессинг-усилитель в видеомагнитофоне «Ампекс», Рей М. Долби, JSMPTЕ, 1958, 67, № 11, 726—729.

Видеосигнал, считанный с ленты, оказывается в некоторой степени искаженным. При этом особо недопустимы искажения форм синхронизирующих импульсов, приводящие к неустойчивой синхронизации видеоконтрольных устройств, если последние не имеют специальной помехоустойчивой синхронизации. Для улучшения формы полного видеосигнала в видеомагнитофоне «Ампекс» введен специальный восстанавливающий («процессинг») усилитель, в котором искаженные импульсы гашения луча и синхронизации заменяются импульсами хорошей формы. Восстанавливающий усилитель содержит селектор синхронизирующих импульсов и формирующие каскады для синхронизирующих импульсов, генератор «открывающих» (gating) сигналов, из которых формируются гасящие импульсы, электронное устройство для замены в видеосигнале гасящих импульсов (reblanker) и каскады введения в видеосигнал синхронизирующих импульсов.

Приведена структурная схема восстанавливающего усилителя и осциллограммы видеосигнала до и после ее обработки.

Н. Т.

Развитие немецкой техники преобразования телевизионных стандартов, Ганс Бедеркер, Rundfunk-technik Mitt., 1958, 2, № 5, 220—230.

Создание единой западноевропейской сети телевизионного вещания привело к необходимости разработки аппаратуры преобразования стандартов развертки изображения. Аппаратура преобразования стандартов состоит из высококачественного телевизионного приемника, соответствующего стандарту передающей стороны и «оптически связанной» с ним передающей камеры, параметры которой определяют стандартом принимающей стороны.

Первые образцы передающих камер аппаратуры преобразования разрабатывались на основе суперортиконов. В процессе эксплуатации выявился ряд недостатков, присущих этим камерам.

В связи с этим фирма Fernseh GmbH разработала для аппаратуры преобразования новую передающую камеру на видиконе, которая выгодно отличается по своим качественным показателям от предыдущей камеры, в которой используется суперортикон.

В отличие от суперортикона, для видикона характерна ничтожная возможность «пропечатывания» на мишени неподвижного изображения при его длительной передаче. Вместе с этим режим работы видикона мало зависит от температуры, в то время как суперортикон требует постоянного поддержания температуры в достаточно узких пределах (от 45 до 50°C).

Аппаратура на видиконе быстро настраивается и не требует подстройки в процессе эксплуатации.

Вобуляция строчного раstra в преобразователе стандартов, в котором используется видикон, приводит к меньшей потере вертикальной четкости в преобразованном изображении.

Соотношение сигнал/шум преобразователя стандартов на видиконе на 6 дБ выше, чем при использовании суперортикона.

Кроме того, преобразователь стандартов на видиконе допускает преобразование телевизионных стандартов с различной частотой кадров.

А. И.

Электронно-лучевые трубки, предназначенные для передачи кинофильмов по телевидению методом «бегущего луча», Е. В. Воробьев, Э. И. Жуковская, Телевизионная электроника (труды ОКБ), 1959, вып. 1, 40—53.

Отмечается, что в настоящее время единственно качественным методом для передачи цветных кинофильмов является метод «бегущего луча», в котором используется проекционная трубка с коротким послесвечением экрана в сочетании с фотоэлектронным умножителем.

Рассмотрена проекционная трубка 18ЛК8Ж, предназначенная для передачи цветных и черно-белых кинофильмов. Приведены характеристики этой трубки и результаты испытаний таких трубок в системе «бегущим лучом».

Даны аналогичные сведения по трубкам 18ЛК13Л, предназначенным для передачи черно-белых фильмов в системе черно-белого телевидения.

А. Я.

Применение схем автоматической подстройки в аппаратуре цветного телевидения, С. А. Шерман, Техника телевидения, 1959, вып. 29, 103—126.

Рассмотрены возможности применения схем автоматической подстройки для решения определенных задач в связи с использованием совместимой системы цветного телевидения с квадратурной модуляцией. Определена необходимая точность поддержания баланса поднесущей в модуляторе. Предложена схема, при помощи которой заданная точность баланса поддерживается автоматически.

Выведены выражения, по которым определены перекрестные искажения в синхронных детекторах $R-U$ и $B-U$ за счет неточного восстановления фазы поднесущей в приемнике.

Приведены данные экспериментального исследования.

А. Я.

О некоторых способах передачи изображений с помощью узкой полосы частот, Л. И. Хромов, Техника телевидения, 1959, вып. 29, 82—102.

Дано освещение истории вопроса о создании узкополосных малокадровых телевизионных систем. Изложены некоторые проблемы этого направления, связанные с работой передающей части указанных систем. Рассмотрены основные процессы электронно-оптического преобразования изображения в узкополосных передающих устройствах.

А. Я.

Некоторые особенности образования сигналов изображения на фотопроводящих мишенях, И. К. Малахов, Техника телевидения, 1959, вып. 29, 63—81.

Рассмотрен в линейном приближении процесс образования сигналов изображения на высокоомных и низкоомных фотопроводящих мишенях передающих телевизионных трубок. Проанализировано влияние параметров мишени на величину сигнала и

инерционности. Определены оптимальные значения сопротивления и емкости мишени для случая стандартного разложения.

На основании сопоставления процессов, протекающих на фотопроводящей мишени трубки, с процессами, происходящими в специально выбранной электрической схеме, получены простые формулы для расчета величины сигнала и инерционности в зависимости от основных физических параметров трубки.

А. Я.

Передающее и приемное устройства сантиметровой телевизионной радиолнии на ЛБВ, В. И. Богомолов, Техника телевидения, 1959, вып. 29, 23—35.

Описаны передающее и приемное устройства телевизионной радиолнии, работающей в диапазоне 3800—3900 Мгц. В качестве возбудителя использован отражательный клистрон. Усилитель мощности с в. ч. выполнен на одной лампе бегущей волны, обеспечивающей на выходе передатчика мощность порядка 3 вт. В приемном устройстве использованы две лампы бегущей волны. Приведены технические характеристики аппаратуры, ее схемы и фотографии.

Отмечается, что разработанная аппаратура позволяет одновременно передавать телевизионное изображение со звуковым сопровождением без взаимных помех.

А. Я.

Влияние шумов на среднюю яркость свечения экрана приемной трубки, Л. А. Атаджанов, Техника телевидения, 1959, вып. 29, 3—22.

Оценено влияние шумов на среднюю яркость свечения экрана приемной трубки и уменьшение видимого контраста телевизионного изображения. В этой связи рассмотрены приемные трубки с различными модуляционными характеристиками.

Описана блок-схема установки для экспериментальной проверки влияния шумов на среднюю яркость свечения экрана.

Приведен экспериментальный материал, подтверждающий исходные теоретические положения.

А. Я.

Метод чересстрочного разложения с фиксированным числом и частотой строк, Д. Я. Ханукаев, Техника телевидения, 1959, вып. 28, 110—124.

Изложен новый метод чересстрочного разложения, при котором частота задающего генератора во время прямого хода кадровой развертки работает с кварцевой стабилизацией, а во время гасящего импульса частота полей меняется в зависимости от изменения частоты питающего напряжения. Общее число строк в каждом поле за время прямого и обратного хода кадровой развертки остается неизменным.

Отмечается, что рассмотренный метод чересстрочного разложения имеет большие перспективы, поскольку он позволит осуществить систему цветного вещания и прием цветного изображения на приемники черно-белой системы без ухудшения качества изображения.

А. Я.

Основа теории генераторов строчной электромагнитной развертки, В. И. Сардыко, Техника телевидения, 1959, вып. 28, 69—109.

Приведен анализ схем генераторов электромагнитной развертки с разрядным диодом. Показано, что во время «прямого хода» можно пользоваться упрощенными эквивалентными схемами (с исключенными емкостями), которые позволяют на 2—3 порядка понизить дифференциальное уравнение, описы-

вающее электрические процессы в схеме. На основе анализа выведены формулы, связывающие токи и напряжения в схеме с ее параметрами. Разработана методика измерения динамических параметров схемы.

А. Я.

Спиральная развертка с постоянной скоростью движения луча, Д. М. Крючков, Техника телевидения, 1959, вып. 28, 51—53.

Положительными качествами спиральной развертки являются меньшая затрата времени на обратный ход луча и лучшее использование площади фотокатода трубки. Однако такая развертка обладает существенным недостатком, заключающимся в том, что линейная скорость движения луча по растре не остается постоянной. В связи с этим рассмотрены недостатки спиральной развертки. Определены условия, при которых устраняются эти недостатки и при которых скорость движения луча и расстояние между витками на всем растре остаются постоянными.

