

ТЕХНИКА

КИНО

И

СОВЕТСКИЙ

2 ФЕВРАЛЬ
1965

СОДЕРЖАНИЕ

Научно-технический отдел

Г. А. Истомин. Объективный критерий информационной способности кинофотоматериалов	1
Г. Н. Грязин. Об электронном растривании полутонových изображений	13
Я. Полашек (Чехословакия). Метод оценки спектральной чувствительности некоторых светоприемников	17
Л. Н. Щелованов. Исследование системы автоматической подстройки фазы приемника ЦТ	21
Ю. И. Цапин. Мощные транзисторные каскады с малыми нелинейными искажениями	27
Д. А. Гоухберг. Зависимость долговечности ксеноновых ламп СВД переменного тока от типа балласта	35
И. М. Фонарь, Х. А. Добромыслина. О рациональных параметрах мальтийского механизма универсального кинопроектора для 35- и 70-мм фильмов	42
Л. Г. Гросс, В. И. Леонтьева, В. В. Казаков. Оптический метод измерения толщины наноса фотографической эмульсии	51
Е. М. Голдовский. Об изменении размеров 8-мм киноплёнки	54
Н. Л. Кульчицкий. Применение гироскопов в киносъемочной технике	61

Из производственного опыта

На киностудиях

Н. П. Камынина, В. М. Левин. Кинодекорационные отделочные фактуры из пленок ПВХ	65
Е. А. Зельдин. Расчет метража пленки в рулоне с помощью номограммы	67

На телецентрах

А. Л. Левин. Метод градуировки измерителя освещенности	69
--	----

* * *

А. С. Тихомиров. Конструктор — киноаппарат — кинолюбитель	71
---	----

Зарубежная техника

В. И. Ушагина. Выставка кино- и телевизионной техники в Милане	76
--	----

<i>Реферативный отдел</i>	82
-------------------------------------	----

Научно-техническая хроника

Международные совещания по научной фотографии в 1965 году	92
Любительский кинопроектор «Квант»	93
Краткие сообщения	94
Contents	95

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ИСКУССТВО»

Главный редактор В. И. Ушагина

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Ф. Баринov, Ю. А. Болтунов, С. А. Бонгард, Г. В. Брауде, В. А. Бургов, М. З. Высоцкий, Е. М. Голдовский, И. Б. Гордийчук, Г. О. Жижневский, И. П. Захаров, О. И. Иошин, С. И. Катаев, В. Г. Комар, М. И. Кривошеев, С. М. Проворнов, В. Г. Рудаков, П. Г. Тагер, В. Л. Трусьюко, В. Г. Чернов, П. В. Шмаков

Адрес редакции: Москва, А-57, Ленинградский просп., 47.
Телефон: Д 7-00-22, доб. 3-18 и 5-25

Техника кино и телевидения

О Р Г А Н
ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО КИНЕМАТОГРАФИИ

2

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТЫЙ • ФЕВРАЛЬ • 1965

Г. А. ИСТОМИН

ОБЪЕКТИВНЫЙ КРИТЕРИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ КИНОФОТОМАТЕРИАЛОВ

771.537.6

Рассмотрены различные способы простой численной оценки объективной характеристики информационной способности фотографических материалов одним параметром. Наилучшее соответствие визуальному восприятию деталей изображения достигается, если в качестве критерия применяется ширина черной полоски функции контрастности при сечении, равном минус единице. Для передаточной (частотно-контрастной) функции этот критерий соответствует частоте при коэффициенте отдачи 0,8. Использование эффективных сечений выше или ниже оптимального уровня приводит к существенному снижению корреляции с визуальным восприятием.

1. Постановка задачи

Наиболее актуальной задачей в общей проблеме количественной оценки качества фотографирующей системы или отдельных ее звеньев является установление четкой взаимосвязи между результатами объективных измерений и визуальным восприятием изображения. Эта проблема решается весьма просто, если распределение интенсивности в изображении светящейся точки (или бесконечно тонкой светящейся линии) описывается при помощи функциональной зависимости с одним параметром.

Например, для безаберрационного объектива распределение интенсивности в изображении светящейся точки характеризуется дифракционной картиной, зависящей (для данной длины волны света) только от апертурного угла системы или от относительно-го отверстия объектива. В этом случае эф-

фективный диаметр пятна размытия, в которое преобразуется изображение светящейся точки, так же как и крутизна зоны размытия края, определяющая резкость изображения, будут прямо пропорциональными, а разрешающая способность — обратно пропорциональной относительно отверстию объектива. Для реальных фото- и кинообъективов эти элементарные соотношения почти никогда не соблюдаются, поскольку влияние аберраций сложным образом изменяет распределение интенсивности в пятне рассеяния. Часто эти изменения таковы, что при одинаковой разрешающей способности объективов качество изображения может оказаться существенно различным.

Аналогичное положение наблюдается и для фотографических материалов. Как уже отмечалось [1], если бы (исключая роль оптической системы) формирование мелких

деталей изображения определялось только диффузным рассеянием света в эмульсионном слое, то при прочих равных условиях всегда наблюдалось бы согласие между разрешающей способностью и резкостью изображения. Однако в действительности наряду с диффузным рассеянием света на краевую резкость и передачу малоcontrastных деталей изображения существенно влияет ореол отражения. Роль этого фактора особенно возрастает для современных тонко-слойных материалов. Расхождения между качеством изображения и разрешающей способностью становятся тем больше, чем хуже противоореольная защита эмульсионного слоя, меньше его толщина и больше прозрачность. При изготовлении таких кинофотопленок основным показателем становится не разрешающая способность, а достижение максимальной резкости изображения [2].

Радикальный путь к устранению неопределенностей, возникающих при суждении о качестве изображения по разрешающей способности, заключается в применении совре-

менных объективных методов. Они позволяют получить наиболее полную информацию о форме функции рассеяния или другой функциональной зависимости, характеризующей изобразительные возможности фотографирующей системы. Однако применение объективных данных, выраженных (обычно графически) в виде тех или иных функциональных зависимостей, связано с известными неудобствами в их интерпретации и широком практическом использовании. В этом отношении простая численная характеристика, аналогичная разрешающей способности, представляет бесспорные достоинства. Не случайно за последнее десятилетие неоднократно предлагались различные способы численной характеристики качества изображения.

Чтобы рассмотреть и сопоставить важнейшие из этих способов, следует обратиться к рис. 1, где представлен типичный для практики случай характеристик двух фотографических материалов. Разрешающая способность фотографического материала 1 заметно меньше 2. Эта величина определяется некоторой предельной частотой с пороговым контрастом порядка 0,1. Соответствующий этой величине участок функции передачи контраста обозначен символом R (рис. 1, а). Как следует из рисунка, сопутствующие этому критерию сечения для других зависимостей: функции рассеяния светлой линии (рис. 1, б), функции контрастности черной полосы на светлом фоне (рис. 1, в) и краевой функции (рис. 1, г) позволяют представить только области, непосредственно примыкающие к началу координат; дальнейший ход интенсивности (или контраста) на разрешение предельно мелких деталей не влияет.

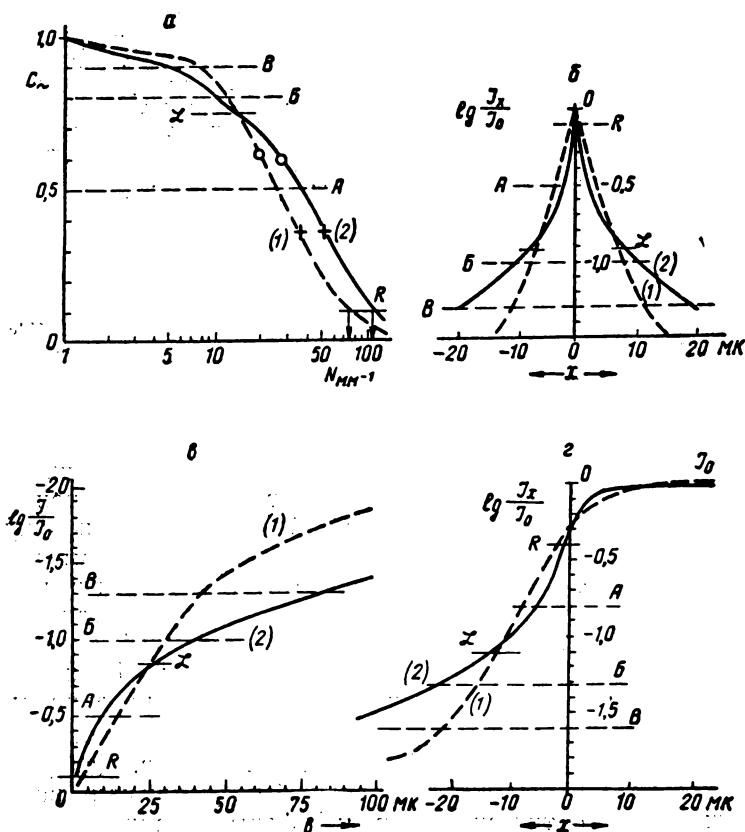


Рис. 1. Объективные характеристики двух фотографических материалов:

R — по величине разрешающей способности; L — по критерию Лукоца; $N_{0,5}$ — по частоте при коэффициенте передачи 0,5; + — по В. Г. Комару и \circ — по Шаае

Существенно отличным от классического измерения разрешающей способности является предложение Лукосца [3]. Он считает, что при использовании функций передачи контраста объективов и фотографических материалов следует измерять разрешающую способность при частоте, соответствующей «правильной передаче контраста», например $C_{\sim} = 0,75$. Участки кривых, отвечающие этому условию, на рис. 1 отмечены символом L . Здесь два наших фотослоя становятся практически одинаковыми. Различия между ними появляются вновь при других коэффициентах передачи контраста, выше и ниже уровня 0,75.

Фризер [4] в качестве меры влияния диффузного рассеяния света предложил измерять ширину функции рассеяния на уровне 0,1 от интенсивности в ее центре (на рис. 1 символ B). В более поздней работе Фризера и Бидермана [5] визуальная оценка качества изображения сравнивается с объективной характеристикой резкости по передаточной функции. В качестве параметра, в соответствии с предложением Хендберга [6], эти авторы используют частоту при коэффициенте передачи контраста, равном 0,5. Для сечения функции рассеяния на уровне 0,1, что соответствует для функции контрастности $\lg I/I$, равному $-1,0$ и коэффициенту передачи около 0,8, фотоматериал 1 заметно лучше 2, а при применении критерия $N_{0,5}$ соотношение между фотоматериалами 1 и 2 становится обратным. Весьма близкий к критерию $N_{0,5}$ результат получается при использовании аппроксимаций В. Г. Комара [7], Шаде [8] и ряда других авторов [9—10], применяющих сечение функции передачи контраста на уровне, близком к 0,5¹.

Очевидно, на количественную оценку фотографических материалов существенно влияет способ определения численного параметра по функции передачи контраста или иной аналогичной характеристике. Очевидно также, что любая простая численная характеристика представляет компромисс, акцентирующий наше внимание на том или

ином участке исходной функции¹. Рассмотренные выше способы можно считать достаточно полно представленными, если в качестве объективных параметров использовать три основных критерия, показанные на рис. 1 символами A , B и V . Помимо стремления сравнить основные способы численной оценки имелось в виду учесть в различной степени совместное влияние на качество изображения двух основных факторов — диффузного рассеяния света и его отражения от подложки фотографического материала. Роль этого последнего фактора естественно возрастает от критерия A к критерию V . Получив соответствующие численные значения для различных фотоматериалов и сопоставив их с визуальным восприятием изображения, можно выбрать критерий, в наилучшей степени отвечающий поставленной задаче.

Важной проблемой является анализ психофизиологических факторов, связанных с визуальным восприятием изображения, и установление взаимосвязи между субъективными и объективными параметрами. Необходимо подчеркнуть сложность и многогранность задачи количественной оценки качества фотографического и особенно кинематографического изображения. При исследовании этих вопросов приходится идти на ряд ограничений и упрощений. Особенностью кинематографа является построение изображения из быстро сменяющихся кадров, что существенно снижает влияние зернистой структуры на различаемость деталей. Поэтому в данном исследовании на первое место выдвигается сравнение объективных критериев, характеризующих резкость, с субъективным восприятием проработки деталей изображения наблюдателем. В последующем для более полной характеристики информационных свойств фотографических материалов будет привлечена и инструментальная оценка зернистой структуры проявленного почернения.

Визуальное восприятие деталей изображения можно выразить количественно как характеристику информационной способности фотографических материалов в отношении полноты передачи деталей объекта съемки,

¹ Аппроксимация В. Г. Комара с очень хорошим приближением описывает различные передаточные функции двумя параметрами. Здесь рассматривается упрощенный вариант только с одним параметром.

¹ Эквивалентная полоса пропускания N_e по Шаде измеряется интегралом квадрата коэффициентов передаточной функции. Для N_e коэффициент передачи не остается постоянным, но для объективов и фотоматериалов он обычно близок к $C=0,5$.

За последнее время выполнено много исследований, посвященных различным аспектам информационной способности светочувствительных слоев. В данном случае под информационной способностью, или объемом информации, понимается сумма сведений, которую потенциально позволяет получить о фотографируемом объекте кино- или фотоматериал [11—14]. Здесь наряду с чисто физическими свойствами участвует последний элемент фотографического процесса — визуальное восприятие деталей изображения наблюдателем: субъективная оценка контраста, конфигурации деталей и резкости изображения. Исследования информационной способности позволили выявить ряд принципиально важных закономерностей.

Прежде всего показано, что воспроизведение деталей в данном интервале яркостей, или, иначе говоря, проработка их в тенях, полутонах и светах изображения объекта, только в первом приближении определяются формой характеристической кривой фотографического материала. Наилучшая передача деталей достигается в среднем ее участке с оптической плотностью порядка 0,6—1,0 сверх вуали. Интервал экспозиций, в пределах которого достигается заданная проработка деталей, непосредственно связан с их величиной и контрастом. Он тем меньше, чем более мелкие или менее контрастные детали формируются светочувствительным слоем. Объем информации, т. е. совокупность деталей, передаваемых фотографическим материалом, непосредственно зависит от степени проявленности (коэффициента контрастности) светочувствительного материала. Наилучшая информационная способность для большинства киноматериалов соответствует умеренным значениям коэффициента контрастности порядка 0,5—0,6. Роль позитивного процесса сводится к созданию условий, обеспечивающих наилучшую передачу деталей негатива. Позитивный процесс не увеличивает информации, достигнутой в негативном изображении.

Результаты исследований отчетливо указывают на существенные для практики различия в информационной способности фотографических материалов, однако они не позволяют непосредственно связать их с объективными, физическими характеристиками. Для решения этой задачи необходимо применить метод исследования, который позволяет в сравнимых условиях сопоставить ви-

зуальное восприятие изображения с объективной, инструментальной оценкой свойств фотографического материала. Такое сопоставление необходимо произвести на достаточно разнообразных фотокиноматериалах различных стран.

2. Методика исследования

Любой объект съемки представляет собой совокупность деталей, отличающихся по форме, яркости и размерам. Различия в яркости деталей объекта определяют его основные характеристики: интервал яркостей и контраст деталей относительно окружающего фона. Интервал яркостей может варьироваться в широких пределах, наиболее типичны и часто встречаются детали малого контраста. Поэтому в первом приближении объект съемки можно рассматривать как совокупность деталей различного размера и одного типичного контраста. Поскольку воспроизведение деталей различной формы подчиняется тем же закономерностям, что и деталей различного размера [12, 14], численной мерой свойств слоя в отношении передачи деталей малого контраста может служить их величина или обратное значение — разрешающая способность. Так как основная задача фотографического процесса сводится к регистрации малококонтрастных деталей в максимально большом интервале яркостей, в качестве критерия информационной способности может быть использован интервал экспозиций, в пределах которого достигается заданная проработка деталей изображения. Одновременно учитываются, конечно, и градационные характеристики, что осуществляется приемами обычной фотографической сенситометрии.

Сущность используемой сенситометрической методики [14, 15] сводится к тому, что одновременно с экспонированием сенситограмм на испытуемом слое регистрируются мелкие малококонтрастные детали. Тест-объект — штриховая мира из 18 групп штрихов с различием в оптической плотности между темными штрихами и светлым фоном, равным 0,12. Эта величина соответствует наиболее типичному контрасту объектов съемки [16]. Частота штрихов изменяется пропорционально $\sqrt[5]{2}$, а весь диапазон частот — от 2,6 до 29,4 мм⁻¹. Тест-объект состоит из 30 идентичных изображений миры. Каждое из них размещается на

одном поле ступенчатого клина сенситометра ЦС-2. Экспонирование происходит в контакте с эмульсионным слоем. Шкала освещенности создается в интервале 1:30 000.

Все исследуемые кинофотоматериалы в соответствии с изображенными ранее [15] представлениями обрабатывались в проявителе Н-1 до достижения коэффициента контрастности, равного $0,65 \pm 0,05$, что позволило однозначно сопоставлять их информационные и сенситометрические характеристики. После фотолабораторной обработки изображения мира рассматриваются поочередно двумя наблюдателями. Наблюдение производится бинокулярно при проекции изображения на отражающий экран с 10-кратным увеличением.

Оптические плотности сенсирезольвограмм, свободных от изображения мира, измеряются на денситометре. В итоге получают две сопоставимые кривые, отображающие в графической форме (рис. 2) зависимость разрешающей способности и оптической плотности от логарифма экспозиции. По кривой $R(\lg H)$ измеряется информационная способность L_R как интервал логарифма экспозиций, в пределах которого достигается заданная проработка деталей, а по левым участкам кривых $R(\lg H)$ и $D(\lg H)$ определяется информационная светочувствительность S_R по наименьшему количеству освещения, необходимому для получения заданной величины разрешающей способности. Для количественного выражения этих информационных характеристик необходимо выбрать некоторую величину разрешающей способности. Такой выбор достаточно произволен и зависит от требований к качеству изображения, требований к уровню информации, получаемой от светочувствительного слоя. В качестве критерия взята величина разрешающей способности, равная 15 мм^{-1} , что соответствует вполне удовлетворительной проработке деталей в тенях и светах изображения. Следует напомнить, что в данном исследовании применяется тест-объект малого контраста. Для абсолютного контраста, как в обычных резольвограмах, разрешающая способность будет равна 40 мм^{-1} .

Таким образом, информационная светочувствительность и имеющая особое значение для данного исследования информационная способность измерялись при заданной величине разрешающей способности

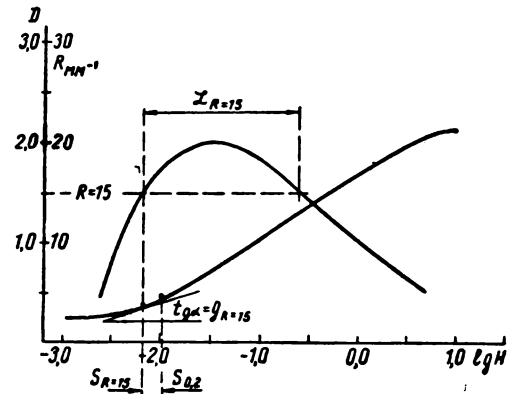


Рис. 2. Характеристическая кривая негативного материала и кривая передачи малоконтрастных деталей изображения

(заданном уровне информации) и при одинаковых условиях проявления до $\gamma = 0,65$. Как уже отмечалось [15], при таких условиях информационные характеристики кинофотоматериалов определяются только расплыванием изображения, обусловленным диффузным рассеянием света и зернистой структурой почернения.

Для объективной количественной оценки рассеяния и отражения света в эмульсионном слое использована разработанная в НИКФИ методика фотографической диффузиметрии [1, 17]. Метод Фризера, как известно [4, 18], полностью исключает влияние ореола отражения. По его методике измеряется только диффузное рассеяние света в эмульсионном слое. Такое ограничение с точки зрения практики нельзя считать оправданным, так как резкость и формирование деталей изображения определяются совместным влиянием рассеяния и отражения света от подложки фотографического материала [1, 15]. Чтобы получить достаточно полное представление о физических свойствах кинофотоматериалов, необходимо определить зависимость контраста фотографического изображения от размера формируемых им деталей. По ряду соображений, в том числе метрического порядка, функцию контрастности удобно получать для серии изолированных черных полосок закономерно изменяющейся ширины. Используемый тест-объект состоит из черных полосок шириной 12,5, 25, 50 и 100 $\mu\text{к}$, расположенных на светлом фоне. Это позволяет полностью измерить эффект рассеяния и отражения света от подложки,

так как расстояние между полосками одного размера достаточно велико — оно равно их 10-кратной ширине. Экспонирование тест-объекта в хорошем контакте с испытуемым эмульсионным слоем производится в сенситометре ЦС-2. Одновременно получается 20 изображений тест-объекта в интервале изменения освещенности 1:1000. Применение сенситометра ЦС-2 в качестве экспозиционного прибора позволяет, как и при измерении информационной способности, исключить влияние объектива.

После экспонирования и фотолaborаторной обработки изображение тест-объекта и поля диффузиграмы измеряются на микрофотометре МФ-2. По характеристической кривой и величине оптической плотности, измеренной на оси черных полосок, фотографическим фотометрированием определяется величина $\lg I/I_0$. Физический смысл этой характеристики, имеющей фундаментальный характер, основывается на следующих элементарных соображениях.

Представим себе поверхность эмульсионного слоя экранированной от непосредственного воздействия света непрозрачной черной полоской шириной b . В результате диффузного рассеяния света в эмульсионном слое и его отражения от подложки интенсивность световой энергии и соответствующие почернения в окрестностях изображения черной полоски будут отвечать схе-

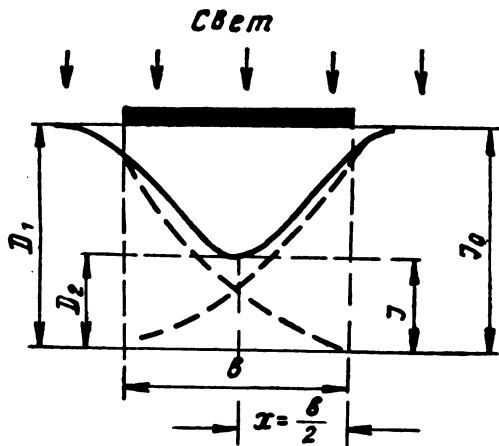


Рис. 3. Схема распределения интенсивности света, рассеянного и отраженного в эмульсионном слое, и почернения, обусловленного этим эффектом:

— — — — — распределение интенсивности, действующей только с одной стороны черной полоски; ————— суммарный эффект

ме, показанной на рис. 3. Следует прежде всего обратить внимание на то, что интенсивность I и соответствующее этой величине почернение D_2 , возникающее на оси полоски, есть результат суммарного воздействия от правой и левой части, не экранированной от падающей на слой световой энергии с интенсивностью I_0 .

Очевидно, на расстоянии $x = \frac{b}{2}$ от геометрического края полоски величина I будет ровно в два раза меньше в том случае, когда рассеянный и отраженный свет поступает только с одной стороны черной полоски. Это устанавливает простую взаимосвязь между функцией контрастности и краевой резкостью [1, 17]. Для объективной характеристики физических свойств фотокинематериалов представляет интерес не абсолютное значение рассеянной и отраженной интенсивности, а ее относительная величина. Если экспонирование осуществляется в пределах прямолинейного участка характеристической кривой, то различие в оптической плотности между светлым фоном D_1 и оптической плотностью D_2 , измеренной на оси полоски, определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} \Delta D &= D_1 - D_2 = \lg I_0 \gamma - \lg I \gamma = \\ &= \lg \frac{I_0}{I} \gamma \end{aligned}$$

или

$$\frac{\Delta D}{\gamma} = -\lg \frac{I}{I_0}.$$

Иначе говоря, доля световой энергии, подействовавшей на оси черной полоски, в логарифмической мере выражается величиной $\lg \frac{I}{I_0}$. Существенно, что эта характеристика измеряет фотографический эффект, непосредственно связанный с диффузным рассеянием и отражением света. Поскольку ΔD зависит от произведения двух сомножителей, величина $\lg \frac{I}{I_0}$ наряду с коэффициентом контрастности определяет фотографический контраст мелких деталей изображения и его краевую резкость.

В соответствии с основной задачей данного исследования определялись три численных характеристики функции контрастности по критериям А, Б и В. Они измеряются шириной полоски в микронах,

для которой достигаются заданные значения величины $\lg \frac{I}{I_0}$: для критерия *A* — 0,5, *B* — 1,0 и *B* — 1,3. Например, возвращаясь к рис. 1, получим ширину полосок $b_{-0,5} = 15$, $b_{-1,0} = 30$ и $b_{-1,3} = 35$ мк для фотоматериала 1, а для 2 — соответственно 10, 40 и 85 мк.

3. Результаты эксперимента и анализ материалов исследования

В качестве объекта исследования использовано 25 образцов различных фото- и кионегативных материалов, изготовленных в СССР, Англии, Бельгии, США, Японии и других странах. В этот коллектив входили такие малочувствительные материалы, как IFF Agfa, «Contapan-14», «Pan-F» Ilford, и средней и высокой чувствительности, как например, «Panatomic-X», «Plus-X», «Tri-X», Kodak, «Altipan Ultra» Lumier,

FP-3 и HPS Ilford и отечественные кинома- териалы АМ-1, АМ-3, МЗ, тип В, тип Е и Сч. Их светочувствительность варьировалась в пределах от 10 до 460 ед. ГОСТа при коэффициенте контрастности 0,65 с весьма незначительными отклонениями от этого значения. Основная характеристика информационной способности — интервал экспозиций, в пределах которого достигается заданная проработка деталей ($R = 15 \text{ мм}^{-1}$) изменялась от 2,14 для АМ-3 до 0,54 для фотопленки HPS Ilford. Это соответствует интервалу экспозиций в диапазоне от 1:140 до 1:3,5.

Объективные характеристики, полученные для трех критериев, по функциям контрастности изменялись в пределах: для критерия *A* в 2,7 раза, для критерия *B* в 3,5 раза и для критерия *B* только в 1,3 раза. Соответственно с этим изменялись и их абсолютные значения. Так, по критерию *B* ширина полоски изменялась от $b_{-1,0} = 19$ мк

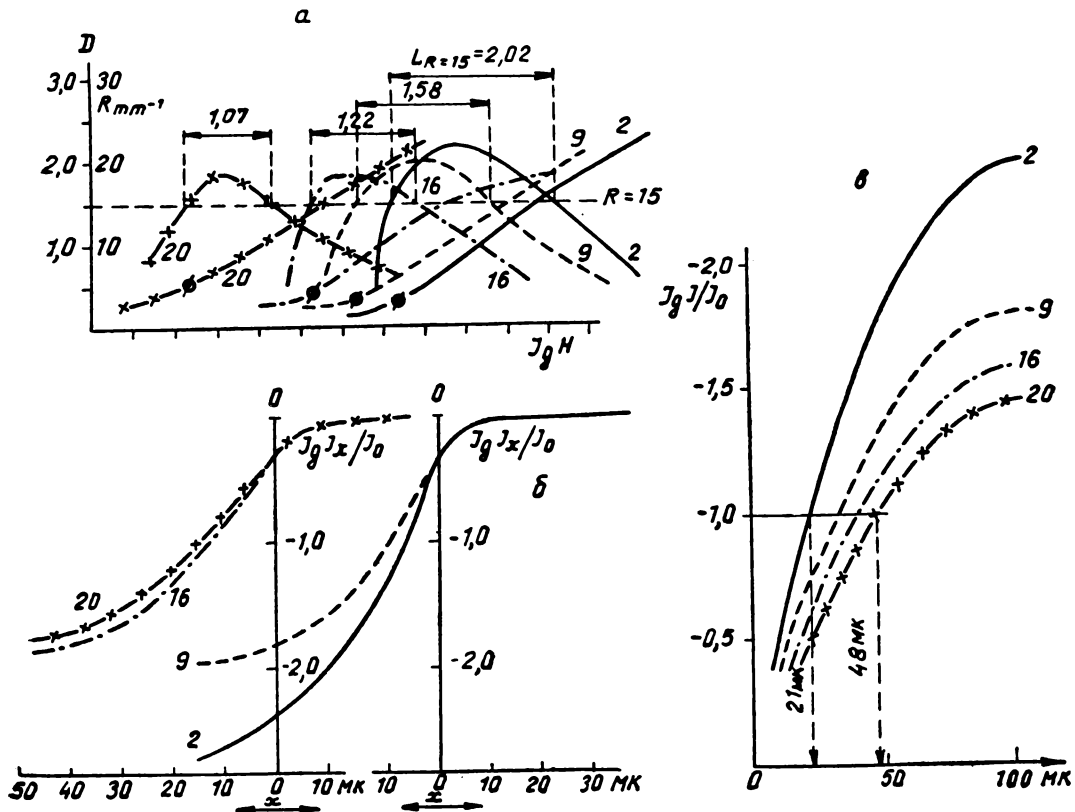


Рис. 4:

a — характеристические кривые и информационная способность. Символ \emptyset — точка, соответствующая $R = 15 \text{ мм}^{-1}$; *б* — краевые функции и *в* — функции контрастности для тех же слоев

для IFF Agfa до $b_{-1,0} = 66$ мк для фотопленки «Kopiran SS». Разрешающая способность всех исследованных материалов, измеренная с мирой предельного контраста при апертуре объектива 0,2, находилась в пределах от 120 до 36 мм⁻¹.

При рассмотрении экспериментальных данных прежде всего обращает на себя внимание отсутствие определенной связи между информационной способностью и светочувствительностью по $S_{0,2}$. Высокими значениями L_R порядка 2,0—1,8 обладают образцы весьма различной светочувствительности, например, AM-3, «Adox-KB-14», FP-3 Ilford, P-30 Ferrania и др., отличающиеся по светочувствительности более чем в 5—8 раз. Нет также определенного соотношения между информационной и сенситометрической светочувствительностью. Отношение $S_R/S_{0,2}$ изменяется в широких пределах — от 0,7 до 2,7. Одинаковая величина сенситометрической светочувствительности, например $S_{0,2} = 100$, соответствует различной информационной светочувствительности, равной 100, 150 и 200. Эти расхождения имеют большое практическое значение. Далее будет показано, что величина отношения $S_R/S_{0,2}$ связана с влиянием распыления изображения, обусловленного рассеянием и отражением света в эмульсионном слое.

Рассмотрим результаты сопоставления различных объективных критериев с субъективной оценкой информационной способности кинофотоматериалов по величине L_R . Наличие определенной взаимосвязи между ними становится очевидным по данным рис. 4, включающего некоторые типичные примеры. Информационная способность (рис. 4, а) изменяется в соответствии с объективными физическими характеристиками этих материалов. Чем больше влияние рассеянного и отраженного в эмульсионном слое света на контраст и резкость изображения деталей, тем меньше информационная способность (рис. 4, б и в). Кривые $R(\lg H)$ рис. 4, а показывают, что область пропорциональной передачи (прямолинейная часть характеристической кривой) неравноценна в отношении передачи малоконтрастных деталей изображения. Это налагает определенные ограничения на измерение фотографической широты посредством проекции прямолинейной части характеристической кривой на ось логарифмов экспозиций.

Следует обратить внимание на изменение величины градиента (g_R) в нижней части характеристических кривых, соответствующего заданной величине разрешающей способности. Оно отчетливо указывает на взаимосвязь между физическими свойствами фотографических материалов и визуальным восприятием. Чтобы компенсировать снижение контраста и четкости деталей, обусловленное рассеянием и отражением света, изображение должно быть более контрастным, а это в свою очередь ведет к увеличению градиента при заданном уровне информации.

Основные результаты сопоставления различных численных критериев качества изображения с информационной способностью кинофотоматериалов представлены частично на рис. 5 и полностью в таблице. Здесь приведены результаты вычисления коэффициентов корреляции для всех вариантов анализа интересующей нас зависимости. В целом эти данные указывают на хорошее соответствие между объективными характеристиками и визуальным восприятием изображения. Среди трех рассмотренных выше объективных критериев (см. рис. 1) наилучший коэффициент корреляции получен для критерия $B = 0,64 \pm 0,12$. Знак минус указывает на обратно пропорциональную связь информационной способности с этим критерием. Как уже отмечалось [1], визуальное восприятие резкости изображения при прочих равных условиях должно быть обратно пропорционально не первой степени, а квадрату ширины зоны размытия. В нашем случае ширина этой зоны связана с величинами $b_{-0,5}$, $b_{-1,0}$ и $b_{-1,3}$. Поэтому представляет интерес установить степень корреляции между величиной, характеризующей информационную способность, и квадратом соответствующих параметров для критериев A и B . Как видно из таблицы, в первом случае корреляция только несколько улучшилась, а во втором стала заметно больше. Это дополнительно указывает на лучшее соответствие практике критерия B . По сравнению с классическим способом оценки качества кинофотоматериалов по величине разрешающей способности (коэффициент корреляции $0,46 \pm 0,19$) критерий B и особенно квадрат этого критерия (коэффициент корреляции — $0,77 \pm 0,08$) дает существенно более надежную оценку.

Хорошая корреляция объективного критерия B с субъективным визуальным восприятием изображения обусловлена тем, что этот параметр в оптимальном соотношении учитывает совместное влияние диффузного рассеяния света и ореола отражения на формирование малоконтрастных деталей и резкость фотографического изображения. Отсюда становится понятной слабая зависимость с критерием A . Параметр $b_{-0,5}$ учитывает полностью только диффузное рассеяние света и почти не реагирует на отражение света от подложки эмульсионного слоя¹.