А. Я.

Процесс накопления в передающих телевизионных трубках с несколькими накопителями, И. Л. Валик, Л. И. Хромов, Техника телевидения, 1959, вып. 28, 17—27.

Отмечается, что дальнейшее развитие телевизионных методов обнаружения слабых оптических изображений связано с проблемой увеличения чувствительности передающих телевизионных трубок до чувствительности идеальной передающей трубки. Только при решении этой проблемы будет реализовано преимущество фотоэлектронного способа перед фотографическим. В этой связи рассмотрены особенности накопления в передающей трубке с несколькими накопителями.

При помощи временных характеристик проанализирован процесс накопления в многокаскадной секции переноса передающей трубки, содержащей несколько промежуточных люминофоров. Указаны условия, при выполнении которых на промежуточных люминофорах осуществляется процесс накопления.

А. Я.

Искажения видеосигнала при передаче звукового сопровождения на поднесущей, Е. И. Житников, Техника телевидения, 1959, вып. 28, 29—50.

Рассмотрены искажения, возникающие в телевизионном канале радиолнии передвижной телевизионной станции (ПТС) при передаче звукового сопровождения телевизионной программы на поднесущей частоте и обусловленные крутым склоном амплитудно-частотной характеристики канала.

Выбран номинал поднесущей частоты, при котором обеспечивается высококачественная передача как черно-белого, так и цветного телевизионного изображения.

Определены требования к радиолнии ПТС.

А. Я.

Электронно-лучевые осциллографы, Г. М. Хитрик, Обзор состояния телевизионной техники, ВНИИ ГКРЭ, 1959, вып. 9, 3—15.

Приведены краткие данные по электронным осциллографам, выпущенным за рубежом в 1955—1957 гг. Наиболее полно отображены параметры осциллографов, применяемых в телевидении. В таблице приведены данные простых портативных, универсальных и скоростных осциллографов 25 типов. Изложены

сведения об основных характеристиках специальных осциллографов.

Рассмотрены направления проводимых в последние годы работ по повышению качественных характеристик выпускаемых осциллографов.

А. Я.

Экономичный предварительный видеоусилитель для передающей телевизионной камеры на трубке видикон, Г. П. Шеров - Игнатьев, Р. А. Сминкевич, Б. И. Бубнов, Информационно-технический сборник ВНИИ ГКРЭ, 1959, вып. 7, 3—6.

В целях уменьшения потребления энергии, а также габаритов и веса предварительного усилителя разработана схема, состоящая из одного лампового каскада и трех каскадов на транзисторах. Приведена подробная схема этого видеоусилителя и рассмотрены принципы ее действия и характеристики.

Схема потребляет в 3,5 раза меньше энергии, чем аналогичная схема на лампах и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к предварительным ламповым видеоусилителям.

А. Я.

Синхрогенератор на полупроводниках для промышленной телевизионной установки ПТУ-2М, В. С. Гузеев, Е. Ф. Чаплина, Информационно-технический сборник, ВНИИ ГКРЭ, 1959, вып. 7, 7—11.

Отмечается, что в ранее разработанных промышленных установках применялся синхрогенератор, выполненный на 25 лампах. Он потребляет мощность порядка 40 вт. Для повышения экономичности и уменьшения габаритов ПТУ-2М разработан синхрогенератор на 20 кристаллических триодах и одной лампе. Он обеспечивает чересстрочное разложение на 625 строк при 25 кадрах в секунду. Приведена блок-схема синхрогенератора и описано ее действие. Кроме того, даны параметры импульсов, вырабатываемых синхрогенератором. Размеры синхрогенератора 400×100 мм.

А. Я.

Угол отклонения 110° , И. Певзнер, Радио, 1959, № 4, 27—30.

Рассмотрены основные особенности телевизоров, в которых используются кинескопы с большим углом отклонения луча, практические схемы блока развертки и конструктивные особенности отклоняющей системы для таких кинескопов.

А. Я.

О допустимой зоне разброса спектральных характеристик супериконоскопов, Э. И. Гольберг, К. А. Федоров, Телевизионная электроника (труды ОКБ), 1959, вып. 1, 67—76.

Отмечается, что при воспроизведении системой черно-белого телевидения цветных объектов могут иметь место искажения яркостных контрастов отдельных, различно окрашенных участков изображения по сравнению с оригиналом.

В связи с этим исследованы искажения «цветопередачи» и главным образом портретного сходства при работе трубок с различными спектральными ха-

рактеристиками и при различных источниках освещения. Определена зона разброса спектральной характеристики передающих трубок, в пределах которой допустимы искажения «цветопередачи» и портретного сходства при работе в реальных условиях студии черно-белого телевидения.

Показано, что применение трубок с сурьмяно-цеиевым фотокатодом в студиях, где в основном используются лампы накаливания, обеспечивает вполне удовлетворительное портретное сходство.

Рассмотрены также условия применения трубок с многощелевым фотокатодом.

А. Я.

О расчете отношения сигнал/шум суперорбитона, В. В. Круссер, А. П. Нефедьев, Телевизионная электроника (труды ОКБ), 1959, № 1, 54—66.

Подведены итоги ряда работ по выяснению причин малого отношения сигнал/шум в видеосигналах суперорбитона. Рассмотрены недостатки и пробелы в существующих представлениях о механизме образования шумов в суперорбитоне. В связи с этим проанализированы четыре наиболее полные работы, посвященные расчету флуктуаций выходного тока суперорбитона.

Приведена формула, уточняющая результат расчета сигнал/шум.

А. Я.

Помехи телевизионному приему и методы их подавления, З. Фукс, Радио, 1959, № 4, 34—39.

Рассмотрены источники помех телевизионному приему и методы их ослабления. Большое внимание уделено самым распространенным помехам, создаваемым радиопередатчиками различного назначения.

Описаны фильтры, ослабляющие гармоники радиопередатчиков, а также помехозащитные фильтры для телевизоров.

А. Я.

Схемы электронного масштабирования в суперорбитонах, В. П. Абакумов, Техника телевидения, 1959, вып. 28, 3—16.

Для получения плавного изменения масштаба изображения обычно используют «наезд» камер. Однако «наезд» трудно осуществить в передвижных внестудийных установках. В связи с этим все более широкое применение находят схемы электронного масштабирования.

Рассмотрены условия получения плавного и скачкообразного изменения масштаба передаваемого изображения, осуществляемого электронно-оптическим методом в передающих трубках типа суперорбитон.

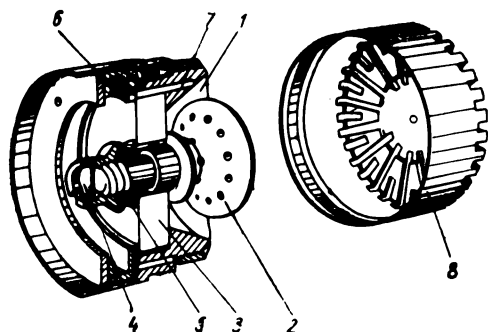
Описан режим передающей трубки при масштабировании. Приведены расчет отдельных цепей блок-схемы масштабирования, принципиальная схема устройства для плавного электронного масштабирования и принципиальная схема устройства для скачкообразного удвоения масштаба изображения.

Проанализированы преимущества и недостатки электронно-оптического изменения масштаба изображения с точки зрения качества получаемого изображения.

А. Я.

Новый конденсаторный микрофон, Brüel and Kjaer Technical Review, 1959, № 1, 3—11.

Новый конденсаторный микрофон по своим параметрам соответствует американскому стандарту L 24.8.1949 для лабораторных микрофонов давления типа L. Этот микрофон может также использоваться в качестве студийного микрофона. Микрофон состоит из капсюля и усилительного каскада, собранного по схеме катодного повторителя. Капсюль электростатического микрофона типа 4132 (см. рисунок) состоит из корпуса, в котором укреплены диафрагма 1, жесткий электрод 2, изолятор 3 и другие элементы. Основные детали капсюля изготовлены



из никеля и никелевых сплавов; в качестве изолятора используется обработанный силиконом кварц. Для надежного контакта выводная пластинка 4 изготовлена из золота. Специальные меры приняты для стабилизации чувствительности микрофона. Наличие стальных пружин 5 и пружинящего кольца 6 обеспечивает стабильность расстояния между неподвижным электродом и диафрагмой. Температурный коэффициент этого расстояния $20 \cdot 10^{-6} \times 13,9 \cdot 10^{-6} \text{ мм/}^\circ\text{C}$, изменение чувствительности микрофона в диапазоне температур 20—150°C не превышает +0,5 дБ. Капиллярные трубки 7 выравнивают давления по обеим сторонам диафрагмы, что позволяет монтировать микрофон в стене, разделяющей помещение с различными давлениями. Специальная конструкция капилляров защищает микрофон от запыления и запотевания. Перед диафрагмой устанавливается защитная сетка 8. Измерительный микрофон выпускается в двух вариантах: тип 4131 с частотной характеристикой, имеющей неравномерность $\pm 2 \text{ дБ}$ до 18 кГц, и тип 4132 с частотной характеристикой до 7 кГц. Чувствительность обоих типов микрофонов 3,5—5,5 мВ/мкбар при поляризующем напряжении 200 в.

О. Х.

Стерефонические передачи швейцарского радиовещания, В. Нюбель, Funk-Technik, 1959, 14, № 3, 72.

Сообщается об экспериментальной двухканальной стереофонической передаче радиостудией г. Лозанна (Швейцария). Оба канала передавались радиостанциями первой и второй программы, УКВ-радиопередатчиками и линиями телефонной связи. После короткого вступления о значении стереофонии давались указания слушателям о настройке и установке

аппаратуры. В качестве установочного сигнала передавался стук кастаньет. Особенности стереофонического звучания передавались специальными эффектами (игра в пинг-понг, движение поезда) и выступлением оркестра.

О. Х.

Международная стандартизация магнитной записи на киноплёнке, М. Д. Таунсли, JSMPTE, 1958, 67, № 12, 822—823.

Вопросы стандартизации параметров магнитной записи на 35- и 16-мм плёнке обсуждаются на международных совещаниях с 1955 г., и в настоящее время намечается соглашение по ряду пунктов. На одном из последних заседаний ИСО принято решение относительно частотных характеристик записи. Форма характеристики, изображающей зависимость поверхностной индукции от частоты сигнала, определяется частотной характеристикой проводимости цепи, состоящей из последовательно соединённых сопротивления и конденсатора. Для 35-мм плёнки постоянная времени цепи равна 35 мксек (в соответствии с характеристикой Международного радиотехнического консультативного комитета — CCIR), для 16-мм плёнки постоянная времени равна 100 мксек. Обе характеристики приведены в таблице:

Частота	35 мм	16 мм	Частота	35 мм	16 мм
40	-40,75	-31,95	2000	-7,5	-2,1
50	-38,8	-30,0	3000	-4,8	-1,0
60	-37,2	-28,45	4000	-3,2	-0,6
100	-32,75	-24,0	4550	-3,0	—
200	-26,75	-18,05	5000	-2,25	-0,35
300	-23,25	-14,6	6000	-1,6	-0,25
400	-20,8	-12,28	7000	-1,15	-0,15
500	-18,85	-10,4	8000	-0,85	-0,12
700	-15,95	-7,85	9000	-0,6	-0,08
1000	-13,0	-5,45	10 000	-0,45	-0,06
1570	—	-3,0	12 000	-0,2	-0,03
			15 000	—	—

Для обеих характеристик указываются величины допусков. Для характеристики записи 16-мм плёнки даются дополнительные допуски на портативную аппаратуру. Указывается, что величина постоянной времени, определяющая форму частотной характеристики, требует уточнения. Так, например, в Германии принята величина 80—85 мксек, характеристика SMPTE примерно соответствует 70 мксек. Ведутся работы по стандартизации абсолютной величины поверхностной индукции.

О. Х.

Усилители с отрицательным импедансом и громкоговорители, Р. Е. Вернер, Р. М. Коррел, Journ. Audio Engng. Soc., 1958, 6, № 4, 240—243.

Применение отрицательной обратной связи по напряжению и положительной по току позволяет получить усилитель с отрицательным выходным импедансом. Компенсация активной и реактивной составляющей импеданса звуковой катушки улучшает работу громкоговорителя, делая более равномерной частотную характеристику, уменьшая нелинейные искажения и улучшая воспроизведение переходных процессов. Применение отрицательного импеданса позволяет использовать громкоговоритель на часто-

тах ниже резонансной, что особенно существенно при малых размерах ящика громкоговорителя. Проведен теоретический анализ эквивалентной схемы, приводятся результаты измерений.

Для измерений использовался 30-см громкоговоритель, вмонтированный в ящик объемом 13 500 см³. Частотная характеристика такой системы при работе с обычным усилителем имела острый резонансный пик на частоте 200 гц с крутым спадом на более низких частотах. Применение отрицательного импеданса уничтожило резонансный пик и существенно расширило частотную характеристику. В другом случае применение отрицательного импеданса уменьшило нелинейные искажения, вносимые громкоговорителем на частоте 40 гц с 22 до 4%. Показано, что применение одного лишь отрицательного сопротивления не дает заметного улучшения работы громкоговорителя и может даже приводить к увеличению неравномерности частотной характеристики.

О. Х.

Электреты из керамических диэлектриков, М. Турек, *Slaboprduy obzor*, 1959, 20, № 1, 23—30.

Электрет представляет собой электризованный диэлектрик, получающийся при остывании некоторых веществ в сильном электрическом поле. На поверхности электрета образуются и сохраняются заряды с плотностью порядка 1—2 К/см². Срок жизни электрета может быть разным. Особенно стойкими являются керамические электреты, величина заряда на которых не меняется в течение года. Электреты могут использоваться в электронно-лучевых трубках для постоянного смещения луча, в электрофотографии, в генераторах высокого напряжения и в ряде других случаев. Электретовый конденсаторный микрофон не требует поляризующего напряжения; чувствительность изготовленных образцов электре-

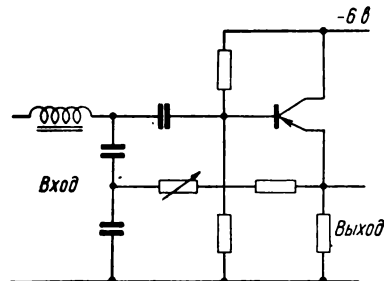
товых микрофонов в два раза превышает чувствительность угольных микрофонов.

Приводятся современные теории, объясняющие сущность явления, отмечаются теоретические работы советских ученых в этой области.

О. Х.

Электронный фильтр с транзистором, Г. И. Фишер, *Radio und Fernsehen*, 1959, 8, № 3, 80—83.

Применение полупроводниковых триодов компенсирует потери в реактивных элементах схемы фильтра, увеличивая их добротность. Это позволяет со-



здавать дешевые и компактные фильтры с большой крутизной среза или с узкой полосой пропускания. Подробно описывается схема фильтра с резонансной частотой 1087 гц и шириной полосы пропускания около 10 гц (см. рисунок). Применение электронных фильтров с полупроводниковыми триодами может иметь большое значение в целом ряде случаев.

О. Х.

СЪЕМКА И ПРОЕКЦИЯ КИНОФИЛЬМОВ

Киносъемочная камера типа «Камеретт 16/35» Дж. Генри, *American Cinematographer*, 1959, 40, № 1, 45, 51—53.

Стремление английских студий телевидения к исключительно синхронным киносъемкам репортажа, хроники, интервью и т. п. привело к разработке агрегата для одновременного проведения киносъемки и звукозаписи.

В качестве основы для указанного агрегата была принята киносъемочная камера типа «Камеретт», позволяющая осуществлять киносъемку как на 35-мм, так и на 16-мм киноплёнке.

С правой стороны камеры крепится лентопотяжный механизм с головками и бобинами для перфорированной магнитной ленты шириной 16 или 35 мм. Механизм приводится в движение электродвигателем киносъемочной камеры, что обеспечивает абсолютную синхронность съёмки изображения и записи звука. Скорость хода магнитной ленты может быть изменена независимо от скорости хода киноплёнки и составляет 183 и 456 мм/сек. Таким образом, на одном 120-м ролике магнитной ленты можно запи-

сать звук для почти трех таких же роликов киноплёнки.

Камера устанавливается в звукозаглушающий бокс.

В комплект аппаратуры, обслуживаемой кинооператором и звукооператором, входят помимо киносъемочной камеры усилитель с микшерским устройством, имеющим два входа; аккумуляторная батарея напряжением 24 в; переносные кабели и вспомогательные, в том числе и измерительные устройства.

Качество звукозаписи характеризуется тем, что среднеквадратичное значение детонации составляет на 35-мм ленте всего 0,15% и на 16-мм ленте около 0,20%.