В свою очередь на вариациях величины $b_{-1,3}$ критерия B ничтожно мало сказывается влияние диффузного рассеяния. В этой связи следует обратить внимание на диапазон изменения параметров исследованного коллектива кинофотоматериалов по критериям A , B и V . Для критерия B диапазон изменений параметра $b_{-1,0}$ существенно больше, чем для двух других, поскольку его колебания могут быть обусловлены как самостоятельным влиянием диффузного рассеяния света или его отражением от подложки, так и их совместным воздействием.

При достаточно высокой корреляции исследуемой зависимости от параметра $b_{-1,0}$ данные рис. 5, б все же обнаруживают в некоторых случаях заметный разброс экспериментальных точек. Помимо неизбежных погрешностей эксперимента, наблюдающиеся отклонения, по-видимому, связаны с влиянием зернистой структуры почернения. Например, из рисунка видно, что образцы 24 и 20 при одинаковой величине $b_{-1,0} = 38$ мк обладают весьма различными величинами L_R , соответственно равными 1,9 и 0,9. Измерение средней квадратичной гранулярности [19] этих образцов показало, что у киноплетки Р-30 Ferrania (обр. 24) зернистость в два раза меньше, чем у кинонегатива типа Е (обр. 20). Аналогичные результаты были получены при анализе других существенных отклонений.

Полагая в соответствии с изложенными ранее представлениями [15], что визуальное восприятие статического изображения в равной мере зависит как от расплывания

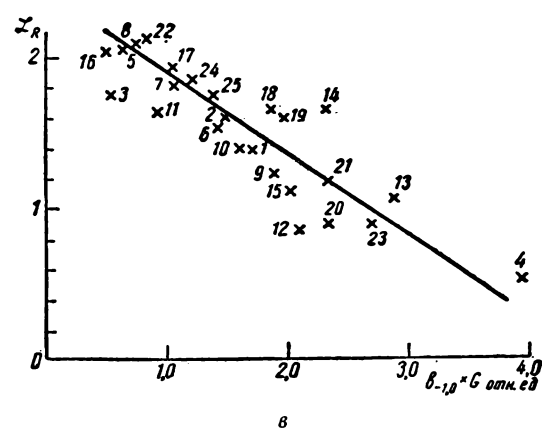
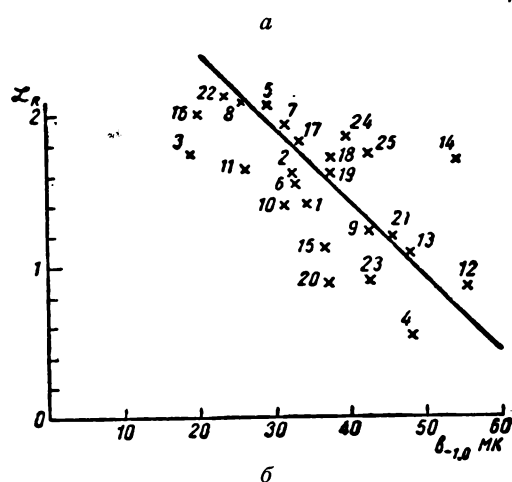
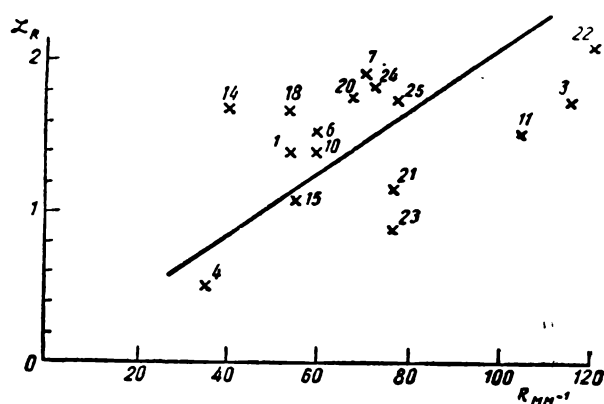


Рис. 5. Связь между информационной способностью исследованного коллектива кинофотоматериалов и некоторыми способами численной оценки качества изображения:

а — по величине разрешающей способности в $мм^{-1}$; б — по величине $b_{-1,0}$ — ширине черной полосы функции контрастности при $lg I/I_0 = -1,0$; в — по произведению величины $b_{-1,0}$ на среднюю квадратичную гранулярность

¹ Это особенно отчетливо проявляется в опытах эмульсионно-технологических, когда изменяются только противоореольные свойства (см., например, табл. 3 во [2]).

Корреляционная связь информационной способности кинофотоматериалов с различными численными критериями качества

№ п/п	Число опытов	Параметр, с которым исследуется функциональная связь	Коэффициент корреляции	Доверительный интервал
1	25	Критерий А $L_R(b_{-0,5})$	-0,32	$\pm 0,18$
2	25	Критерий Б $L_R(b_{-1,0})$	-0,64	$\pm 0,12$
3	25	Критерий В $L_R(b_{-1,3})$	-0,33	$\pm 0,18$
4	17	Разрешающая способность $L_R(R_{м.м}^{-1})$	+0,46	$\pm 0,19$
5	25	Квадрат критерия А $L_R(b_{-0,5}^2)$	-0,38	$\pm 0,17$
6	25	Квадрат критерия Б $L_R(b_{-1,0}^2)$	-0,77	$\pm 0,08$
7	25	Произведение критерия Б на гранулярность $L_R(b_{-1,0} \cdot G)$	-0,85	$\pm 0,06$
8	25	Произведение квадрата критерия Б на гранулярность $L_R(b_{-1,0}^2 \cdot G)$	-0,85	$\pm 0,06$

изображения, связанного с рассеянием и отражением света, так и от зернистой структуры фотографического почернения, была исследована степень корреляции между информационной способностью и произведением параметра $b_{-1,0}$ на гранулярность. Результаты, представленные на рис. 5, в и в таблице, указывают на дальнейшее улучшение соответствия между этими объективными характеристиками и визуальным восприятием фотографического изображения. Коэффициент корреляции достигает величины $-0,85$ при одновременном суже-

нии доверительного интервала. Характерно, что использование квадрата критерия Б в данном случае уже не изменяет степени корреляции.

Наряду с этим достаточно высокая степень корреляции между информационной способностью и параметром $b_{-1,0}$ критерия Б показывает, что уменьшение контраста и резкости изображения, связанное с рассеянием и отражением света, имеет, по-видимому, более существенное значение для количественной оценки качества фотоматериалов, чем зернистость. Следует все же напомнить, что, вычисляя корреляционную связь между визуальным восприятием и только одним параметром $b_{-1,0}$, мы в какой-то степени невольно учитываем и роль гранулярной структуры, так как уменьшение или увеличение $b_{-1,0}$ часто сопровождается

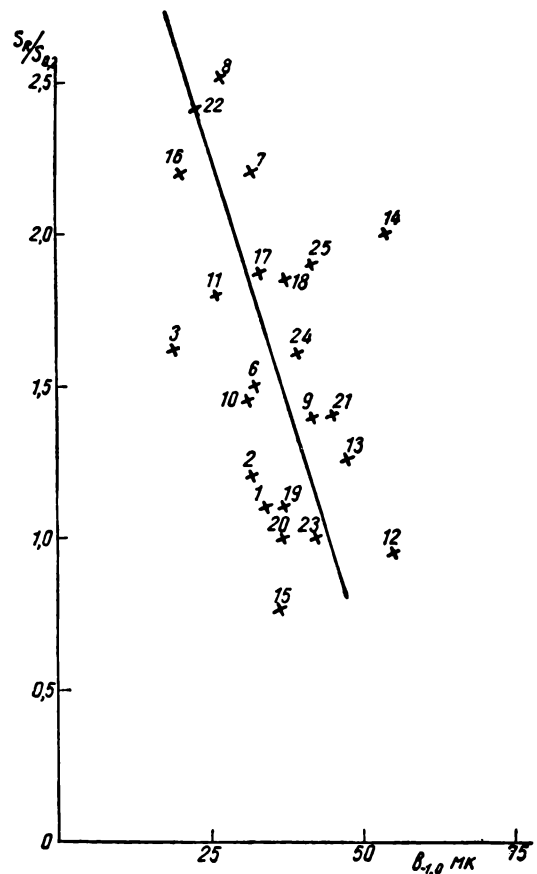


Рис. 6. Связь между отношением информационной светочувствительности S_R к сенситометрической светочувствительности $S_{0,2}$ с объективным критерием Б, при $\lg I/I_0 = -1,0$

однозначным изменением среднеквадратичной гранулярности данного фотографического материала.

В дополнение следует остановиться на вопросе о соотношении между информационной и сенситометрической светочувствительностями. Как уже отмечалось, эта величина не постоянна, а изменяется в довольно широких пределах. На рис. 6 показано изменение отношения $S_R/S_{0,2}$ в зависимости от величины $b_{-1,0}$. Чем лучше изобразительные свойства, определяемые этим параметром, тем больше величина этого отношения, т. е. тем более полностью реализуется сенситометрическая чувствительность фото материалов. На отсутствие корреляции между сенситометрической и информационной светочувствительностями впервые указал Кардас [11]. Однако его данные, полученные вне связи с физическими характеристиками изобразительных свойств фотографических материалов, не позволили определить, чем обусловлены эти расхождения.

4. Заключение

Проведено сопоставление результатов испытаний 25 различных образцов негативных кинофото материалов двумя принципиально различными методами. Результаты исследования указывают на наличие хорошего соответствия между объективными характеристиками и визуальным восприятием деталей изображения.

Среди исследованных трех основных способов простейшей численной характеристики качества изображения максимальная степень корреляции получена для критерия B . В методике фотографической диффузиметрии НИКФИ [1, 17] этот критерий принят в качестве основной количественной характеристики диффузного рассеяния и отражения света и называется диффузиметрическим коэффициентом резкости — Kp . Величина Kp измеряется в микронах и определяется по графику функции контрастности шириной черной полоски, при которой $\lg I/I_0$ равен минус единице. Как показано выше, эта величина может служить надежным и простым численным критерием информационной способности фотографических материалов.

Между краевой функцией и диффузиметрическим коэффициентом существует следующая простая зависимость: на расстоянии, равном $Kp/2$ от геометрической

границы края (от $x=0$, см. рис. 1), действующая интенсивность составляет $1/20$ от интенсивности, действовавшей на неэкранированную часть светочувствительного слоя (или, в логарифмической мере — 1,3). Следовательно, различие в оптической плотности здесь будет всегда равно $\Delta D=1,3\gamma$. Очевидно, что крутизна зоны размытия края пропорциональна отношению $\frac{\gamma}{Kp}$, а визуальное восприятие резкости $\left(\frac{\gamma}{Kp}\right)^2$ [1].

Поскольку функция рассеяния светящейся линии является производной от краевой функции, величина Kp соответствует эффективной ширине функции рассеяния, когда интенсивность на ее краях снижается до $1/10$ от интенсивности в центре. Для передаточной функции параметр Kp соответствует частоте при коэффициенте передачи контраста 0,8. В этом случае

$$N_{0,8} \approx \frac{360}{Kp}.$$

Подобно другим численным параметрам [3, 7, 8, 10] применение диффузиметрического коэффициента позволяет определить суммарный эффект для системы из нескольких звеньев. В этом случае

$$Kp_{\Sigma} \approx \sqrt{Kp_1^2 + Kp_2^2 + \dots + Kp_n^2}.$$

Из уравнения, аппроксимирующего функцию контрастности безабберационного объектива (20), следует, что для идеальной системы $Kp_0 = 2,62 F\lambda$, где F — относительное отверстие объектива и λ — длина волны света. Для $\lambda = 0,555 \text{ мк}$ $Kp_0 \approx 1,5F$. При обычно используемых относительных отверстиях порядка $F \approx 3 \div 6,3$ величина Kp_0 оптики должна быть около 5—10 мк, но из-за влияния аберраций эта величина в несколько раз больше. Так, по данным [21], для объектива с $F = 2,8$ величина Kp_0 составляет в центре поля 30 мк, а для края 65 мк. В сочетании с негативным материалом средней светочувствительности, обладающим $Kp = 30 \text{ мк}$, суммарная величина зоны размытия составит 45—70 мк, что и наблюдается в действительности [22].

Наконец, следует остановиться на вопросе о сфере применения диффузиметрического коэффициента резкости. По-видимому, как показывают имеющиеся данные [2, 23—25], это прежде всего разработка и

изготовление новых фотокиноматериалов с улучшенной резкостью и применение в ряде исследований, связанных с количественной оценкой этого параметра в зависимости от состава и продолжительности проявления, условий экспонирования и тому подобных факторов. Можно надеяться, что, несмотря на ряд ограничений и упрощений, допущенных в нашем исследовании, результаты его будут способствовать дальнейшему прогрессу кинотехники.

В экспериментальной части исследования приняли участие И. Г. Абидина, П. Н. Андросова, Н. Д. Ерофеева и З. Л. Петрушкина. Автор выражает признательность В. Г. Комару за весьма плодотворное обсуждение ряда вопросов данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Истомин Г. А., *Техника кино и телевидения*, 1961, № 2, 1.
2. Зеликман В. Л., Шерман Ф. С., Дмитриева В. А. и Кондратьева Е. Б., *Успехи научной фотографии*, 1964, 10, 221.
3. Lukosz W., *Optik*, 1957, 14, 490.
4. Frieser H., *Photogr. Korresp.*, 1955, № 5; 1956, № 4.
5. Frieser H. a. Biederman K., *Photogr. Sci. and Eng.*, 1963, 7, № 1, 28.
6. Hendeborg L., *Arkiv för Fysik*, 1960, 16, № 38.
7. Комар В. Г., *Техника кино и телевидения*, 1962, № 10, 1.
8. Шаде О., Новая система определения и измерения четкости изображения. Сб. статей «Оценка качества оптического изображения», перевод с английского О. А. Герасимовой, М., изд-во геодезической литературы, 1959.
9. Jones C., *JOSA*, 1958, 48, № 12, 934.
10. Wolff R. a. Tuccio S., *Photogr. Sci. and Eng.*, 1960, 4, № 6, 330.
11. Kardas R., *Photogr. Eng.*, 1955, 6, № 3, 190.
12. Истомин Г. А., Воспроизведение микро- и макродеталей фотографическими слоями, Доклады АН СССР, новая серия, 1952, 82, № 6, 897.
13. Вифанский Ю. К. и Гороховский Ю. Н., *Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии*, 1959, 4, 276.
14. Истомин Г. А., Разрешающая способность и дешифрируемость аэроснимков, *Труды ЦНИИГАиК*, вып. 107, 1955, 139.
15. Istomin G. A., XIII Congr. intern. technica cinematogr., Torino, 1961, 83.
16. Carman P. a. Brown H., *JOSA*, 1959, 49, № 6, 629.
17. Абидина И. Г., Истомин Г. А. и Петрушкина З. Л., *Успехи научной фотографии*, 1964, 10, 77.
18. Грибакин Г. Г., Истомин Г. А. и Петрушкина З. Л., *Успехи научной фотографии*, 1964, 10, 219.
19. Гуревич С. Б., Брейдо И. И. и Гаврилов Г. А., *Успехи научной фотографии*, 1964, 10, 163.
20. Истомин Г. А., *Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии*, 1960, 5, 146.
21. Ащеулов А. Т. и Березин Н. П., *Успехи научной фотографии*, 1964, 10, 15.
22. Новик Ф. С. и Щеглов М. М., *Успехи научной фотографии*, 1964, 10, 34.
23. Зеликман В. Л. и Дмитриева В. А., *Техника кино и телевидения*, 1964, № 3, 7.
24. Васильева В. В. и Крылов Л. П., *Техника кино и телевидения*, 1964, № 10, 50.
25. ГОСТ 10891—64. Пленки фотографические негативные для микрофильмирования.

Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут, Комиссия по химии фотографических процессов АН СССР

ОБ ЭЛЕКТРОННОМ РАСТРИРОВАНИИ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

778.182.4+621.397

Рассмотрены вопросы, связанные с применением электронного растривания изображений при оперативной передаче полутоновых материалов по электрическим каналам связи. Приведена сравнительная оценка различных способов электронного растривания.

За последнее время получили широкое развитие междугородные фототелеграфные и телевизионные служебные связи. Информация, передаваемая по этим линиям связи, носит самый разнообразный характер. Значительное место, в частности, занимает передача материалов, предназначенных для дальнейшего размножения большими тиражами. В первую очередь это касается оперативной газетной информации, передаваемой по фототелеграфу.

Обычно полутоновые иллюстрации (главным образом фотоснимки), принятые по фототелеграфному каналу, являются оригиналом для изготовления печатной формы по одному из технологических процессов, принятому в множительных работах. Неотъемлемой частью любого подобного технологического процесса (за исключением электрогравирования) является изготовление растровой фотоформы. Растровая фотоформа представляет собой пленочный негатив или диапозитив, на котором все полутоновые градации переданы только с помощью черных и белых точечных элементов различной величины. Получение растровой фотоформы обычным путем производится пересъемкой оригинала через специальное устройство (растр). При этом оптическая плотность точек различных размеров оказывается неодинаковой, что отрицательно сказывается на дальнейшем технологическом процессе изготовления печатной формы.