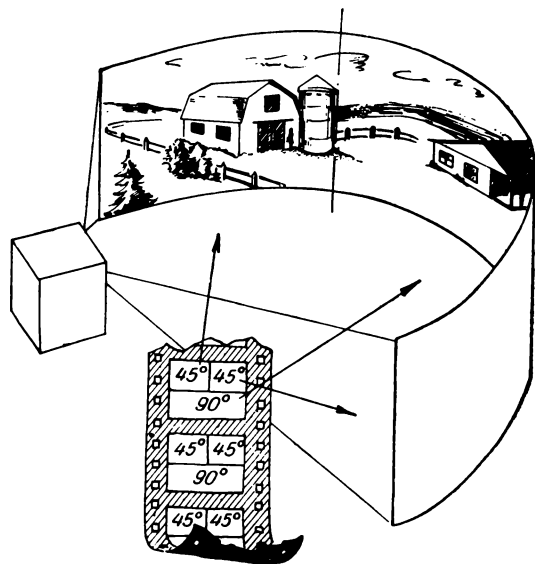
В. П.

Одноплёночная кинопанорама, *American Cinematographer*, 1959, 40, № 2, 104—106.

Сообщается о новом предложении панорамного кинематографа, осуществляемого посредством одной камеры и одного кинопроектора.

Сущность предложения заключается в том, что съемка и проекция ведутся на одной 35-мм пленке, кадр которой разделен таким образом, что верхняя половина его охватывает изображение в пределах угла 90° , а нижняя половина кадра, состоящая из двух секторов, также охватывает изображение в пределах угла $2 \times 45^\circ$ (см. рисунок).

Во время проекции при помощи специальной оптической призмной насадки¹ верхняя половина кадра обслуживает центральную часть сильно вогнутого экрана с углом зрения 90° , в то время как левый сектор нижней половины обслуживает правую сторону экрана (угол зрения 45°), а правый сектор — левую сторону экрана с таким же углом зрения в 45° .



Таким образом, взамен известной трехпленочной системы панорамного кинематографа — «Синерамы» — предлагается однопленочная система для панорамной проекции одним кинопроектором на экран, кривизна которого позволяет обеспечить угол зрения в 180° .

Экспериментальный показ фрагмента нового панорамного фильма, снятого по методу Карнея—Смита (имя авторов метода), был осуществлен в кинотеатре «Ролламо» (г. Ролла, США) на экран размером $22,4 \times 4,8$ м (соотношение сторон 4,5:1).

Отмечается, что «эффект участия» был не хуже, чем в трехпленочной системе «Синерама».

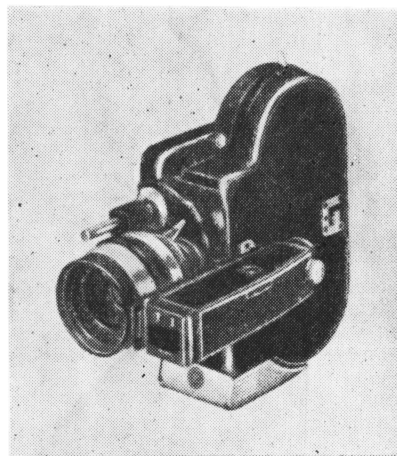
Г. И.

Широкоэкранные фильмы на 16-мм пленке, Э. Уил-ди, American Cinematographer, 1959, 40, № 1, 48—51.

Излагаются результаты использования системы съемочных и проекционных анаморфотных насадок Пайар, разработанных для 16-мм киносъемочных камер и кинопроекторов типа «Болекс».

Разработанная для киносъемки насадка имеет коэффициент анаморфозы 1,5 и позволяет получить соотношение сторон изображения 2:1. Эта насадка может использоваться совместно с объективами

¹ Никаких данных об оптической насадке не приводится.



«Свитар» $F=16$ мм, $f/1,8$ «Свитар» $F=50$ мм, $f/1,4$, «Теле-Синор» $F=75$ мм, $f/2,5$ и различными стандартными объективами с $F=25$ мм, включая весьма светосильный объектив «Синор» $F=25$ мм, $f/0,95$.

На рисунке показана киносъемочная камера «Болекс Н-16» с анаморфотной насадкой, при необходимости отодвигаемой на направляющих; визир снабжен маской с прямоугольным вырезом, имеющим соотношение сторон 2:1.

Насадка может фокусироваться на близкие расстояния, начиная с 1 м, при этом с использованием объектива с фокусным расстоянием 75 мм размеры картинной плоскости составляют приблизительно 83×160 мм.

При проекции автор рекомендует пользоваться экраном размером не менее $1,37 \times 2,75$ м; при меньших размерах зрительное впечатление значительно снижается.

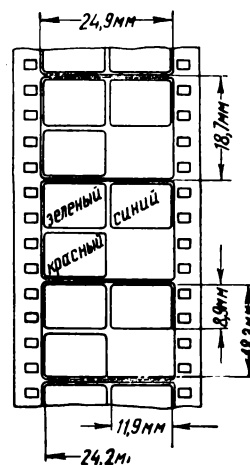
В. П.

Новая аддитивная цветная система для киносъемки, Л. Уилер, JSMPTE, 1958, 67, № 11, 747—749.

Описывается система «Колорвижн», в которой для съемки используется киносъемочная камера «Митчелл» со светорасщепительным устройством «дихроического» типа.

Для съемки применяется стандартная черно-белая негативная пленка шириной 35 мм. Расположение красного, синего и зеленого цветоделенных изображений показано на рисунке. Можно видеть, что каждое из изображений имеет площадь, приблизительно на 40% превышающую площадь нормального кадра на 16-мм пленке.

Съемка может производиться объективами с фокусными расстояниями 35, 50, 75 и 125 мм. При съемке при диафрагме 2 (по специальной шкале «Колорвижн») по глубине резкости, соответствующей относительному отверстию 1:4,5, уровень освещенности об-



екта составляет около 2000 лк для пленки типа «Три-Х» и около 4000 лк для пленки типа «Плюс-Х».

Система разработана в основном для съемки цветных фильмов для цветных телевизионных передач, однако она с успехом применяется и для съемки цветных изображений с экрана телевизора.

Разработана также и оптическая приставка для обычного кинопроектора, позволяющая получать на экране цветные аддитивные изображения. Имеется аппаратура для печати цветных позитивов на многослойные позитивные пленки.

Указывается, что в некоторых условиях, где имеются проявочные машины и копировальные аппараты только для черно-белой пленки, система Колорвижн имеет значительные преимущества перед субтрактивными системами, позволяя без затруднений снимать цветные фильмы, предназначенные для немедленной демонстрации.

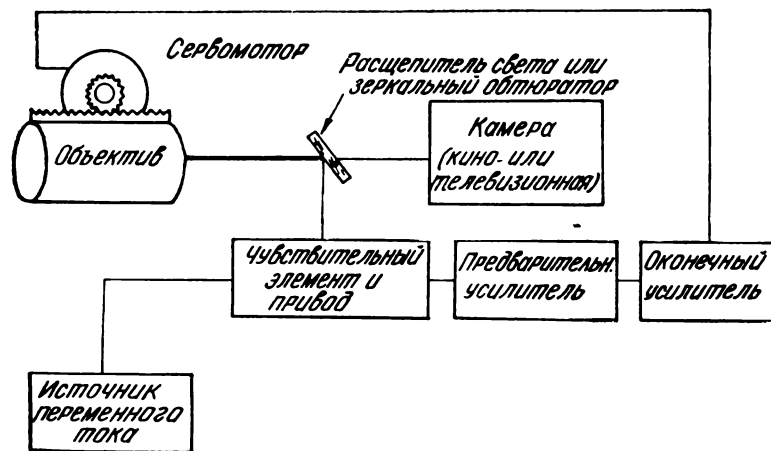
В. П.

Автоматическая электронная фокусировка объективов, American Cinematographer, 1958, 39, № 11, 686—687, 718—720.

После изобретения системы автоматической регулировки экспозиции при киносъемке следующим шагом была разработка автоматически действующей системы фокусировки объективов фотоаппаратов, киносъемочных и телевизионных камер.

Эта система, принципиальная схема которой показана на рисунке, получила название OAR.

Лучи света от объекта съемки, пройдя сквозь объектив камеры, попадают на светорасщепляющее зеркало или на зеркальный обтюратор киносъемоч-



ной камеры. Основная часть лучей света проходит внутрь камеры и попадает на пленку или телевизионную трубку.

Отклоненные лучи света входят в чувствительный элемент, состоящий из трех селеновых фотоэлементов, непрерывно вибрирующих вдоль оптической оси с частотой 60 гц; эта вибрация осуществляется в определенных регулируемых пределах при помощи специального привода.

Чувствительный элемент отрегулирован так, что плоскость наиболее резкого изображения находится между двумя крайними положениями движения чувствительного элемента. Если плоскость наиболее резкого изображения находится точно в середине пути движения чувствительного элемента, то элек-

трический сигнал на его выходе будет иметь частоту, в два раза превышающую частоту колебаний; если плоскость резкого изображения смещается, то частота сигнала снижается и может достигнуть значения, равного частоте вибрации чувствительного элемента. При наиболее резком изображении, находящемся между объективом и серединой пути движения чувствительного элемента сигнал имеет фазу, противоположную фазе сигнала при плоскости наибольшей резкости изображения, расположенной за серединой пути движения чувствительного элемента.

Эти изменения частоты и фазы сигнала, усиленного предварительным усилителем, превращаются в оконечном усилителе в сигналы, управляющие сервомотором, приводящим в движение объектив камеры.

Система получает питание от сети переменного тока и работает, как указывается, с точностью около 2%.

Приводится краткое описание отдельных экспериментов, проведенных с действующим макетом установки.

В. П.

Исследование факторов, влияющих на свойства поляризационного изображения, С. С. Савко, Г. П. Фаерман, Оптико-механическая промышленность, 1959, № 1, 13—17.

Приводятся результаты исследования процесса печати поляризационного изображения.

Рассматриваются: схема денситометра для измерения поляризационных плотностей; характеристические кривые серебряного, рельефного и поляризационного изображений; изменение формы поляризационных характеристических кривых в зависимости от концентрации йода в печатающем растворе; изменение формы поляризационных характеристических кривых в зависимости от коэффициента растяжения пленки.

Г. И.

Легкий штатив с панорамной головкой, British Kinematography, 1959, 34, № 1, 10—11.

Приводится описание штатива облегченного типа, выпущенного фирмой W. Vinten Ltd и предназначенного для использования в качестве опоры телевизионных камер.

Основными достоинствами штатива являются простота управления, плавность и легкость перемещений подвижных частей.

Это достигается путем применения шарико-роликовых направляющих для основной колонки штатива и роликовых направляющих специального типа для горизонтальных перемещений платформы штативной головки.

Камера и подвижная часть штатива уравновешиваются специальными пружинами и грузами. Это позволяет сообщить камере любое вертикальное или горизонтальное перемещение без рычагов или штурвалов, лишь слабым нажатием пальцев рук.

Штатив снабжен панорамной головкой обычного типа с пружинной компенсацией веса камеры при наклоне.

Штатив предназначен для камер весом не более 45 кг.

Высота штатива изменяется в диапазоне от 85 до 135 см, а в случае предварительного подъема его основания — от 100 до 150 см.

А. Т.

Демонстрация 16-мм фильмов на борту самолета, Ф. Хенкель, Kіno-Technik, 1958, 12, № 12, 383—384.

На пассажирских самолетах французской авиационной компании оборудована кинопроекционная установка с использованием 16-мм звукового кинопроектора «Пате авиасьон». Этот проектор устанавливается на специальном столике в хвостовой части самолета. Питание проектора осуществляется от сети постоянного тока напряжением 27 в. Усилитель, имеющий печатную схему, питается через вибропреобразователь и устанавливается непосредственно под проектором. Вместо фотоэлемента в звуковой головке проектора применен германиевый диод, позволяющий уменьшить число каскадов усиления.

Проекция ведется одновременно на 2 экрана: один шириной 1 м, установленный в отделении первого

класса, и второй шириной 0,5 м, установленный в заднем отделении второго класса. Проектор имеет светорасщепительное устройство с призмой и двумя объективами: одним, рассчитанным на проекционное расстояние 15 м, и вторым, рассчитанным на расстояние от 4 до 8 м, в зависимости от относительных размеров отделения первого класса в данном самолете.

В. П.

Монтаж оборудования широкоэкранного кинотеатра, В. Мищенко, Киномеханик, 1959, № 3, 24—26.

Описывается опыт монтажа в кинотеатре «Октябрь» (Мичуринск).

Сообщается об особенностях конструкции экранной рамы и кашетирующих устройств.

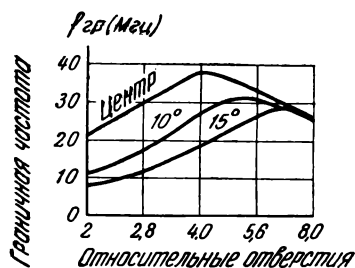
Даются критические замечания по поводу выпускаемого широкоэкранного оборудования.

Г. И.

ОПТИКА И СВЕТОТЕХНИКА

Характеристика разрешающей способности объективов для телевизионных систем, О. Френцель, Radio mentor, 1958, 24, № 11, 777—779.

Излагается содержание доклада, прочитанного в октябре 1958 г. на съезде Немецкого телевизионного общества и посвященного оценке телевизионной разрешающей способности объективов, применяемых в передающих камерах. В отличие от распространен-



ной методики определения разрешающей способности по апертурным характеристикам, когда измеряется глубина модуляции светового сигнала с деталей разного размера, исследовались переходные характеристики и по времени нарастания фронта светового импульса подсчитывалась эквивалентная полоса пропускания объектива. Прямым сравнением было установлено, что на апертурной характеристике граничной частоте этой полосы $f_{гр}$ соответствует 10-кратное ослабление оптического контраста. Новая методика позволяет упростить испытательную аппаратуру (например, в качестве оптического

объекта использовать простую решетку с постоянным шагом), сокращает время на измерения и повышает точность результатов (с 8—10% до 1%).

Измерения показали сильную зависимость разрешающей способности от степени диафрагмирования объектива. Это видно, например, из рисунка, где показаны характеристики типового камерного объектива «Лейтц» ($F=50$ мм, 1:2). Характерным является также падение разрешения к краю изображения, причем максимум четкости изображения на разных расстояниях от центра получается при разных диафрагмах. Автор считает, что в общем объективы вносят серьезные искажения четкости, особенно в современные высококачественные телевизионные системы.

И. М.

Объективы для нормальных и узких фильмов, Kіno-Technik, 1959, 13, № 1, 16—19.

Сообщаются данные о съемочных и проекционных объективах, представленных на кинофотовыставке в Кельне.

Для 16-мм камер фирма Анженю представила восьмилинзовые объективы M1, $F=25$ мм, 1:0,95 и S41, $F=25$ мм, 1:1,4; широкоугольный объектив R21, $F=10$ мм, 1:1,8; пятилинзовый телеобъектив P3, $F=75$ мм, 1:2,5 и объектив Зум с фокусным расстоянием, меняющимся от 17 до 68 мм. Для 35-мм камер представлены съемочные объективы от $F=14,5$ мм до $F=100$ мм с углом поля зрения от 85 до 15°.

Объективы «Ультра-Скоп-Анаморфот» фирмы Арнольд и Рихтер от $F=50$ мм до $F=600$ мм с анаморфотным фактором 2 в оправе «Аррифлекс-35» пригодны также для камер «Митчелл» и «Неваль».

Насадочная оптика «Мюллер-Анаморфот» предназначена для съемки и проекции узких фильмов с анаморфотным фактором 1,5

Интерес представляет светосильный объектив фирмы Керн для 8-мм фильмов, $F=13$ мм, 1:0,9 с наводкой от 0,25 м до ∞ .

Фирма Роденшток представила съемочные объективы для 8-мм пленки: шестилинзовый «Гелигон», $F=12,5$ мм, 1:1,5 типа «Гаусс»; «Ронар», $F=10$ мм, 1:1,9 и $F=12,5$ мм; широкоугольные объективы «Гелигароп», $F=6,5$ мм, 1:1 и телеобъективы «Эйронар» $F=37,5$ мм, 1:1,9 и $F=38$ мм, 1:2,8. Насадка «Ронагон» укорачивает фокусное расстояние основного объектива $F=12,5$ мм в два раза, а насадка «Эйтелон» удваивает его.

Приводятся данные также других объективов для 35-, 16- и 8-мм пленок, представленных различными фирмами.

ц. э.

О возможности расчета ахроматического объектива для длинноволновой области спектра, И. В. Пейсахсон, Оптико-механическая промышленность, 1959, № 2, 13.

Сообщается, что отношение дисперсий фтористого лития и флуорита в области спектра от $\lambda=2$ до $\lambda=5,5$ мк изменяется в узких пределах (1,9—2,1), что позволяет рассчитать из этой пары материалов двухлинзовый ахроматичный объектив с малым вторичным спектром.

Приводятся данные одного из рассчитанных подобных объективов с фокусным расстоянием 100 мм и относительным отверстием 1:5.

г. и.

К вопросу об оценке проекционной оптики по кривой распределения потока в шейке каустики. В. А. Баум, Р. Апариси, Д. И. Тепляков, Оптико-механическая промышленность, 1959, № 2, 22—26.