Можно, однако, значительно упростить процесс изготовления растровой фотоформы, одновременно улучшив ее качество.

На рис. 1 изображена скелетная схема фототелеграфного аппарата. Как видно из схемы, перед записывающим устройством аппарата помещается электронное устройство, преобразующее аналоговый видеосигнал в последовательность импульсов.

В зависимости от вида преобразования можно получить импульсы, изменяющиеся по длительности или по частоте, для чего применяются преобразователи типа аналог-ШИМ (широтно-импульсная модуляция) или аналог-ЧИМ (частотно-импульсная модуляция). Очевидно, что при подаче этих импульсов непосредственно на записывающее устройство растровые точки на фотоформе будут модулироваться соответственно по величине вдоль строки (широтная модуляция растровых точек) или по частоте (частотная модуляция растровых точек).

Могут быть применены также электронные преобразующие устройства, с помощью которых осуществляется одновременная модуляция размеров точки в двух направлениях (вдоль и поперек строки).

Основные преимущества электронного растривания заключаются в следующем:

- 1) две операции (прием фототелеграммы и получение растровой фотоформы) объединяются в одну;
- 2) в процессе растривания оказывается возможным влиять на качественные характеристики формы, в частности на ее градиационную характеристику;
- 3) оптическая плотность растровых точек может быть сделана независимой от их размеров.

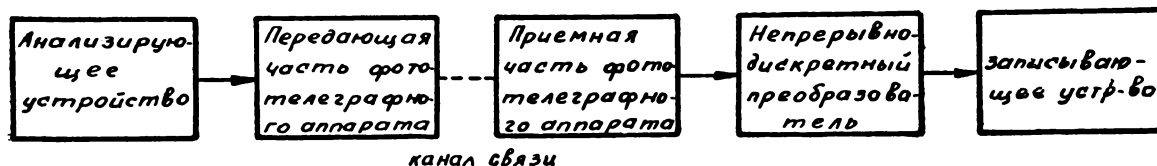


Рис. 1

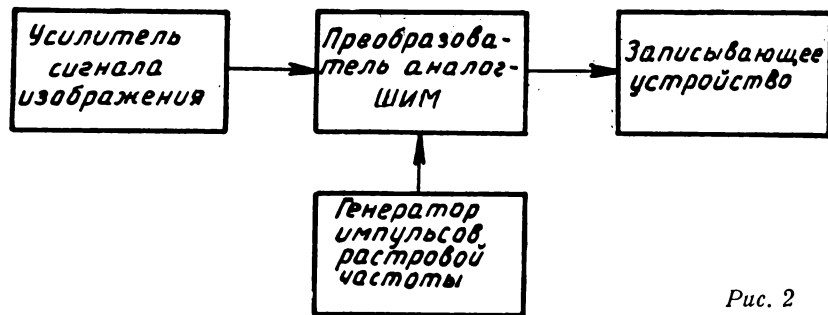


Рис. 2

Помимо указанного применения, электронное растривание можно использовать в обычной полиграфии (высокая и офсетная печать) и при других множительных работах с различными видами записи (феррография, ксерография и др.).

Способы электронного растривания

Под растриванием изображения следует понимать процесс преобразования квазинепрерывного полутонового изображения, каждый элемент которого может иметь любую (произвольную) градацию яркости, в дискретное полутоновое изображение, состоящее из элементов только двух градаций.

Электронные способы растривания характеризуются тем, что эффект преобразования изображения получается только за счет электрических преобразований сигнала. Таких способов, как было указано выше, можно назвать три — они соответствуют широтной, частотной и двухмерной модуляции растровой точки.

Необходимо подчеркнуть, что не всякий способ растривания, предусматривающий наличие электрических узлов, в том числе и преобразователей сигнала, следует считать электронным, поскольку эффект растривания при этом может получаться в светооптической системе устройства. Характерным в этом отношении являются способ и устройство, предложенные в [1].

Способ электронного растривания с

широтной модуляцией растровых точек иллюстрирован блок-схемой, изображенной на рис. 2. Усиленный сигнал изображения поступает на преобразователь аналог-ШИМ. Одновременно на преобразователь подаются импульсы, следующие с частотой, соответствующей требуемой линии туре раstra. На вход записывающего устройства будут поступать импульсы, модулированные по длительности, причем длительность каждого импульса, а следовательно, и ширина соответствующей растровой точки будут зависеть от передаваемого полутона определенного элемента оригинала.

В качестве преобразователя можно использовать различные схемные варианты.

Впервые схема для растривания полутоновых изображений по широтному способу была предложена Рейнжером в 1926 г. [2]. В 1937—1940 гг. Гудек провел ряд работ по усовершенствованию схемы Рейнжера и созданию новых схем аналогичного типа, предназначенных для использования в фототелеграфной аппаратуре с передачей сигналов изображения по коротковолновому радиоканалу. В 1956 г. В. Г. Патрунов в своей работе [3], посвященной феррографической записи фототелеграфных сигналов, применил широтный способ модуляции в качестве одного из возможных видов записи.

Электронное растривание с частотной модуляцией растровых точек поясняется блок-схемой рис. 3.

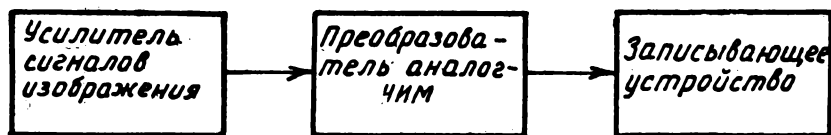


Рис. 3

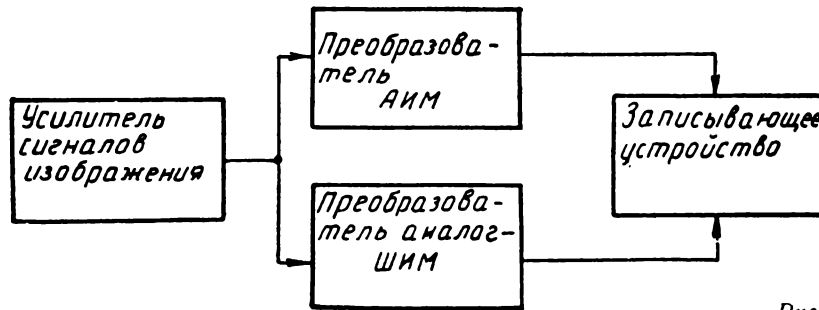


Рис. 4

Сигнал изображения в этом случае управляет преобразователем типа аналог-ЧИМ. В качестве одного из вариантов такого преобразователя может быть использована схема с реактивной лампой. На вход записывающего устройства подаются импульсы постоянной длительности, модулированные по частоте. Девияция частоты зависит от динамического диапазона передаваемых на репродукции оптических плотностей.

Третий способ электронного растривания соответствует случаю, когда растровые точки, следующие с постоянной частотой, модулируются одновременно в двух направлениях — по ширине и по высоте. Осуществление электронного растривания с двухмерной модуляцией может быть произведено, например, по блок-схеме, изображенной на рис. 4. Записывающее устройство по этой схеме управляется двумя импульсными сигналами. Импульсы, поступающие с преобразователя АИМ (амплитудно-импульсная модуляция), осуществляют модуляцию растровой точки по высоте. Импульсы после преобразователя аналог-ШИМ модулируют растровую точку по ширине.

Произведем теперь оценку возможностей применения трех рассмотренных способов электронного растривания. Будем считать для простоты, что в устройствах отсутствуют переходные процессы. При способе широтной модуляции растровых точек передача производится только за счет изменения их ширины вдоль строки. Поперечные размеры остаются одинаковыми и равными ширине строки. Очевидно, что максимальный передаваемый на фотоформе контраст изображения в этом случае будет равен

$$K_{max}^{ШМ} = \frac{K_c}{R \cdot h_x}, \quad (1)$$

где: R — линиятура растра; h_x — размер растр-элемента в направлении строки; K_c — коэффициент, зависящий от схемы преобразователя ($K_c < 1$).

Известно соотношение

$$t = \frac{h_x}{V_x} = \frac{H}{E},$$

где: t — время экспонирования фотоматериала; V_x — скорость развертки; H — количество освещения; E — освещенность фотоматериала, равная $E = K_{оп} \cdot B$; $K_{оп}$ — коэффициент, учитывающий потери света и зависящий от конструкции оптической системы; B — яркость модулятора экспозиции. Отсюда имеем

$$V_x = \frac{K_{оп} \cdot B}{H} \cdot h_x. \quad (2)$$

Подставляя в формулу (2) значение h_x из выражения (1), получим

$$V_x = \frac{K_c \cdot K_{оп} \cdot B}{H \cdot R \cdot K_{max}^{ШМ}}. \quad (3)$$

Для способа частотной модуляции растровых точек, который можно представить как способ «переменных линиятур», максимальный контраст равен

$$K_{max}^{ЧМ} = \frac{K_c}{R_{min} \cdot h_x}, \quad (4)$$

где R_{min} — минимальное значение линиятуры растра при ее модуляции. Скорость развертки на основании формулы (2) равна

$$V_x = \frac{K_c \cdot K_{оп} \cdot B}{H \cdot R_{min} \cdot K_{max}^{ЧМ}}. \quad (5)$$

Способ двухмерной модуляции отличается тем, что изменение размеров точек, повторяющихся с определенной частотой, производится в двух перпендикулярных направлениях, т. е. по площади. В этом случае

максимально возможный контраст будет равен

$$K_{max}^{DM} = \frac{K_c}{h_x \cdot h_y \cdot R^2}, \quad (6)$$

где h_y — размер растр-элемента в поперечном направлении.

В соответствии с формулой (2) скорость развертки будет равна

$$V_x = \frac{K_c \cdot K_{оп} \cdot B}{H \cdot R^2 \cdot h_y \cdot K_{max}^{DM}}. \quad (7)$$

Для сравнения возможностей, которыми располагает каждый способ, в таблице приведены результаты некоторых вычислений по указанным формулам.

При расчетах были взяты в качестве примера следующие данные:

1) освещенность фотоматериала $E = K_{оп} \cdot B = 2 \cdot 10^4$ лк;

2) количество освещения $H = 2$ лк.сек. Такого количества освещения достаточно для экспонирования многих фототехнических пленок;

3) максимальный передаваемый контраст $K_{max} = 16$, что соответствует перепаду оптических плотностей $\Delta D = 1,2$;

4) коэффициент K_c , зависящий от схемы преобразователя и способа растривания, выбран в среднем $K_c = 0,85$.

	Способ ШМ и ЧМ		Способ ДМ	
R , лин/см	24	24	48	120
V_x , см/сек	22	100	50	20
$h_x = h_y$, мм	0,02	0,10	0,05	0,02
$R \cdot V_x$, лин/сек	530	2400	2400	2400

Приведенные рассуждения и подсчеты позволяют сделать ряд выводов.

1. Способы широтной и частотной модуляции растровых точек являются малоэффективными, вследствие того что даже при низких линиятурах для достижения нормального контраста требуют наличия чрезвычайно малых растр-элементов. Это обстоятельство приводит к значительному усложнению светооптической системы записывающего устройства.

2. Способ широтной модуляции обладает тем недостатком, что разрешающая способность системы оказывается в вертикальном и горизонтальном направлении резко различной. По вертикали разрешающая способность определяется размером развертывающего элемента, а по горизонтали — линиатурой растра.

3. Способ частотной модуляции по своим возможностям близок к способу широтной модуляции растровых точек. Эти способы целесообразно применять лишь там, где не требуется воспроизводить большие контрасты изображений.

4. Способ двумерной модуляции является значительно более эффективным, чем предыдущие, особенно на низких и средних линиятурах. Разрешающая способность системы определяется в обоих направлениях линиатурой растра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hell R., Verfahren und Verrichtung zur Herstellung von gerasterten Negativen, патент ФРГ № 933369, кл. 57d, 1955.

2. Ranger R. H., Transmission and Reception of Photoradiograms, PIRE, 1926, 14, № 4.

3. Патрунов В. Г., Исследование записи фототелеграфных сигналов методом феррографии. Канд. дисс., МЭИС, 1958.

Ленинградский институт точной механики и оптики

МЕТОД ОЦЕНКИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НЕКОТОРЫХ СВЕТОПРИЕМНИКОВ¹

(621.397.613)

Показано, что быстрое ориентировочное определение спектральной чувствительности некоторых светочувствительных рецепторов (приемников) имеет большое значение в телевизионной технике при выборе электронно-лучевых трубок. Для этой цели была разработана тест-таблица. Она выполнена в двух вариантах, отличающихся друг от друга формой цветных элементов. Рассмотрены требуемые свойства цветных и серых элементов таблицы и их размерные соотношения.

Введение

При телевизионной передаче цветная сцена воспроизводится в черно-белых тонах. Поскольку характеристика спектральной чувствительности электронно-лучевых передающих трубок не соответствует спектральной чувствительности человеческого глаза, яркость детали изображения на телевизионном экране качественно отличается от яркости соответствующих снимаемых предметов. Несоответствие интервалов яркости особенно мешает при передаче по телевидению цветных фильмов и при передаче сцен, цвет которых хорошо известен зрителям. Устранение этих несоответствий — это вопрос соответствующей коррекции спектральной чувствительности электронно-лучевых передающих трубок.

Отдельные передающие трубки одного типа также могут отличаться одна от другой по своим спектральным характеристикам. Ввиду того что такими неодинаковыми трубками оснащены телевизионные камеры, используемые одновременно, может случиться, что кадры, передаваемые отдельными камерами, точно так же будут отличаться интервалами яркости. Строгая оценка электронно-лучевых передающих трубок и их подбор по принципу сходной характеристики спектральной чувствительности позволяют составлять комплекты трубок, имеющих одинаковые спектральные свойства.

Телевизионные камеры, оснащенные передающими трубками, которые обладают сходными характеристиками спектральной чувствительности, свободны от указанных недостатков.

Ориентировочное определение спектральной чувствительности

Точное определение спектральной чувствительности носит чисто лабораторный характер и для требуемых целей излишне. С достаточной для практики точностью необходимой информацию о спектральной чувствительности можно получить с помощью изображения таблицы Лагорио. Так как таблицы Лагорио приобрести очень трудно и в связи с тем, что даже при использовании этой таблицы однозначный отсчет информации невозможен, Научно-исследовательским институтом техники звука и изображения был разработан особый тест, получивший название «Спектральная таблица ВУЗОРТ». Настоящий тест использует принцип таблицы Лагорио, однако отличается числом и расположением своих полей.

Таблица Лагорио состоит из цветных вертикальных полос, которые чередуются с серыми ступенчатыми клиньями. Цветные полосы следуют друг за другом согласно характеристическим длинам волн; наряду со спектральными цветными тонами таблица бывает заполнена рядом пурпурных тонов. При воспроизведении таблицы в черно-белых тонах фотографическим или телевизионным способами цветные полосы и серые клинья создают информацию в виде почернения, или яркости, или электрических сигналов. На эту информацию влияет спектральная чувствительность процесса воспроизведения. На наблюдаемом изображении сливаются соседние поверхности цветного и черно-белого полей, имеющие одинаковую яркость; полученная таким образом кривая дает представление о характеристике спектральной чувствительности аппарата или процесса [1].

¹ Доложено на I-м Международном симпозиуме «Интеркамера» в Праге в ноябре 1963 г.

Основные характеристики тест-таблицы

При выборе формы теста авторы исходили из двух требований:

а) при электрической оценке спектральной чувствительности на изображении теста выбирается одна телевизионная строка, которая изображается на осциллоскопе в виде коротких отрезков, координаты которых и служат мерой относительной чувствительности того или иного цвета;

б) при визуальной оценке изображение теста наблюдается на экране контрольного монитора.

Поскольку первому требованию отвечают вертикально расположенные цветные полосы, как на таблице Лагорио, а для визуальной оценки более удобны расчлененные цветные элементы, спектральная таблица ВУЗОРТ была создана в двух вариантах: таблица с цветными полосами и таблица с круглыми цветными полями.

Цветные элементы и серая шкала таблицы в принципе должны обладать следующими свойствами:

а) цветные тона элементов или же характеристические длины их волн должны по возможности равномерно распределяться по шкале цветных тонов или в диапазоне длин волн видимой части спектра;

б) колориметрические и оптические параметры должны быть постоянными, т. е. их цвета должны быть светостойкими;

в) цвета должны иметь максимально достижимое насыщение и спектральную чистоту;

г) поверхность отдельных цветных и серых элементов должна быть в максимально возможной степени матовой, чтобы при съемке таблицы не возникали поверхностные эффекты (блеск) и чтобы их фотометрические и колориметрические параметры максимально зависели от направления падающего света;

д) поверхность цветных элементов и серой шкалы должна быть гомогенной, равномерной и стойкой против стирания;

е) использованные красители или пигменты по возможности должны быть отечественного производства;

ж) серые поля не должны быть селективными, чтобы обеспечить однозначность фотометрических параметров при различных комбинациях «источник света — оптический фильтр — рецептор»;

з) плотности серых поверхностей в отраженном свете должны иметь равномерную градацию.