Предлагается оценка качества (точности) оптической системы, позволяющая, по мнению авторов, непосредственно определить локальные плотности излучения, падающего на отдельные элементы плоского приемника или экрана, расположенного в фокальной плоскости системы, а поэтому дает возможность обоснованно определить оптимальную форму и размеры приемника.

г. и.

Некоторые вопросы применения вращающихся призм в качестве оптических компенсаторов, С. В. Кулагин, ЖНиПФК, 1959, 4, № 2, 127—132.

При непрерывном движении пленки во время экспонирования изображения для получения достаточно резких снимков необходимо или уменьшать местное время экспонирования или добиваться устранения относительного смещения светочувствительного слоя и оптического изображения во время экспонирования.

Сделана попытка теоретически обосновать выбор основных параметров компенсационной призмы, исходя из допустимой величины нерезкости, получающейся вследствие невозможности абсолютного уравнивания скоростей пленки и изображения во время экспонирования.

Показано, что абсолютная компенсация в камерах с оптической компенсацией в виде вращающейся призмы невозможна. Выяснена зависимость угла компенсации от различных факторов.

а. я.

16-мм дуговой кинопроектор «холодного света», Э. Май, Kino-Technik, 1958, 12, № 12, 391—393.

В настоящее время 16-мм кинопроекция используется в залах длиной до 40 м с экранами шириной порядка 8 м и более. В этих случаях единственным источником света в кинопроекторе может являться дуга высокой интенсивности.

Основным отличительным признаком описываемого кинопроектора «Лейтц НЗ» является система охлаждения фильма: в ходе лучей света непосредственно за интерференционным теплофильтром установлен теплопоглощающий абсорбционный светофильтр; эта комбинация фильтров снижает тепловое излучение, достигающее фильма, на 98%. Кроме того, фильм охлаждается струей воздуха от специальной воздушной подушки. Указывается, что при силе тока дуги, равной 60 а, нагрев фильма является таким же, как в кинопроекторе «Лейтц G1» с лампой накаливания, работающем без теплофильтра, в то время как световой поток дугового проектора оказывается в семь раз большим.

В проекторе могут применяться простые угли на силу тока 15 а и угли высокой интенсивности на силу тока 60 а. В первом случае световой поток составляет 1000 лм и во втором случае — 3500 лм.

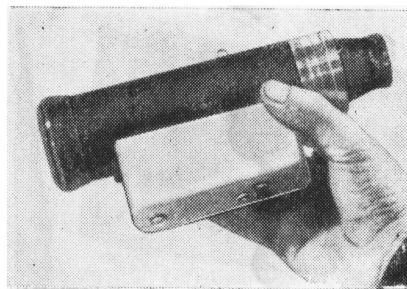
Максимальная длина заряжаемого в лампу угля составляет 405 мм, слезная длина угля — 335 мм; при скоростях сгорания положительного угля от 2,8 до 5,6 мм в минуту проектор может непрерывно работать от 60 до 120 минут, позволяя, таким образом, демонстрировать от 600 до 1200 м 16-мм фильма.

Оптика осветительной системы состоит из эллиптического отражателя и конденсора; такая схема выбрана с целью уменьшить влияние затенения угледержателем положительного угля; кроме того, она позволяет уменьшить удельную тепловую нагрузку на теплофильтры, которые устанавливаются в участке светового пучка, имеющем относительно большое сечение.

в. п.

Экспонетр для скоростной киносъемки, American Cinematographer, 1959, 40, № 1, 43—56.

При производстве скоростных киносъемок часто оказывается необходимым вместо измерения освещенности объекта съемки измерять яркость его



участка, особенно тогда, когда доступ к объекту невозможен.

Для таких измерений был разработан специальный малогабаритный экспонетр «Фэрчайлд HS 3201», являющийся яркомером деталей кадра с углом охвата 2°.

Размеры экспонетра, показанного на рисунке, составляют 203×89×57 мм.

Оптическая схема экспонометра подобна телескопу, в поле зрения которого находится небольшой непрозрачный участок, перекрывающий собой участок изображения, яркость которого измеряется; этот участок и является светочувствительным элементом. Шкала гальванометра видна в поле зрения прибора. Экспонометр имеет два предела измерений: 0—250 000 *асб* и 0—5 000 000 *асб*. Калькулятор, рассчитанный для скоростной киносъемочной камеры «Фэрчайлд», позволяет определить диафрагму объектива для частот съемки от 100 до 20 000 кадр/сек.

В. П.

Задачи сенситометрического приборостроения, Ю. Н. Гороховский, Оптико-механическая промышленность, 1959, № 1, 10—12.

Рассматриваются вопросы, относящиеся к разработке и выпуску специализированной, весьма преци-

зионной оптической измерительной аппаратуры для внедрения современных методов сенситометрического контроля.

Излагаются требования к ассортименту сенситометрических приборов.

Г. И.

Номографический метод расчета сценических осветительных установок, А. Б. Матвеев, Светотехника, 1959, № 4, 14—17.

Дается расчет для стационарных осветительных устройств от групп «белого света» применительно к софитам, рампам и прожекторам выносного освещения.

Расчет сценической осветительной установки сводится к определению вертикальной и горизонтальной освещенности на сцене.

Г. И.

АВТОРСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА СССР ПО ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИИ

Способ электростатического изготовления печатной формы, Е. Л. Немировский, В. М. Фридкин, А. И. Фройман, № 103649, кл. 57b, 10, заявлено 15 марта 1955 г.

Для получения относительно большого количества фотокопий электрофотографическим путем с использованием обычных фотопроводниковых слоев производится непрерывную электризацию фотослоя и периодическое экспонирование воспроизводимого изображения. Этот недостаток устраняется при формировании электростатического изображения на полупроводнике, способном образовывать фотэлектрет.

Для этого слой серы наносится на металлическую подложку. Сверху сера покрывается прозрачным для света электродом. К электродам подводится постоянное напряжение 100 в. После трехминутной выдержки в темноте на серу через прозрачный электрод проецируется подлежащее размножению изображение. В результате экспонирования освещенные участки поверхности серы становятся фотоэлектретами, а неосвещенные участки никакой постоянной электризации не получают. Сформированное таким образом скрытое электростатическое изображение сохраняется длительное время. Проявление изображения и получение отпечатков производится так же, как в обычных устройствах для ксерографии.

Для повторного использования пластины ее освещают в течение короткого времени, достаточного, чтобы фотоэлектретное состояние исчезло.

Способ изготовления рентгенограмм-анагличей, И. И. Жилевич, № 111447, кл. 57a, 7₁₀, 57a, 7₁₁, 57b, 12₀₈, заявлено 5 ноября 1956 г.

Рентгенограммы-анаглифы получают путем проецирования двух изображений под различными углами проекции, проявления цветными красителями и закрепления на одном и том же дважды заряжаемом фотопроводниковом слое электрофотографического материала.

Проявляющий порошок для электростатической бесконтактной печати, В. М. Фридкин, Т. Н. Герасимова, Х. С. Билялетдинов, № 112645, кл. 57b, 10, заявлено 5 апреля 1957 г.

В проявляющем порошке, состоящем из смеси измельченных частиц натуральных или искусственных

смолов с более крупными частицами «носителя», применяют «носитель» с различными размерами частиц: 0,1—0,3 мм и 0,5—0,7 мм.

Для изготовления проявителя 1,5—2 объемные части проявляющей смеси, состоящей, например, из смолы эфир-гарпиус 32% (весовых), асфальтита 32%, канифоли 27%, битум-лака 6% и нигрозина спиртового 3%, смешивают и тщательно перетирают в ступке с 5—6 объемными частями крупного (0,5—0,7 мм) песка.

Затем к полученной смеси добавляют 5—6 объемных частей мелкого (0,1—0,3 мм) песка и размешивают без перетирания.

При посыпании такой смесью скрытого электростатического изображения происходит переход проявляющего порошка от более крупных частиц «носителя» к более мелким. При этом частицы смолы оседают на участках изображения, несущих заряд, противоположный по знаку заряду проявителя, и тем самым создают позитивное изображение. Избыточные частицы проявителя захватываются мелким песком и полностью удаляются с фоновых участков.

Фотополупроводниковый материал для электрофотографирования, И. И. Жилевич, № 112922, кл. 57b, 10, заявлено 16 ноября 1956 г.

Предложен материал для электрофотографирования, который длительное время сохраняет сообщенный ему электростатический заряд.

Материал состоит из тонкой металлической ленты (например, алюминиевой фольги), на которую с одной стороны нанесен обычный фотопроводящий слой, а с другой — тонкий слой диэлектрика, обладающего диэлектрической проницаемостью и объемным удельным сопротивлением, превышающими соответствующие темповые показатели фотополупроводникового слоя.

По мере электризации слоя пленка сворачивается в плотный рулон. При этом значительная часть электрического заряда сосредоточивается на емкости, образованной подложкой, диэлектриком и поверхностью фотопроводящего слоя, от чего снижается общая разность потенциалов и замедляется процесс разрядки. При разворачивании пленки перед экспозицией ее потенциал снова повышается.

Материал для электрофотографирования, И. И. Жилевич, № 114634, кл. 57b, 10, заявлено 29 сентября 1956 г.

Предложен способ изготовления материалов для электрофотографирования с использованием полупроводников, обладающих высоким фотоэффектом, но имеющих цвет, отличный от белого. Для этого на подложку наносят нижний слой с высоким фотоэффектом, например, суспензию 6 г сернистого кадмия в 45 мл раствора одной объемной части клея БФ-2 в двух объемных частях этилового спирта и верхний более тонкий слой, имеющий белый цвет, например, суспензию 12 г окиси цинка в 50 мл вышеуказанного раствора клея БФ-2 в этиловом спирте. При этом высокая кроющая способность окиси цинка и его белизна позволяют почти полностью компенсировать желтовато-коричневую окраску поверхности нижнего слоя.

Относительная светочувствительность полученного комбинированного материала выражается числом 37,7. В то же время относительная светочувствительность отдельно полных в тех же условиях слоев из суспензии сернистого кадмия выражается числом 64, а из суспензии окиси цинка числом 4,7.

Способ раздельного проявления отдельных участков скрытого электростатического изображения, С. М. Хазан, № 115933, кл. 15к, 7₀₅, 57b, 10, 57b, 13₀₁, заявлено 3 июня 1957 г.

При нанесении проявителя через установленный между контейнером и проявляемым слоем сетчатый электрод с изменяемым в процессе проявления потенциалом можно получать многотонные (многоцветные) изображения на экспонированном один раз слое, применяя для этого проявителя различных тонов (цветов).

Практически способ может быть осуществлен посредством известных устройств для проявления электростатических изображений, например, с помощью устройства, состоящего из перевернутого конусообразного резервуара, в вершине которого находится вращающаяся щетка, отбрасывающая к поверхности полупроводникового слоя частицы проявляющего порошка, заряженные до определенного потенциала действием трибоэлектрического эффекта.

При этом сетке, установленной перед фотопроводящим слоем, сообщают такой потенциал, чтобы порошок осаждался только на определенных участках, например, в теневых участках проявляемого изображения, причем проявление ведут, например, черным порошком. Уменьшив потенциал сетки, проявляют полутона, например, темно-коричневым порошком, затем, еще более снизив потенциал сетки, проявляют света, например, светло-коричневым порошком.

Полученное таким образом многотонное изображение обычными методами переносят на постоянную подложку или фиксируют непосредственно на фотопроводящем слое.

Электрофотографический увеличитель осциллограмм, И. И. Жилевич, № 116107, кл. 57a, 5₂₀, заявлено 5 марта 1958 г.

Предложен электрофотографический увеличитель осциллограмм, содержащий оптическое устройство, проецирующее воспроизводимое изображение с непрерывно движущейся пленки на предварительно заряженную фотопроводниковую ленту, одновременно протягиваемую системой роликов через сосуд с проявляющей жидкостью.

Материал для электрофотографии, Р. С. Нахмансон, № 116811, кл. 57b, 10, заявлено 29 марта 1958 г.

В целях расширения рабочей области спектра электрофотографических материалов и увеличения их чувствительности к длинноволновым излучениям предложено выполнять чувствительный слой из сегнетодиэлектрика.

При съемке на таком материале рекомендуется следующая последовательность операций.

На пленку фокусируется снимаемый объект, в результате чего отдельные участки слоя, обладая различной температурой, приобретают различную диэлектрическую проницаемость. Слой заряжается при помощи коронного разряда в воздухе, после чего высокое напряжение снимается с коронирующего электрода, и экспонирование объекта прекращается. При этом температура, а следовательно, и диэлектрическая проницаемость сегнетодиэлектрического слоя, выравнивается, и на его поверхности возникает потенциальный рельеф, проявляемый обычными методами.

Электрофотографический светокопировальный аппарат, И. В. Анфилов, В. М. Фридкин, Ю. Н. Барулин, № 117038, кл. 57a, 5₂₀, заявлено 18 апреля 1958 г.

Описан электрофотографический светокопировальный аппарат для размножения чертежей на фотополупроводниковой бумаге, содержащий зарядное устройство, блок экспозиции, выполненный в виде прозрачного цилиндра, внутри которого помещен источник света, устройство для проявления, состоящее из двух бункеров и механизма подачи проявляющего порошка из нижнего бункера в верхний, и устройства для закрепления проявленного изображения. Между указанным бункером и механизмом подачи проявляющего порошка из нижнего бункера установлен ленточный транспортер, проходящий по четырем валикам, образующим прямоугольник. Назначение транспортера — равномерное распределение проявителя по ширине верхнего бункера.

Способ изготовления фотоотпечатков, В. С. Магницкий, № 117454, кл. 57a, 5₂₀, заявлено 12 декабря 1957 г.

Предложен способ фотографической печати с выравниванием плотности при помощи маскирования. Маска получается на прозрачном электрофотографическом слое путем проецирования на этот слой негативного изображения с последующим проявлением скрытой в электростатическом слое маски. Так как порошок может быть легко удален с поверхности электрофотографического слоя, то на одной и той же электрофотографической пластинке могут быть получены маски для многих негативов.

Способ изготовления светящихся электролюминесцентных изображений, С. М. Хазан, № 118309, кл. 57b, 13₀₃, заявлено 3 августа 1957 г.

Предложен способ изготовления светящихся электролюминесцентных изображений путем нанесения на одну из проводящих обкладок слоя диэлектрика из изображения, сформированного из электролюминесцентного материала, например, методами электрофотографии, с последующим нанесением прозрачного слоя, образующего вторую обкладку конденсатора, подключаемого к источнику переменного тока.

Отличительная особенность способа та, что с целью получения на одной подложке нескольких изображений, возбуждаемых независимо одно от другого, на подложку последовательно наносят несколько люминесцентных изображений, отделенных одно от другого прозрачным проводящим слоем или же двумя проводящими слоями и слоем диэлектрика. Для формирования изображения применяют люминофоры с одним или различными цветами свечения.

С. х.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ХРОНИКА

НА КИНОСТУДИИ „МОСФИЛЬМ“

Экспериментальный короткометражный широкоформатный фильм. Киностудия «Мосфильм» совместно с НИКФИ закончила съемки цветного экспериментального короткометражного фильма на широкоформатной 70-мм киноплёнке (оператор Ф. Проворов, звукооператоры И. Урванцев, Я. Харон) со стереофоническим звуком, записанным магнитным способом на отдельной 35-мм ферромагнитной плёнке.

Размер кадра 23×50 мм при 5 стандартных перфорациях на кадр.

Линейная скорость продвижения плёнки изображения и фонограммы 570 мм/сек, что на 25% превышает линейную скорость продвижения обычных 35-мм фильмов.

В начале фильма способом мультипликации, при обычном размере кадра с соотношением сторон 1:1,37 показаны существующие системы кинематографа, причем дикторский текст, сопровождающий эту часть фильма, воспроизводится одноканальным методом.

Далее внезапным переходом действие переносится на широкоформатный изогнутый экран размером $6 \times 13,4$ м с соотношением сторон порядка 1:2,2 при стреле прогиба в центре порядка 1:8 м. При этом звук воспроизводится на 6 или 9 каналов. В обоих случаях 5 громкоговорителей расположены за экраном, а остальные в зале.

Для выяснения возможности получения «эффекта участия» при съемке широкоформатным способом большая часть фильма снята с движения при различных скоростях.

В результате многократной демонстрации экспериментального фильма установлено, что «эффект участия» получается близким к «эффекту участия» в панорамном кино.

Для демонстрации широкоформатных фильмов, снятых на 70-мм плёнке, используется универсальный комплект кинопроекционной аппаратуры, предназначенной также для показа обычных 35-мм и широкоэкранных кинофильмов.

Поскольку этот комплект аппаратуры предусматривает демонстрацию только таких фильмокопий, в которых изображение и фонограмма совмещены на одной плёнке, возникла необходимость в создании универсального звуковоспроизводящего аппарата, позволяющего демонстрировать фильмы с двух отдельных плёнок (изображение и фонограмма), как это и имеет место при производстве фильмов в киностудии, и при этом с различными магнитными и оптическими фонограммами.

Такой аппарат разработан и изготовлен киностудией «Мосфильм» на базе стандартной проекционной головки типа КПП-1 (по предложению Э. Махновского и В. Григорьева).