Большей части перечисленных требований спектральная таблица ВУЗОРТ отвечает во вполне удовлетворительной степени; что касается равномерного распределения цветных тонов (или соответственно характеристических длин волн в видимой части спектра), то это требование затрудняется недостаточным выбором пригодных неорганических пигментов.

Для изготовления цветных элементов таблицы применяют темперу или ее соответственные комбинации, которые наносятся на ватман.

Экспериментальным путем было установлено, что разница плотностей покрытий костяной сажей и титановыми белилами в отраженном свете составляет 1,16. Телевизионная цепь передает диапазон яркостей, превышающий 1,3; яркость 0,09 визуальна еще различима при условии большого диапазона адаптационных яркостей. Указанным величинам отвечает тринадцатиступенчатый клин с константой $K = 0,1$. Отдельные ступени получают, окрашивая их темперой из титановых белил и костяной сажи, взятых в соответствующих пропорциях.

Для оптимального отсчета информации необходимо определенное соотношение меж-

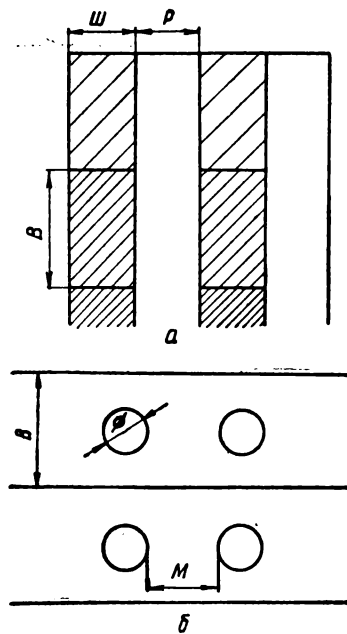


Рис. 1

ду шириной w элемента серого клина, его высотой v и шириной p цветной полосы, или же соотношение между диаметром (\varnothing) цветного кругового элемента и промежутком m между соседними краями цветных круговых элементов (рис. 1, а и б). Экспериментальным путем было установлено [2], что для оптимального отчета информации необходимо выразить отношение

$$w : v : p = 4 : 7 : 4$$

или $\varnothing : m : v = 6 : 10 : 15$.

У таблицы первого типа вертикальные цветные полосы чередуются с серым клином (рис. 2); у таблицы второго типа круговые цветные элементы расположены на отдельных полях клина таким образом, что по вертикали на каждой ступени серого клина находится один элемент того же цветового тона (рис. 3)¹. Использовано 16 элементов, рас-

положенных слева направо, соответственно нарастанию характеристических длин волн; первый элемент и два последних — пурпурные.

Таблица, размеры которой 182×252 мм, наклеена на ватман; отдельные ступени ориентированного по горизонтали клина обозначены цифрами 1, 2, 3.....13, а расположенные по вертикали цветные полосы или элементы несут буквенное обозначение А, В, С.....R.

Поверхность тест-таблицы покрыта фиксативом и защищена от истирания целлофановой фольгой. Благодаря точности наклейки промежутки между элементами не видны невооруженным глазом, поверхность всех элементов лежит в одной плоскости. Указанное обстоятельство, а также тщательная поверхностная отделка способствуют быстрому и точному отсчету информации.

Параметры цветных и серых полей

Параметры цветных полос и элементов определены по спектральной характеристике путем расчета (техника их вычисления подробно описана в литературе [3] и [4]).

В табл. 1 для каждого цветного поля указаны—в столбце 1: координаты x и y международной цветной диаграммы (стандартный источник А — лампа накаливания с цветовой температурой 2854°K); в столбце 2: визуальный коэффициент отражения; в столб-

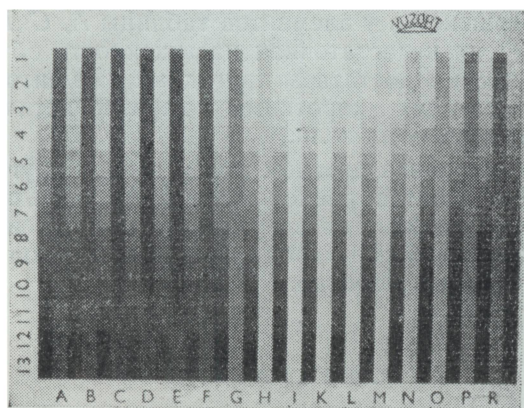


Рис. 2

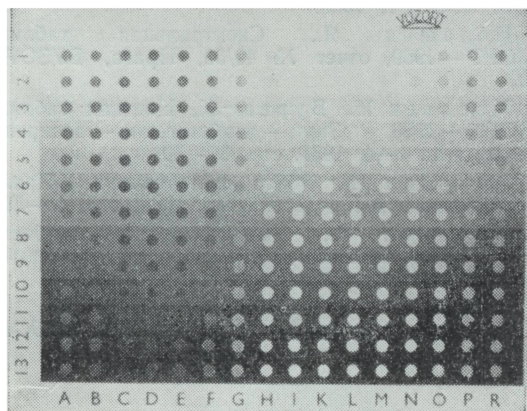


Рис. 3

¹ Здесь и на рис. 2 приведены лишь черно-белые фотографии тест-таблицы.

Таблица 1

Параметры цветных полей

Обозначение поля	1 x	1 y	2 β_v	3 D_v	4 λ_s (nm)
A	0,483	0,335	0,094	1,027	553
B	0,251	0,239	0,089	1,050	476
C	0,287	0,298	0,085	1,070	481
D	0,287	0,383	0,093	1,031	492
E	0,344	0,467	0,132	0,879	505
F	0,392	0,505	0,193	0,714	551
G	0,409	0,511	0,530	0,276	560
H	0,484	0,459	0,562	0,250	579
I	0,546	0,422	0,828	0,082	489
K	0,578	0,405	0,690	0,161	593
L	0,586	0,393	0,630	0,201	596
M	0,622	0,360	0,386	0,413	605
N	0,622	0,346	0,274	0,562	610
O	0,634	0,332	0,227	0,644	620
P	0,572	0,335	0,170	0,770	—505
R	0,450	0,301	0,151	0,821	—570

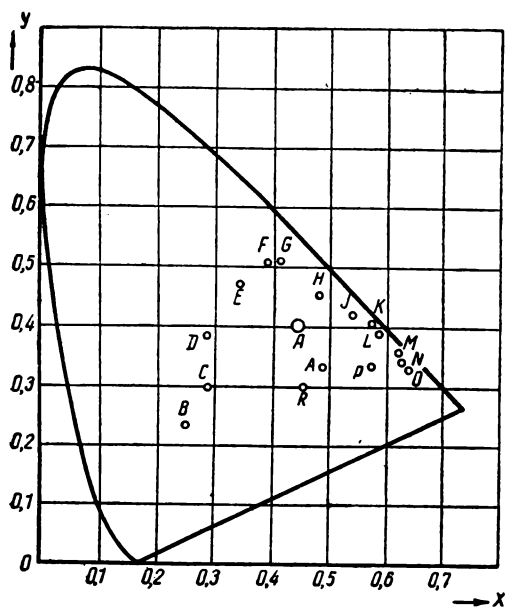


Рис. 4

це 3: визуальная плотность; в столбце 4: доминирующая длина волны.

Расположение координат цветов тест-таблицы в колориметрическом треугольнике показано на рис. 4.

Коэффициенты отражения с соответствующими плотностями серых полей приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры серых полей

Номер поля	Коэффициент отражения	Плотность
1	0,790	0,10
2	0,650	0,19
3	0,490	0,31
4	0,400	0,40
5	0,310	0,51
6	0,245	0,61
7	0,182	0,74
8	0,151	0,82
9	0,126	0,90
10	0,098	1,01
11	0,083	1,08
12	0,065	1,19
13	0,055	1,26

Возможности применения таблицы

Наряду с возможностью оценки спектральной чувствительности электронно-лучевых передающих трубок таблица может быть использована для взаимной оценки некоторых свойств фотослоев, а также для оценки относительной чувствительности некоторых фотоэлектрических рецепторов при различных комбинациях источника света и оптического фильтра.

Заключение

Исполнение таблицы и подбор ее цветов оказались вполне удовлетворительными для быстрого ориентировочного определения спектральных характеристик.

С точки зрения более строгого колориметрического подхода не удалось достигнуть совершенства у элементов таблицы A, C, D, E, F; их недостаточная насыщенность объясняется недостатком пригодных пигментов, обладающих короткими характеристическими длинами волн.

Компоновка цветных полей в виде круговых элементов, расположенных на ступенях серого клина, для визуального отсчета информации более удобна, чем цветные полосы таблицы Лагорио.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полашек Я., Метод и устройство для быстрого определения спектральной чувствительности фоточувствительного оборудования, отчет № 23/58, Прага, ВУЗОРТ, 1958.
2. Полашек Я., Спектральная таблица ВУЗОРТ — 1959, отчет № 49/59, Прага, ВУЗОРТ, 1959.
3. Моравек И., Буреш Э., Цветная таблица ВУЗОРТ — 1956, Звук — изображение — воспроизведение, вып. 1—4, 1957, стр. 39—50.
4. Нетушил И., Обзор светотехники, Прага, Научно-техническое издательство, 1952, стр. 40—56.
5. Полашек Я., Спектральная таблица ВУЗОРТ, «Кинотехника» (сборник научно-технических информации), 1963, 2, № 5, стр. 10—16.

ВУЗОРТ

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ ФАЗЫ ПРИЕМНИКА ЦТ

621.397.62-2

Приведен способ определения коэффициента усиления кольца автоматической подстройки фазы (АПФ), при котором обеспечивается допустимое расхождение фаз колебаний «синхровспышки» и поднесущей приемника. Исследована устойчивость системы АПФ, найден граничный коэффициент усиления.

В одновременной совместимой системе ЦТ два цветоразностных сигнала передаются в квадратуре на поднесущей. На приемной стороне для выделения цветоразностных сигналов методом синхронного детектирования необходимо иметь генератор поднесущей, синхронизируемый пакетами поднесущей, которые передаются на строчных гасящих импульсах рис. 1.

Пакеты поднесущей (синхровспышки) формируются на передающей стороне, а поэтому они несут информацию о частоте и фазе колебаний генератора поднесущей передающей установки.

В цветных телевизионных приемниках для синхронизации колебаний поднесущей наибольшее распространение получили системы автоматической подстройки фазы.

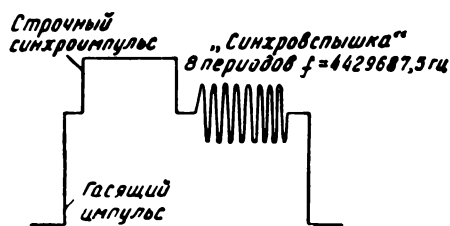


Рис. 1

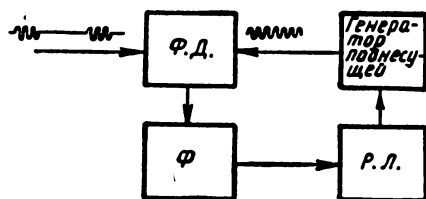


Рис. 2

Целью настоящей работы является исследование замкнутой системы АПФ и нахождение связи между характеристиками звеньев кольца автоподстройки. Получение таких зависимостей необходимо для пра-

вильного проектирования систем АПФ, обеспечивающих заданную точность синхронизации.

Кольцо системы АПФ (рис. 2) состоит из фазового дискриминатора, фильтра низкой частоты, реактивной лампы и генератора поднесущей. На фазовый дискриминатор подаются: синхровспышка и колебания поднесущей местного генератора (рис. 3). В интервалах между «синхровспышками» вход фазового дискриминатора закрывается клапанными импульсами амплитудного селектора, этим увеличивается помехозащищенность канала синхронизации.

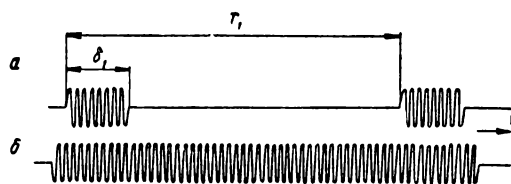


Рис. 3

Особенность систем АПФ цветных телевизионных приемников состоит в том, что изменение величины расхождения фаз происходит в дискретные моменты времени — при поступлении пакетов поднесущей, т. е. они работают в импульсном режиме. Сигнал ошибки образуется при сравнении фаз двух синусоидальных колебаний. Эти особенности необходимо учитывать при исследовании системы.

Вывод уравнения системы АПФ

Так как система АПФ является замкнутой системой автоматического регулирования, то для вывода уравнения воспользуемся основными соотношениями теории автоматического регулирования.

Разорвем кольцо автоподстройки и разо-

бьем разомкнутую систему на следующие звенья направленного действия:

- а) фазовый дискриминатор;
- б) фильтр низкой частоты;
- в) генератор поднесущей с реактивной лампой.

Для каждого из перечисленных звеньев найдем передаточную функцию. Как известно, передаточной функцией звена направленного действия $W(p)$ называется отношение изображения выходной величины этого звена $X_{\text{вых}}(p)$ к изображению его входной величины $X_{\text{вх}}(p)$:

$$W(p) = \frac{X_{\text{вых}}(p)}{X_{\text{вх}}(p)}.$$

Входной величиной для фазового дискриминатора $X_{\text{вх}}$ является изменение фазы $\Delta\theta$ между двумя сравниваемыми колебаниями, а выходной $X_{\text{вых}}$ — напряжение на выходе фазового дискриминатора $\Delta U_{\text{фд}}$

$$X_{\text{вх}} = \Delta\theta; X_{\text{вых}} = \Delta U_{\text{фд}}.$$

Если сдвиг фаз между двумя сравниваемыми синусоидальными колебаниями равен $\Delta\theta$, то на выходе фазового дискриминатора образуются импульсы напряжения, амплитуда которых изменяется по синусоидальному закону

$$\Delta U_{\text{фд}} = K \sin \Delta\theta.$$

Нас будет интересовать режим работы системы АПФ при малых изменениях $\Delta\theta$, так как точность синхронизации автоподстройки должна быть весьма высокой (допустимый фазовый сдвиг $\approx 5^\circ$). При изменении $\Delta\theta$ в небольших пределах (от 0 до 20°) можно заменить $\sin \Delta\theta$ на $\Delta\theta$, т. е.

$$\Delta U_{\text{фд}} \approx K \Delta\theta.$$

При сделанном допущении коэффициент передачи фазового дискриминатора будет равен

$$K_1 = \frac{\Delta U_{\text{фд}}}{\Delta\theta}. \quad (1)$$

В качестве фильтра низкой частоты используется RC -фильтр. В общем виде передаточная функция фильтра представляет собой дробь, числитель и знаменатель которой полиномы от p

$$W_1(p) = \frac{\Delta U_{\text{фд}}(p)}{\Delta U_{\text{фд}}(p)} = \frac{1 + a_1 p + \dots + a_n p^n}{1 + b_1 p + \dots + b_m p^m}. \quad (2)$$

Входной величиной звена, состоящего из реактивной лампы и генератора поднесу-

щей, является напряжение $\Delta U_{\text{ф}}$, а выходной — изменение фазы генератора $\Delta\theta$.

Можно считать, что характеристика управления генератора поднесущей, т. е. зависимость между изменением напряжения на входе реактивной лампы $\Delta U_{\text{ф}}$ и изменением частоты генератора $\Delta\omega$, — линейная

$$\Delta\omega = K_2 \Delta U_{\text{ф}}.$$

В свою очередь $\Delta\omega = \frac{d\Delta\theta}{dt}$, т. е.

$$\frac{d\Delta\theta}{dt} = K_2 \Delta U_{\text{ф}}.$$

Преобразуя последнее выражение по Лапласу, получим

$$p \Delta\theta(p) = K_2 \Delta U_{\text{ф}}(p).$$

Отсюда передаточная функция рассматриваемого звена будет равна

$$W_2(p) = \frac{\Delta\theta(p)}{\Delta U_{\text{ф}}(p)} = \frac{K_2}{p}. \quad (3)$$

Передаточная функция разомкнутого контура регулирования (кольца АПФ) равна произведению передаточных функций отдельных звеньев, так как звенья соединены последовательно,

$$W(p) = K_1 K_2 W_1(p) \frac{1}{p}. \quad (4)$$

Найденная передаточная функция соответствует разомкнутому контуру непрерывной системы автоматического регулирования.

Но исследуемая система АПФ относится к импульсным системам автоматического регулирования, так как входной сигнал представляет собой пакеты поднесущей (радиоимпульсы), показанные на рис. 3, а.

На выходе фазового дискриминатора (входе RC -фильтра) после детектирования сигнал становится униполярным (рис. 4).

В теории импульсных систем [3] показано, что при уменьшении периода следования импульсов $T \rightarrow 0$ амплитудно-импульс-

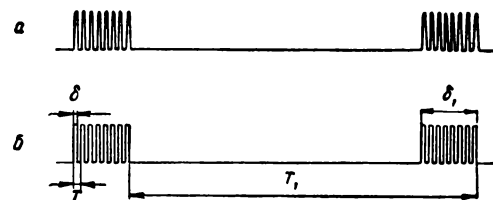


Рис. 4

ную систему с достаточной степенью точности можно рассматривать как непрерывную систему, если передаточную функцию непрерывной части системы умножить на относительную длительность импульсов γ .

$$\gamma = \frac{\delta}{T}, \quad (5)$$

где δ — абсолютная длительность импульсов; T — период следования импульсов.

Аппроксимируем сигнал, поступающий на вход фильтра (см. рис. 4). Такая аппроксимация позволит в первом приближении учесть сложный импульсный характер входного сигнала, если умножить передаточную функцию $W(p)$ (4) на произведение относительных длительностей импульсов

$$\gamma \cdot \gamma_1,$$

где $\gamma = \frac{\delta}{T}$ — относительная длительность аппроксимированных импульсов в пакете (см. рис. 4, б); $\gamma_1 = \frac{\delta_1}{T_1}$ — относительная длительность пакетов.

Возьмем $\gamma = 0,5$, тогда после умножения передаточной функции (4) на $\gamma \cdot \gamma_1$ получим

$$W(p) = 0,5\gamma_1 K_1 K_2 W_1(p) \frac{1}{p}. \quad (6)$$

Следует также иметь в виду, что полученное выражение справедливо лишь для случая, когда фазовый дискриминатор и фильтр можно рассматривать как звенья направленного действия, т. е. когда подключение RC -фильтра не влияет на выходную величину фазового дискриминатора (или практически мало влияет).

Если указанное условие не выполняется, то фазовый дискриминатор с RC -фильтром надо рассматривать как одно звено.

При этом анализ системы значительно усложняется.

Получив передаточную функцию разомкнутой системы, найдем уравнение замкну-

того контура регулирования, структурная схема которого показана на рис. 5.

Для замкнутой системы между задающим воздействием входной и выходной переменными существует зависимость

$$\theta_{\text{вх}} = \theta_0 - \theta_{\text{вых}}. \quad (7)$$

Подвергая (7) преобразованию Лапласа, получаем

$$\theta_{\text{вх}}(p) = \theta_0(p) - \theta_{\text{вых}}(p).$$

С другой стороны, входная и выходная переменные связаны равенством

$$\theta_{\text{вых}}(p) = \theta_{\text{вх}}(p) W(p).$$

Решая последние два уравнения относительно $\theta_{\text{вых}}(p)$ и $\theta_{\text{вх}}(p)$, получаем уравнения замкнутой системы АПФ:

$$\theta_{\text{вых}}(p) = \theta_0(p) \frac{W(p)}{1 + W(p)}; \quad (8)$$

$$\theta_{\text{вх}}(p) = \theta_0(p) \frac{1}{1 + W(p)}. \quad (9)$$

Определение точности синхронизации

Исследование качества (точности) синхронизации сводится к определению установившейся ошибки при типовом для данной системы возмущении и динамической ошибки (ошибки при переходном процессе в системе).

Под установившейся ошибкой в теории автоматического регулирования понимают ошибку в установившемся режиме при некотором типовом воздействии на систему. Наиболее характерным (типовым) возмущением для системы АПФ является изменение частоты синхронизируемого генератора или синхронизирующих импульсов.

Поясним процесс образования установившейся ошибки. Если по каким-либо причинам частота колебаний синхронизируемого генератора изменится, то при замкнутом контуре регулирования на выходе измерительного устройства (фазового дискриминатора) образуется сигнал ошибки, который через RC -фильтр подается на реактивную лампу. Это приведет к изменению частоты генератора поднесущей. Но образование сигнала ошибки может произойти только за счет постоянного сдвига фаз между колебаниями синхронизируемого генератора и синхросигналом. Угол сдвига фаз между сравниваемыми колебаниями,

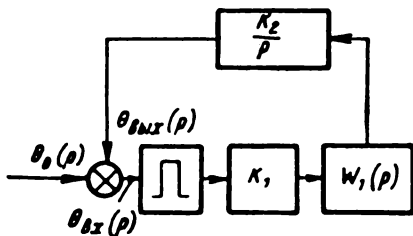


Рис. 5

образующийся за счет изменения частоты синхронизируемого генератора или синхросигнала, и является установившейся ошибкой ϵ_{∞} [5].

Численно установившаяся ошибка равна разности между внешним типовым возмущением и выходной переменной после окончания переходного процесса, т. е. постоянной составляющей входной переменной.

В уравнении замкнутого контура регулирования (9)

$$\theta_{\text{вх}}(p) = \theta_0(p) \frac{1}{1 + W(p)},$$

$\theta_0(p)$ — изображение внешнего воздействия; $W(p)$ — передаточная функция разомкнутого контура регулирования.

Найдем изображение возмущающего воздействия $\theta_0(p)$. Как было указано, типовым возмущением для систем АПФ является изменение частоты. Скачкообразное изменение частоты $\Delta\omega = \text{const}$ связано с изменением фазы уравнением

$$\Delta\omega = \frac{d\theta_0(t)}{dt}.$$

Преобразуя по Лапласу, получим

$$\frac{\Delta\omega}{p} = p\theta_0(p) \text{ и } \theta_0(p) = \frac{2\pi\Delta f}{p^2}. \quad (10)$$

Подставляя (6) и (10) в (9) получаем

$$\theta_{\text{вх}}(p) = \frac{A(p)}{pB(p)} = \frac{\Delta\omega(1 + b_1p + \dots + b_m p^m)}{p[0,5\gamma_1 K_1 K_2 (1 + a_1 p + \dots + a_n p^n) + p(1 + b_1 p + \dots + b_m p^m)]}. \quad (11)$$

По теореме разложения найдем входную переменную $\theta_{\text{вх}}(t)$:

$$\theta_{\text{вх}}(t) = \frac{A(0)}{B(0)} + \sum_{k=1}^n \frac{A(p_k)}{p_k B'(p_k)} e^{p_k t}, \quad (12)$$

где p_k — полюсы полинома $B(p)$.

Как ранее было показано, установившаяся ошибка равна постоянной составляющей входной переменной. Согласно (11) и (12), установившаяся ошибка будет равна

$$\epsilon_{\infty} = \frac{2\pi\Delta f}{0,5\gamma_1 K_1 K_2}. \quad (13)$$

В полученной формуле установившаяся ошибка имеет размерность — радианы. Иногда для расчетов бывает удобнее иметь

формулу установившейся ошибки, дающую ответ в единицах времени (секундах):

$$\epsilon_{\infty}(T) = \frac{\Delta f}{f} \cdot \frac{1}{0,5\gamma_1 K_1 K_2}. \quad (14)$$

Формула (14) позволяет рассчитать угол сдвига фаз между синхронизируемым и синхронизирующим колебаниями, если известна суммарная относительная нестабильность источников колебания $\frac{\Delta f}{f}$, относительная длительность пакета поднесущей γ_1 и общий коэффициент усиления кольца автоподстройки $K_1 K_2$.

Для расчета системы АПФ следует задаваться допустимым фазовым сдвигом между синхронизирующим и синхронизируемым колебаниями, который равен установившейся ошибке $\epsilon_{\infty \text{ доп}}$. Тогда, выбрав генераторы поднесущей (по стабильности $\frac{\Delta f}{f}$), можно найти общий коэффициент усиления кольца автоподстройки, при котором обеспечивается заданная точность синхронизации.

$$K = K_1 K_2 = \frac{\Delta f}{f} \cdot \frac{1}{0,5\gamma_1 \epsilon_{\infty(T) \text{ доп}}}. \quad (15)$$

Увеличение коэффициента усиления кольца автоподстройки в некоторых случаях может привести к самовозбуждению системы.

Коэффициент усиления, при котором система переходит в неустойчивое состояние (начинает возбуждаться) называется граничным коэффициентом усиления $K_{\text{гр}}$.

Устойчивость системы АПФ. Определение граничного коэффициента усиления

Для исследования устойчивости системы необходимо иметь передаточную функцию разомкнутого контура регулирования $W(p)$.

В выведенной формуле (6) не раскрыта передаточная функция фильтра низкой частоты, которая зависит от схемы фильтра.

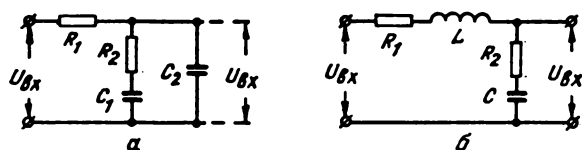


Рис. 6

Рассмотрим некоторые схемы фильтров рис. 6, применяемых в системах АПФ цветных телевизионных приемников [1], [2].

Для RC -фильтра (рис. 6, а) передаточная функция имеет вид

$$W_1(p) = \frac{U_{\text{вых}}(p)}{U_{\text{вх}}(p)} = \frac{1 + Mp}{1 + Ap + Bp^2}, \quad (16)$$

где: $M = R_2C_1$; $A = R_2C_1 + R_1(C_1 + C_2)$; $B = R_1R_2C_1C_2$. Подставив выражение передаточной функции RC -фильтра (16) в формулу (6), найдем передаточную функцию разомкнутого контура регулирования системы АПФ.

$$W(p) = 0,5\gamma_1K_1K_2 \frac{1 + Mp}{p(1 + Ap + Bp^2)}. \quad (17)$$

Применим амплитудно-фазовый критерий устойчивости, который заключается в следующем:

если система регулирования устойчива в разомкнутом состоянии и если амплитудно-фазовая характеристика разомкнутой системы при изменении частоты от 0 до $+\infty$ не охватывает точку $(-1, j0)$, то замкнутая система устойчива.

Выражение амплитудно-фазовой характеристики находится из формулы передаточной функции разомкнутого контура регулирования путем замены оператора „ p “ величиной $j\omega$. Произведя указанную подстановку в формуле (17) и разделив вещественную и мнимую части комплексного выражения, получим

$$\begin{aligned} W(j\omega) &= U(\omega) + jV(\omega) = \\ &= -0,5\gamma_1K_1K_2 \left[\frac{A + M(B\omega^2 - 1)}{A^2\omega^3 + \omega(B\omega^2 - 1)^2} - \right. \\ &\quad \left. - j \frac{(B\omega^2 - 1) - AM\omega^2}{A^2\omega^3 + \omega(B\omega^2 - 1)^2} \right]. \quad (18) \end{aligned}$$

Ход амплитудно-фазовой характеристики зависит от параметров фильтра R_1, R_2, C_1, C_2 , входящих в состав коэффициентов A, B, M . Для определения общего вида амплитудно-фазовой характеристики найдем значения вещественной и мнимой части $W(j\omega)$ при $\omega = 0$ и $\omega = \infty$.

Из выражения (18) видно, что при $\omega = 0$

$$U(\omega) = -(A - M) \cdot 0,5K_1K_2\gamma_1;$$

$$V(\omega) = -\infty, \text{ а при } \omega = \infty$$

$$U(\omega) = 0 \text{ и } V(\omega) = 0.$$

Общий вид амплитудно-фазовой характеристики показан на рис. 7. Чтобы узнать, пересечет ли амплитудно-фазовая характеристика вещественную ось, необходимо приравнять мнимую часть $W(j\omega)$ нулю, решить полученное уравнение относительно круговой частоты ω и проанализировать найденное выражение. Если оно вещественное, то при подстановке ω в выражение $W(j\omega)$ получим точку пересечения амплитудно-фазовой характеристикой оси абсцисс. Произведем указанные действия:

$$\frac{B\omega^2 - AM\omega^2 - 1}{A^2\omega^3 + \omega(B\omega^2 - 1)^2} = 0; \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{B - AM}}. \quad (19)$$

Полученное выражение (19) имеет смысл лишь при $|B| > |AM|$, так как только при выполнении этого условия ω_0 — вещественная величина. Согласно (16) $B = R_1R_2C_1C_2$,

$$AM = R_2^2C_1^2 + R_1R_2C_1(C_1 + C_2).$$

Подставив коэффициенты B и AM в (19), получим

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{-(R_2^2C_1^2 + R_1R_2C_1^2)}}, \quad (20)$$

т. е. ω_0 — мнимая величина. Таким образом, найденное выражение не имеет смысла, а это значит, что амплитудно-фазовая характеристика не пересекает оси абсцисс и никогда не охватит точки -1 . Следовательно, система АПФ с фильтром (рис. 6, а) всегда устойчива (структурно-устойчивая). Это значит, что коэффициент усиления системы может быть сколько угодно большой.

Для схемы фильтра рис. 6, б передаточная функция имеет такой же вид, как и для рассмотренного фильтра рис. 6, а.

В выражении амплитудно-фазовой характеристики коэффициенты A, B, M соответственно равны

$$A = (R_1 + R_2)C; \quad B = LC; \quad M = R_2C.$$

Как было показано ранее, амплитудно-фазовая характеристика пересечет веще-

Рис. 7

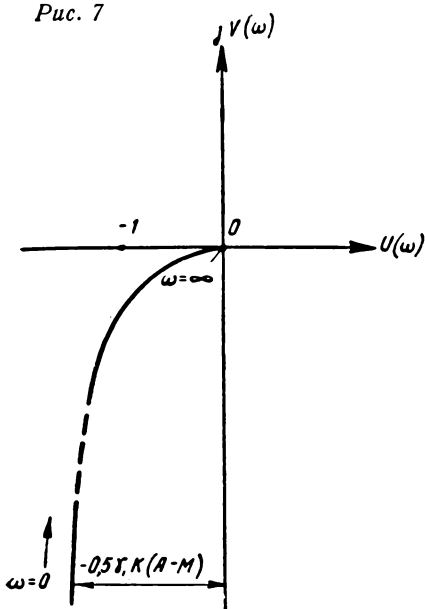
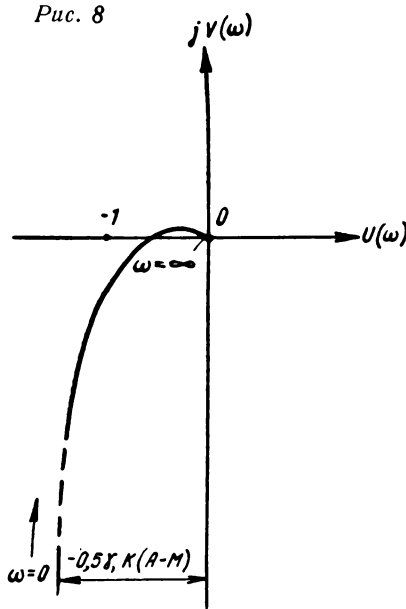


Рис. 8



ственную ось в случае, если $B - AM$ — положительное число.

Выражение $B - AM = LC - R_2(R_1 + R_2)C^2$ будет положительное при достаточно большой индуктивности L . Тогда круговая частота ω_0 , при которой амплитудно-фазовая характеристика пересечет ось абсцисс (рис. 8), будет равна

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC - R_2(R_1 + R_2)C^2}}. \quad (21)$$

С увеличением коэффициента $0,5\gamma_1 K_1 K_2$ амплитудно-фазовая характеристика сдвигается влево и при некотором его значении пересечет точку $-1, j0$. Такое положение характеристики на фазовой плоскости соответствует переходу системы АПФ в неустойчивое состояние. Коэффициент усиления кольца автоподстройки, при котором система переходит в неустойчивое состояние, называется граничным коэффициентом усиления $K_{гр}$.

Для нахождения граничного коэффициента усиления необходимо в вещественную часть выражения $W(j\omega)$ (18) подставить круговую частоту ω_0 , при которой амплитудно-фазовая характеристика пересекает вещественную ось, и приравнять полученную величину минус единице.

$$-0,5\gamma_1 K_{гр} \frac{A + M(B\omega_0^2 - 1)}{A^2\omega_0^2 + (B\omega_0^2 - 1)^2} = -1. \quad (22)$$

Решая выражение (22) относительно K , находим граничный коэффициент усиления $K_{гр}$

$$K_{гр} = \frac{A^2\omega_0^2 + (B\omega_0^2 - 1)^2}{[A + M(B\omega_0^2 - 1)]0,5\gamma_1}$$

Коэффициент усиления кольца автоподстройки $K_1 K_2$ должен быть меньше $K_{гр}$, иначе она перейдет в неустойчивое состояние (самовозбудится).

Если $LC < R_2(R_1 + R_2)C^2$, то амплитудно-фазовая характеристика не пересечет ось абсцисс при изменении ω от 0 до ∞ , и тогда коэффициент усиления системы может быть сколь угодно больш-

шим. Такое соотношение параметров фильтра рис. 6,б делает систему АПФ «структурно-устойчивой», а поэтому является наиболее целесообразным.

От выбора той или иной схемы фильтра и величины его параметров также зависят помехозащищенность системы АПФ и ее динамические свойства. Эти вопросы в данной работе не рассматривались.