Аппарат позволяет воспроизводить обычную оптическую и 4-канальную магнитную фонограммы с линейной скоростью 456 мм/сек, для чего используется

В широкоформатном фильме, снятом объективами с различными фокусными расстояниями, имеются кадры общего, среднего и крупного планов, что обеспечивает производство игровых художественных фильмов.

С широкоформатного 70-мм негатива способом оптической печати можно получить 35-мм обычные и широкоэкранные фильмы, но более высокого качества. Универсальный проектор обеспечивает демонстрацию в кинотеатрах как широкоформатных, так и обычных и широкоэкранных фильмов.

В широкоформатной системе кинематографа отсутствуют недостатки, свойственные кинопанораме: необходимость использования строенной съемочной камеры; 3 проектора, расположенные в трех отдельных аппаратных; сложный экран; 4 плёнки для демонстрации фильма (3 плёнки, несущие изображение, и 1 плёнка с многоканальной фонограммой, связанные синхронно-синфазным приводом); горизонтальные полосы на стыке трех плёнок и др.

Совмещенные копии 70-мм широкоформатных фильмов будут нести 6-канальную магнитную фонограмму.

На основе результатов, полученных при съемке экспериментального фильма на 70-мм плёнке, киностудия «Мосфильм» приступила к производству художественного широкоформатного фильма, который будет выпущен на экраны в 1960 г.

В создании необходимых технических средств для производства фильмов по новому широкоформатному методу, помимо НИКФИ и киностудии «Мосфильм», принимали участие: заводы «Москинап» и «Ленкинап», МКБК, ЦКБ, ЛИТМО, киноплёночная фабрика № 3.

лентопротяжный тракт, имеющийся в головке КПП-1. Для воспроизведения 6-, 7- и 9-канальных магнитных фонограмм с линейной скоростью 570 мм/сек предусмотрен дополнительный параллельный лентопротяжный тракт. Последний собран на удлиненных осях того же механизма КПП-1 с 20-зубым транспортирующим барабаном увеличенного диаметра.

На месте проекционной части головки КПП-1 установлен узел стабилизирующего устройства, предназначенный для воспроизведения 6-, 7- и 9-канальных магнитных фонограмм. Под имеющимся оптическим блоком установлен узел стабилизирующего устройства для воспроизведения четырехканальных магнитных фонограмм. Приемная и подающая касеты также подверглись соответствующей переделке.

Новый универсальный аппарат обеспечивает хорошее качество воспроизведения звука как с оптических, так с многоканальных магнитных фонограмм и вместе с тем заменяет собой несколько отдельных звуковоспроизводящих аппаратов.

М. В.

ПЕРВАЯ ВСЕСОЮЗНАЯ ТВОРЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМУ РЕШЕНИЮ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ФИЛЬМОВ

С 11 по 14 мая с. г. в Москве в Центральном Дсме кино проходила Первая Всесоюзная творческая конференция по изобразительному решению художественных фильмов.

Участники конференции обсудили важнейшие вопросы изобразительного мастерства операторов и художников, подвергли критике и самокритике фильмы, слабые по уровню изобразительной культуры. Значительное место в работе конференции заняло обсуждение вопросов освоения новой техники. В выступлениях многих участников конференции подчеркивалось, что вопросы техники должны обсуждаться и среди творческих работников.

Во вступительном слове министр культуры СССР Н. А. Михайлов сказал, что главной задачей сейчас является повышение идейного и художественного качества советских фильмов.

Отметив значение деятельности операторов и художников в создании идейных и высокохудожественных фильмов, Н. А. Михайлов указал также на большое значение новой кинотехники в работе операторов.

Председатель секции художественной кинематографии СРК М. И. Ромм в своем выступлении особо остановился на технических новшествах и новых выразительных средствах современного кинематографа с точки зрения операторского и художнического искусства.

— Конференция будет заниматься вопросами творческими, — сказал М. И. Ромм, — однако следует помнить, что в нашем деле они неотделимы от техники...

М. И. Ромм сказал, что на данной конференции следует поставить конкретные задачи перед организациями, ведающими производством пленки: нам нужна черно-белая пленка определенной чувствительности, широты, разрешающей способности и высококачественная цветная пленка.

М. И. Ромм подчеркнул роль широкоформатного кино на 70-мм пленке, дающего киноискусству новые выразительные возможности и определил его как будущее кинематографа.

Участники конференции заслушали доклады: кинооператора А. Д. Головни «Задачи операторского искусства на современном этапе развития советской кинематографии», художника М. А. Богданова «О состоянии и задачах изобразительно-декорационного искусства советского кино», кинооператора Ф. Ф. Проворова «Средства и материалы для реализации художественно-творческих замыслов в операторском искусстве» и сообщение кинооператора Г. Д. Айзенберга «Технические и творческие вопросы комбинированных съемок».

Состояние современной отечественной кинотехники (аппаратуры и пленки) было освещено в одном из основных докладов — докладе оператора Ф. Ф. Проворова («Мосфильм»).

В начале доклада Ф. Ф. Проворов на основании анализа технических средств и материалов нашей кинематографии говорит о том, что высококвалифицированный оператор может создавать подлинные произведения искусства. Примером этому может служить творчество таких операторов, как Урусовский, Монахов и другие.

Решающее значение для повышения изобразительного качества фильмов имеет коренное улучшение качества пленок, особенно цветных. Это первооче-

редная задача, которую должны решить предприятия кинопленки совместно с НИКФИ. Нужно ускорить выпуск пленки с внутренним маскированием.

Ф. Ф. Проворов сказал о большой работе, проводимой конструкторскими бюро и заводами киноаппаратуры по созданию новых киносъемочных камер. В ближайшее время на студиях будут проходить испытания двух камер: 2КСС и «Украина». Несколько затянулись освоение и выпуск советской синхронной камеры оригинальной конструкции с зеркальным обтюратором.

Совершенно необходимо создание в самое ближайшее время маневренного, удобного в работе операторского транспорта.

Нужно систематически работать над улучшением различных приборов и приспособлений: яркомеров, экспонометров, светофильтров и др.

Заканчивая свое выступление, Ф. Ф. Проворов сказал, что экспериментальные съемки широкоформатного фильма на 70-мм пленке показали большие перспективы этого вида кинематографа.

Обсуждение докладов проходило очень активно. Всего выступило около 40 человек.

Оператор Е. Н. Андриканис («Мосфильм») призвал к улучшению качества контратипирования массовых копий. Необходимо выполнять решение о съемке фильмов с двумя негативами, что значительно улучшит качество копий.

О необходимости улучшения качества пленки говорили тт. Вахер (Таллин), Моцкус (Литва), Дильдарян (Армения), Шапиро (Ленинград), Симбирцев (Одесса), Вал (Ленинград) и др.

Выступавшие отмечали необходимость создания училищ или техникумов для подготовки лаборантов, механиков и других работников студий (Маргиев, Грузия); говорилось также о создании «малой» операторской техники: затенителей, тележек и др., что значительно сократит срок производства фильмов (Шеленков, Москва).

Во многих выступлениях подвергся критике «Справочник по производству художественных фильмов». Участники конференции вносили конкретные предложения по его исправлению.

В заключение совещания выступил заместитель начальника производственно-технического отдела Министерства культуры СССР В. Г. Рудаков. Он сообщил о перспективах развития кинотехники, о предстоящем увеличении выпуска кинопленок, новой съемочной аппаратуры и другого оборудования, а также о больших средствах, ассигнуемых на эти работы по семилетнему плану.

Конференция приняла резолюцию, в которой предусмотрено осуществление ряда важнейших мероприятий в целях совершенствования изобразительной формы кинопроизведений.

Особое внимание обращено на развитие широкоформатного кинематографа. Резолюция призывает содействовать улучшению качества контратипирования массовых копий.

Конференция призвала всех научно-технических работников не останавливаться на достигнутом уровне кинотехники и бросить все свои силы на дальнейшее развитие и совершенствование всего арсенала кинотехнических материалов, имеющих огромное значение для изобразительного и художественного качества нашего искусства.

Е. А.

Технический редактор Н. М а т у с е в и ч

A03542	Сдано в производство 11/V 1959 г.	Подписано к печати 22/VI 1959 г.
Формат бумаги $84 \times 108^{1/16}$	6 печ. л. (9,84 усл.)	Уч.-изд. л. 10,2
Заказ 288.	Тираж 5350 экз.	Цена 6 р. 75 к.

13-я типография Московского городского совнархоза,
Москва, ул. Баумана, Гарднеровский пер., 1а.

Цена 6 р. 75 к.