Системы автоматической подстройки фазы, в которых для синхронизации используются «синхровспышки», используются не только в цветных телевизионных приемниках, а также могут применяться и в других случаях. Например, при применении развертки с раздвоением строк [4], при уплотнении телевизионного канала методом перемежения спектров или методом квадратурной модуляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Теория и практика цветного телевидения», под ред. П. В. Шмакова, «Советское радио», 1962.
2. Финк Г., Стандарт цветного телевидения, Госэнергоиздат, 1960.
3. Цыпкин Я. З., Переходные и установившиеся процессы в импульсных цепях, Госэнергоиздат, 1953.
4. Крейцер В. Л., Передача двух независимых ТВ программ по общему каналу связи, Техника кино и телевидения, 1960, № 1.
5. Щелованов Л. Н., Системы синхронизации телевизионной аппаратуры, ВКАС, 1962.

МОЩНЫЕ ТРАНЗИСТОРНЫЕ КАСКАДЫ С МАЛЫМИ НЕЛИНЕЙНЫМИ ИСКАЖЕНИЯМИ

Приведены результаты экспериментального исследования и анализа параметров мощных транзисторов и предложен наиболее целесообразный метод парного подбора их для двухтактного оконечного каскада по сквозной динамической крутизне, обеспечивающий выпуск транзисторных кинотеатральных усилителей с малыми нелинейными искажениями.

Современные оконечные усилители звуковоспроизводящей киноаппаратуры должны иметь малый коэффициент нелинейных искажений, не превышающий 1% на средних частотах, при значительной выходной мощности (порядка 25—100 вт) и достаточно высоком к. п. д. Большая нелинейность характеристик мощных транзисторов, значительный разброс их параметров затрудняют создание высококачественных транзисторных усилителей такой мощности. Как правило, выходные каскады усилителей большой мощности строятся по двухтактной схеме с выходным трансформатором; при этом случайный выбор транзисторов может привести к значительным нелинейным искажениям с гармоническими составляющими четного порядка.

Наиболее приемлемые по параметрам и стоимости для промышленных усилителей большой мощности германиевые плоскостные транзисторы типа П209-П210 имеют сравнительно низкую граничную частоту, что не позволяет использовать в усилителях отрицательную обратную связь глубиной более 20—22 дб. Поэтому для обеспечения малых нелинейных искажений в усилителях с этими транзисторами наряду с применением обратной связи необходимо производить подбор транзисторов для двухтактного оконечного каскада. Предлагается простой метод подбора промышленных транзисторов П210, обеспечивающий выпуск транзисторных кинотеатральных усилителей с малыми нелинейными искажениями.

Зависимость основных параметров транзисторов П210 от тока коллектора

Мощные транзисторы принято характеризовать параметрами большого сигнала — статическим коэффициентом усиления по току $B_{ст} = I_{к0} / I_{б0} + I_{к0}$ и крутизной S

линейного участка характеристики передачи $I_{к} = f(U_{б0})$ при $U_{к0} = \text{const}$. Эти параметры измеряются при большом постоянном или импульсном токе. Вместе с тем при изучении нелинейных свойств транзисторов оказываются полезными зависимости малосигнальных параметров мощных транзисторов от режима.

Основными малосигнальными параметрами транзисторов являются коэффициент усиления по току и входное сопротивление — h_{21} и h_{11} в системе h -параметров. Большим распространением получил также параметр y_{21} или s -крутизна. Для схемы с общим эмиттером

$$y_{21} \quad s \quad \frac{\partial I_{к}}{\partial U_{б0}} = \frac{\partial I_{к}}{\partial I_{б}} \cdot \frac{\partial I_{б}}{\partial U_{б0}} = \frac{h_{21}}{h_{11}} = \frac{\beta}{r_{вх}}$$

Эти параметры сравнительно слабо зависят от напряжения на коллекторе, поэтому в данной работе характеристики зависи-

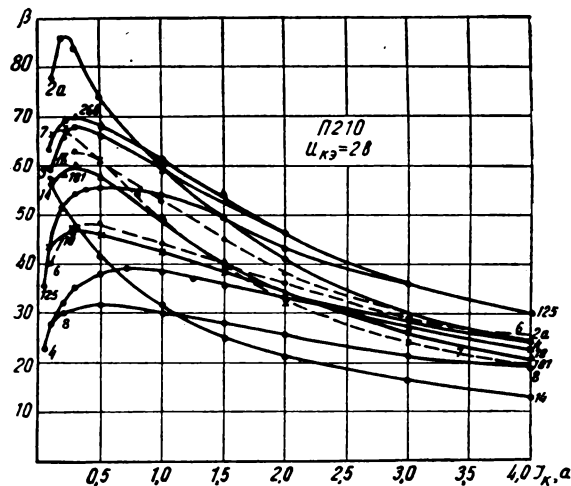


Рис. 1. Зависимость коэффициента усиления по току β от тока коллектора

мости β , $r_{вх}$ и s от тока коллектора (рис. 1, 2 и 3) снимались для ряда транзисторов при $U_{кэ} = 2b = \text{const}$.

Как видно из рис. 1, коэффициент усиления по току β для большинства транзисторов П210 имеет максимум в области $I_{к} = 0,2 \div 0,3$ а. Затем β уменьшается, при-

чем по разному закону и в разной степени для отдельных экземпляров транзисторов. Так, β транзистора № 8 уменьшается в 1,5 раза почти обратно пропорционально току коллектора; зависимость β от $I_{к}$ транзисторов № 2а, № 14 явно нелинейна, и уменьшение β составляет соответственно 3,5 и 4 раза. При большом сопротивлении источника сигнала, которое для одного плеча двухтактной схемы при трансформаторной связи оконечного и предоконечного каскадов выражается как

$$R_{г}' = (R_{вых} + r_1) n_n^2 + r_{2n},$$

уменьшение β с ростом тока коллектора дает возрастание гармоник нечетного порядка, тем большее, чем больше спад β . В ряде работ [1, 2] зависимость $\beta = f(I_{к})$ используется для аналитического расчета нелинейных искажений. Однако при расчете практически невозможно учесть все разновидности зависимостей $\beta = f(I_{к})$, которое наблюдается в реальных образцах транзисторов. В области максимума при токах коллектора $0,2 - 0,3$ а разброс значений β составляет от 30 до 85; при токе коллектора 4 а — от 13 до 30. Такой разброс β от образца к образцу в случае двухтактной схемы приводит к значительным гармоникам четного порядка.

На рис. 2 приведена зависимость $r_{вх}$ от тока коллектора. Характер зависимости $r_{вх} = f(I_{к})$ для всех транзисторов примерно один и тот же.

При наличии генератора напряжения на входе транзистора ($R_{г}' \ll r_{вх}$) уменьшение входного сопротивления с ростом тока коллектора приводит к возрастанию входного тока, что компенсирует уменьшение коэффициента усиления по току. Поэтому характеристика передачи ток коллектора — напряжение база — эмиттер при больших токах приближается к прямой, что должно характеризоваться постоянством дифференциальной крутизны транзистора

$$s = \frac{\partial I_{к}}{\partial U_{бэ}}.$$

Из рис. 3 видно, что в диапазоне токов коллектора $1,5 \div 4$ а действительно крутизна транзисторов П210 относительно слабо зависит от тока и имеет разброс от образца к образцу $6,5 \div 10,5$ а/в, что соответствует разбросу, указанному в справочных данных.

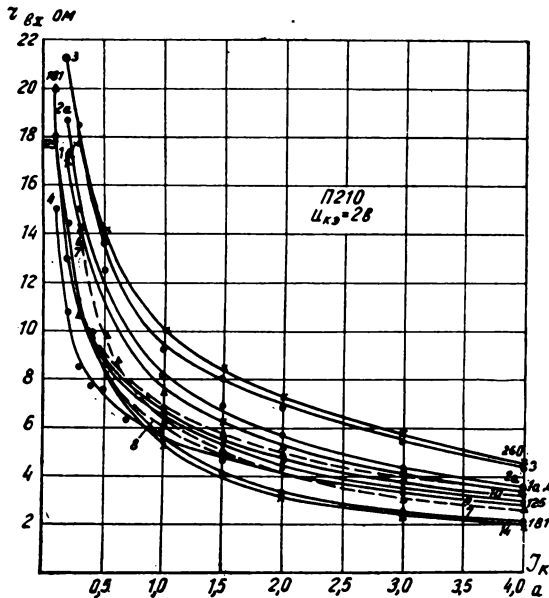


Рис. 2. Зависимость входного сопротивления от тока коллектора. Схема с общим эмиттером; режим короткого замыкания по выводу

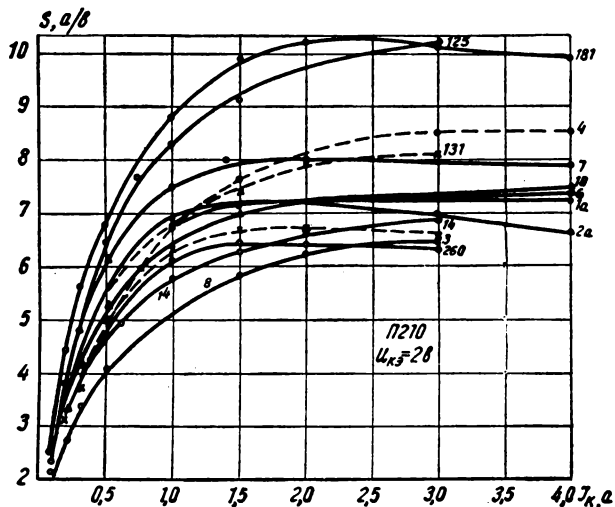


Рис. 3. Дифференциальная крутизна в зависимости от тока коллектора

Измерение зависимости $r_{вх}$ от I_k показывает, что для схемы с общим эмиттером сопротивление источника сигнала должно быть на порядок меньше $r_{вх\ min} = 2 \div 5 \text{ ом}$, чтобы можно было считать источник сигнала для оконечного каскада генератором напряжения и для компенсации четных гармоник производить подбор транзисторов по крутизне, как это предлагается в [3].

Однако при приемлемых габаритах предоконечного трансформатора практически невозможно получить $R_{г'}$ меньше 5 ом ; обычно $R_{г'} = 5 \div 10 \text{ ом}$, т. е. эта величина одного порядка с входным сопротивлением транзисторов оконечного каскада в диапазоне рабочих токов коллектора. Поэтому рекомендуемый в [3] метод подбора транзисторов по крутизне не может дать хороших результатов, что и подтверждается результатами эксперимента, приводимыми ниже.

Метод подбора транзисторов по сквозной динамической крутизне для работы в двухтактной схеме

Из сказанного выше следует, что для наиболее распространенного включения транзисторов оконечного каскада — с общим эмиттером — мы практически не имеем случаев работы оконечного каскада от генератора тока или генератора напряжения. Поэтому в реальных схемах наиболее правильно оценивать нелинейные искажения по сквозной динамической характеристике переменного тока

$$I_k = f(E)$$

при заданных $R_{г'}$ и $R_{н'}$ [4], где E — э. д. с. источника сигнала. При этом оказывается полезным введение понятия сквозной динамической крутизны, определяемой как

$$\begin{aligned} s_c &= \frac{dI_k}{dE} = \frac{dI_k}{dU_{бэ} + dI_{б'} \cdot R_{г'}} = \\ &= \frac{s}{1 + \frac{R_{г'}}{r_{вх}}} = \frac{\beta}{r_{вх} + R_{г'}}. \end{aligned}$$

Сквозная динамическая крутизна учитывает как зависимость коэффициента усиления по току и входного сопротивления от тока коллектора, так и степень влияния сопротивления источника сигнала $R_{г'}$ на характеристики каскада. Два транзистора,

имеющие одинаковые значения сквозной динамической крутизны при некотором значении тока коллектора и одинаковую зависимость $s_c = f(I_k)$, образуют симметричные плечи двухтактной схемы и дают компенсацию четных гармоник при любом уровне сигнала. Естественно, чем меньше s_c зависит от I_k , тем меньше нечетные гармоники, даваемые схемой.

В работе [5] при оценке суммарной нелинейности транзистора используется понятие сопротивления передачи

$$R_t = \frac{dE}{dI_k} = \frac{1}{s_c}^*.$$

Авторы предлагают уменьшать нелинейные искажения, обеспечивая постоянство величины R_t в диапазоне рабочих токов коллектора. Это достигается путем включения нелинейных корректирующих цепей во входные цепи транзисторных каскадов; при этом за счет изменения с уровнем сигнала сопротивления источника сигнала зависимость $I_k = f(E)$ становится линейной. Однако авторы не принимают во внимание разброса характеристик транзисторов; корректирующая цепь, подобранная для данного транзистора, имеющего определенную зависимость β и $r_{вх}$ от I_k , может не дать результатов для другого транзистора. Для оконечных каскадов усилителей большой мощности наиболее приемлемым методом уменьшения нелинейных искажений нечетного порядка является уменьшение сопротивления источника сигнала, насколько это практически возможно.

Измерение сквозной динамической крутизны практически можно производить в режиме короткого замыкания по выходу, так как приведенное сопротивление нагрузки транзисторов оконечного каскада при больших отдаваемых мощностях исчисляется единицами ом (при $P_{вых} = 30 \text{ вт}$ и $E_n = 17 \text{ в}$ $R_{н'} = 4 \text{ ом}$). На рис. 4 приведена рассчитанная по данным измерений β и $r_{вх}$ зависимость крутизны s_c ряда транзисторов от тока коллектора для $R_{г'} = 5 \text{ ом}$.

Естественно предположить, что транзистор можно характеризовать одним значением s_c , измеренным при большом токе коллектора. На рис. 5, а приведены данные

* По нашему мнению, понятие «сквозная динамическая крутизна» более удобно, так как в ламповой и полупроводниковой электронике широко используется «крутизна», а не обратная ей величина.

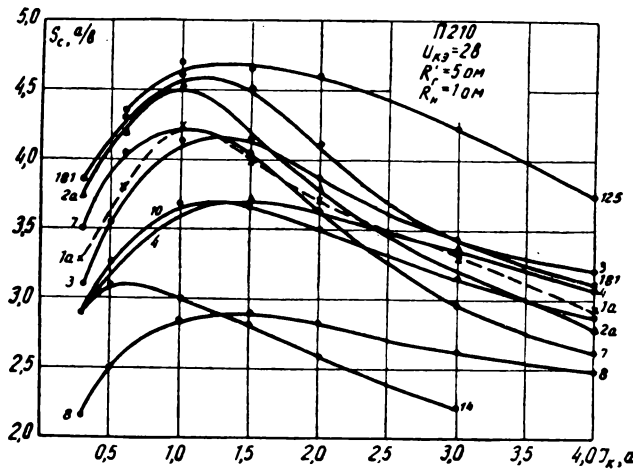


Рис. 4. Зависимость сквозной динамической крутизны от тока коллектора

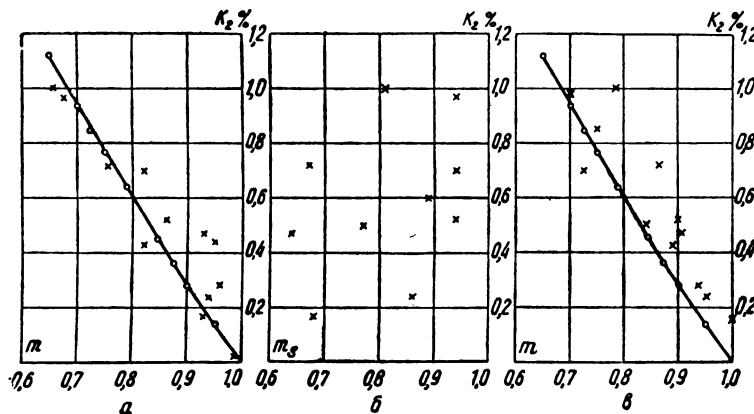


Рис. 5. Коэффициент второй гармоники для разных пар транзисторов П210 в оконечном каскаде по схеме О.Э.

При вычислении « m » транзисторы характеризовались: а — сквозной динамической крутизной s_c , измеренной при малом сигнале для $I_k = 3a$; $R_1 = 5 \text{ ом}$; $R_2 = 1 \text{ ом}$;

б — крутизной s , измеренной при малом сигнале для $I_k = 3a$; $R_n = 1 \text{ ом}$. $U_{кэ} = 2 \text{ в}$; в — сквозной динамической крутизной S_c , измеренной при большом сигнале; $R_1 = 5 \text{ ом}$; $R_2 = 4 \text{ ом}$; $E_n = 16,5 \text{ в}$

эксперимента по измерению коэффициента второй гармоники K_2 усилителя с оконечным каскадом с общим эмиттером и общей отрицательной обратной связью глубиной 18 дб ($P_{\text{вых}} = 25 \text{ вт}$, $f = 400 \text{ гц}$). По оси абсцисс отложена величина m , равная отношению значений сквозной динамической крутизны двух транзисторов оконечного каскада, причем эти значения брались при токе $3a$ (см. рис. 4).

В идеальном случае, когда сквозная динамическая крутизна не зависит от тока коллектора, т. е. от уровня сигнала, расчет коэффициента второй гармоники тока в нагрузке двухтактного каскада для режима класса В производится по формуле $K_2 = f(m) = 0,425 \frac{1-m}{1+m}$, где $m = \frac{s_{c1}}{s_{c2}}$. Эта фор-

мула получается путем разложения в ряд Фурье косинусоидальных импульсов тока коллектора и приводится в работе [6], где в качестве m берется отношение усиления плеч двухтактного каскада по напряжению $G = \frac{U_n}{E} = \frac{I_n R_n}{E} = S_c R_n$. Расчетная кривая $K_2 = f(m)$ нанесена на рис. 5, а, причем значения K_2 , полученные для схемы ОЭ, уменьшались в $A = 8$ раз, соответственно глубине обратной связи. Как видно из рис. 5, а, несмотря на то, что сквозная динамическая крутизна имеет различные значения при разных токах коллектора, транзисторы можно характеризовать одним значением $s_c = \frac{\partial I_{k2}}{\partial E}$, измеренным при

максимальном для данной выходной мощности или близком к максимальному току коллектора. Отклонения экспериментальных точек от кривой $K_2 = f(m)$ идеального случая постоянства крутизны невелики.

Итак, компенсация четных гармоник в двухтактной схеме имеет место, если вести подбор транзисторов по сквозной динамической крутизне, измеренной в режиме малого сигнала при постоянном токе коллектора, близком или равном максимальному току транзисторов оконечного каскада при заданной мощности в нагрузке.

Если же вести подбор транзисторов по крутизне $S = \frac{\partial I_k}{\partial U_{бэ}}$, как предлагается в работе [3], то коэффициент второй гармоники получается примерно одинаковым как

при подобранных, так и при неподбранных транзисторах (рис. 5, б).

Измерение сквозной динамической крутизны в режиме большого сигнала

Необходимость измерения малых уровней напряжения составляет неудобство при определении сквозной динамической крутизны в режиме малого сигнала. Измерительный усилитель должен иметь большой коэффициент усиления; всякого рода наводки, помехи влияют на работу измерительной схемы.

Хорошие результаты дает метод подбора транзисторов по сквозной динамической крутизне S_c , измеренной в режиме большого сигнала и равной отношению амплитуд тока коллектора и э. д. с. источника сигнала в режиме на границе насыщения транзистора. На рис. 5, в приведены данные эксперимента, о котором говорилось выше (оконечный каскад с общим эмиттером, глубина обратной связи 18 дб); в данном случае транзисторы характеризовались величиной S_c и $m = \frac{S_{c1}}{S_{c2}}$; как видно, экспериментальные точки также близки к кривой $K_2 = f(m)$.

На рис. 6 приведены результаты измерений для оконечного каскада с общим эмиттером и местной отрицательной обратной связью глубиной 6 дб; здесь также наблюдается хорошее соответствие расчета и эксперимента.

Схема установки для измерения крутизны S_c (рис. 7) состоит из генератора 3Г-12,

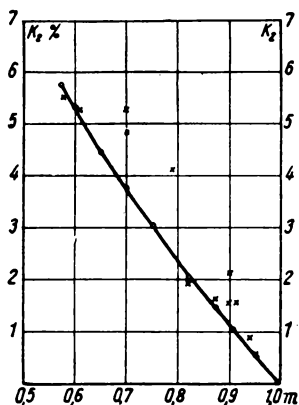


Рис. 6. Коэффициент второй гармоники для разных пар транзисторов П210 в оконечном каскаде по схеме О. Э.

$A = 2$ (6 дб); $P_{\text{вых}} = 25$ вт.

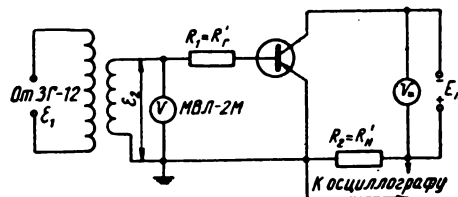


Рис. 7. Схема установки для измерения сквозной динамической крутизны мощных транзисторов

понижающего трансформатора, эквивалента сопротивления источника сигнала в цепи базы ($R_1 = R'_r = 5$ ом в рассматриваемом случае) и измеряемого транзистора, работающего в классе В на активную нагрузку. Напряжение питания и сопротивление нагрузки R_2 берутся соответствующими E_n и R'_n (приведенному к одному плечу) реальной схемы оконечного каскада. При измерении напряжение сигнала E_1 увеличивается до наступления отсечки кривой выходного напряжения (ограничение вершин косинусоидальных импульсов, наблюдаемое на осциллографе), при этом ток коллектора достигает максимальной величины

$$I_{\text{max}} = \frac{E_n - U_{\text{кэп}}}{R_2};$$

здесь $U_{\text{кэп}}$ — падение напряжения на полностью открытым транзисторе, примерно равное 0,5 в для мощных германиевых транзисторов.

При наступлении отсечки вольтметром МВЛ-2М фиксируется напряжение E_2 на вторичной обмотке трансформатора; сквозная динамическая крутизна определяется как $S_c = \frac{I_{\text{max}}}{E - E_0}$, где $E = 1,41 E_2$, а E_0 — напряжение отпирания транзистора (входная цепь транзистора работает без смещения). Введение смещения несколько повысило бы точность измерений, но усложнило бы схему, основным достоинством которой является ее простота.

Измерения в режиме большого сигнала были проведены на 125 транзисторах П210 из различных партий, изготовленных разными заводами для определения разброса транзисторов по сквозной динамической крутизне. Как видно из рис. 8, максимальный разброс составляет от 2,4 до 5,5 а/в, т. е. $m = 0,445$. Крутизну от 3 до 4 а/в ($m = 0,75$) имеют 61,5% транзисторов.

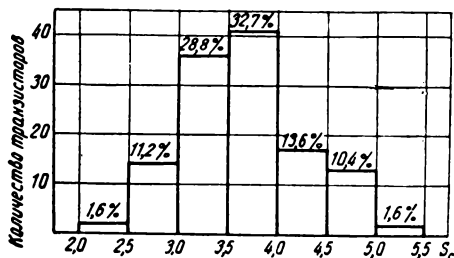


Рис. 8. Распределение транзисторов П210 (125 шт.) по сквозной динамической крутизне, измеренной в режиме большого сигнала при $R_1 = 5$ ом; $R_2 = 4$ ом; $E_n = -16,5$ в

На рис. 9, а, б, в приведены данные измерений коэффициента гармоник (суммарного, по второй и третьей гармонике) оконечного усилителя с номинальной выходной мощностью 25 вт при смене 60 пар транзисторов П210 в оконечном каскаде. В усилителе применена общая отрицательная обратная связь глубиной 20 дб, оконечный каскад с общим эмиттером охвачен местной обратной связью глубиной 6 дб. Как видно, и здесь экспериментальные точки группируются около расчетной кривой $K_2 = f(m)$. Отклонение экспериментальных точек, которое имеет место, особенно при $m \rightarrow 1$, можно объяснить наличием не-

которой несимметрии в предоконечном и оконечном трансформаторах.

Если ограничиться отношением $m = 0,6$, то суммарный коэффициент гармоник усилителя не превышает 0,7%, а для $m \geq 0,8$ $K_2 \leq 0,6\%$, колеблясь от 0,2 до 0,6%. При этом коэффициент гармоник определяется в основном третьей гармоникой, так как вторая гармоника почти компенсируется и лежит в пределах 0,08—0,22% для 33 пар транзисторов.

При наибольшем разбросе по сквозной динамической крутизне коэффициент гармоник усилителя не превышает 1%. Однако возможно уменьшение усиления в петле обратной связи при наличии разброса по β транзисторов в каскадах, предшествующих оконечному, и коэффициент гармоник превысит допустимое значение, в нашем случае 1%. Поэтому необходима расстановка мощных транзисторов по сквозной динамической крутизне, которая дает хорошие результаты, как это видно из приведенного экспериментального материала. Измерения сквозной динамической крутизны в режиме большого сигнала занимают мало времени; в процессе измерений можно не использовать теплоотвода для транзисторов, они разогреваются не настолько,

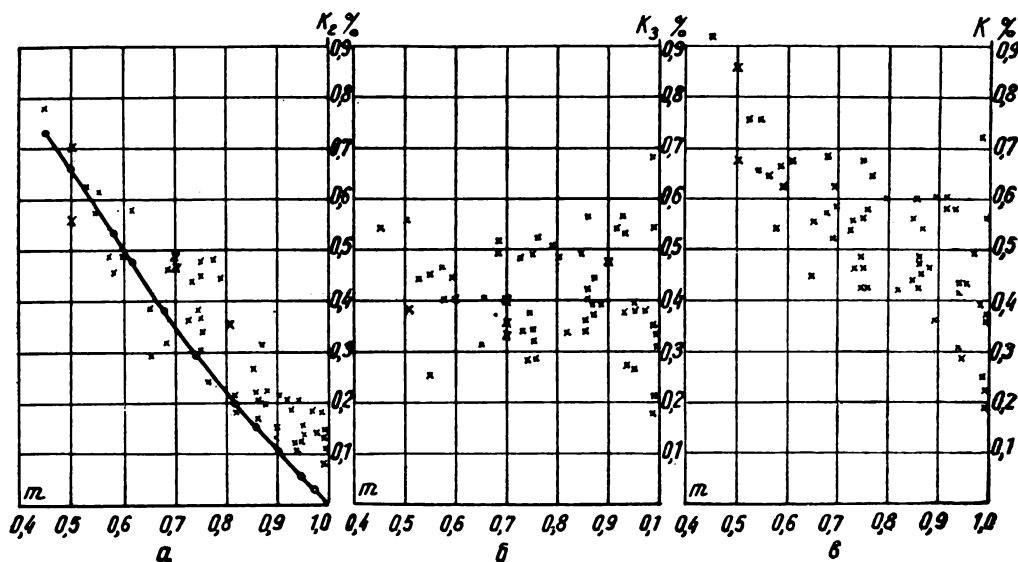


Рис. 9. Коэффициент второй (а) и третьей (б) гармоник и суммарный коэффициент гармоник (в) для разных пар транзисторов П210 в оконечном каскаде по схеме О. Э. с местной (6 дб) и общей (20,6 дб) отрицательной обратной связью:

$$P_{\text{вых}} = 25 \text{ вт}; f = 400 \text{ гц}$$

чтобы выйти из строя за время отсчета показаний прибора.

В работе [6] предлагается вести подбор транзисторов по коэффициенту усиления $\frac{U_n}{E}$, измеряемому на постоянном токе; при измерениях по нашему методу, в режиме большого сигнала, транзистор работает в условиях, аналогичных рабочим условиям реальной схемы. Подбор транзисторов по S_c , измеренной для $R'_r = 5 \text{ ом}$, давал хорошие результаты и в усилителе с оконечным каскадом с общим коллектором и в усилителе с общим эмиттером, в котором приведенное сопротивление источника сигнала равнялось 10 ом . Таким образом, можно использовать данные измерений сквозной динамической крутизны в определенном типовом режиме при разработке любых схем усилителей большой мощности на транзисторах.

Подбор транзисторов по сквозной динамической крутизне может производиться на заводе, выпускающем транзисторные усилители. Однако более целесообразно включить параметр сквозной динамической крутизны в паспортные электрические данные мощных германиевых и кремниевых транзисторов. Этот параметр характеризует схему усилителя мощности, а не транзистор в чистом виде, как характеризует его коэффициент усиления по току $V_{ст}$ или крутизна S . Но в паспортные данные мощных транзисторов П4, например, включен такой параметр, как коэффициент усиления по мощности K_p , который является самым важным параметром усилителя на транзисторах.

Предлагаемый параметр — сквозная динамическая крутизна S_c , как следует из результатов данной работы, позволяет производить эффективный подбор мощных транзисторов для получения в двухтактной схеме малых нелинейных искажений за счет компенсации четных гармоник.

Крутизна S_c характеризует транзистор и с точки зрения усиления по мощности. Действительно, коэффициент усиления по мощности K_p определяется как отношение выходной мощности к номинальной мощности источника сигнала

$$K_p = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{г ном}}} = \frac{I_{\text{вых}}^2 R_n}{E^2} = 4S_c^2 R_n R_r.$$

Завод-изготовитель может поставлять мощные транзисторы парами, подобранными по сквозной динамической крутизне, или ввести группы, как это делается сейчас для маломощных транзисторов в отношении коэффициента усиления по току.

Так, измерения S_c для транзисторов П210 в данной работе в режиме $I_{k \text{ max}} = 4 \text{ а}$, $R'_n = 4 \text{ ом}$, $R'_r = 5 \text{ ом}$, $E_n = -16,5 \text{ в}$ показывают разброс от 2,4 до 5,4 а/в. Если для одной группы принять отношения крайних значений крутизны S_c , равное 0,8, то получается следующее примерное деление транзисторов П210 на группы:

- 1) $S_c = 2,2 \div 2,75 \text{ а/в}$;
- 2) $S_c = 2,75 \div 3,45 \text{ а/в}$;
- 3) $S_c = 3,45 \div 4,3 \text{ а/в}$;
- 4) $S_c = 4,3 \div 5,4 \text{ а/в}$.

Измеренные транзисторы в основном попадают во вторую и третью группы. В процентном отношении из общего числа 125 транзисторов первая группа составляет 4%; вторая — 34,4%; третья — 45,6%, четвертая — 15,2%.

Если обратиться к данным измерений усилителя с выходной мощностью 25 вт (см. рис. 9), то для пары транзисторов из любой группы $m \geq 0,8$ и $K_2 \leq 0,3\%$, тогда как для транзисторов из первой и четвертой групп с крайними значениями $K_2 = 0,78\%$. Суммарный коэффициент гармоник равен соответственно $K = 0,6\%$ и $K = 0,92\%$, т. е. в случае неподбранных транзисторов производственного запаса по коэффициенту гармоник нет ($K_{\text{доп}} = 1\%$).

В данной работе измерения сквозной динамической крутизны в режиме большого сигнала проводились при $I_{\text{max}} = 4 \text{ а}$, $R_1 = 5 \text{ ом}$, $R_2 = 4 \text{ ом}$, $E_n = 16,5 \text{ в}$, в двухтактной схеме при этом выходная мощность составляет 30 вт (с учетом к. п. д. выходного трансформатора). Сопротивление источника сигнала выбиралось одного порядка со входным сопротивлением транзисторов при максимальном токе — $2 \div 5 \text{ ом}$ (см. рис. 2). Данный режим измерений можно принять за типовой.

Если принять за типовой режим измерений $I_{\text{max}} = 5 \text{ а}$, $R_1 = 5 \text{ ом}$, $R_2 = 4 \text{ ом}$, $E_n = 20 \text{ в}$,

то $P_{\text{вых}} = 50 \text{ вт}$. В этом случае при измерениях необходимо использовать теплоотвод для транзистора.

Выводы

1. Как показывают проведенные измерения, мощные германиевые транзисторы П210 имеют наряду с нелинейной зависимостью малосигнальных параметров β , $r_{\text{вх}}$ и s от тока коллектора большой разброс характеристик от образца к образцу.

Поэтому для получения в усилителях с этими транзисторами малых нелинейных искажений наряду с применением отрицательной обратной связи необходим подбор транзисторов для двухтактной схемы оконечного каскада. Предложенный в работе [3] метод подбора транзисторов по крутизне $s = \frac{\partial I_{\text{к}}}{\partial U_{\text{бэ}}}$ не может дать хороших результатов, так как не учитывает сопротивления источника сигнала.

2. Предлагается экспериментально проверенный метод подбора мощных транзисторов, дающий компенсацию четных гармоник в двухтактной схеме. Подбор производится по сквозной динамической крутизне $S_{\text{с}} = \frac{\partial I_{\text{к}}}{\partial E} = \frac{\partial I_{\text{к}}}{\partial U_{\text{бэ}} + \partial I_{\text{б}} \cdot R_{\text{г}}}$, учитывающей влияние сопротивления источника сигнала. Измерение сквозной динамической крутизны можно производить как в режиме малого сигнала при постоянном токе коллектора, близком или равном максимальному току транзисторов оконечного каскада при заданной выходной мощности, так и в режиме большого сигнала. В последнем случае транзистор характеризуется величиной $S_{\text{с}} = \frac{I_{\text{max}}}{E - E_0}$.

3. Измерения, проведенные для ряда схем усилителей, показывают, что при су-

ществующем значительном разбросе параметров мощных транзисторов предлагаемый метод подбора может обеспечить выпуск мощных транзисторных усилителей, не уступающих по уровню нелинейных искажений высококачественным ламповым усилителям.

4. Целесообразно включить сквозную динамическую крутизну в паспортные данные мощных германиевых и кремниевых транзисторов. Транзисторы могут выпускаться подобранными попарно или группами, в которых отношение значений сквозной крутизны не превышает заданной величины. Как показывают измерения, допустимой величиной этого отношения может быть 0,8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яковчук Н. С., Челноков В. Е., Гейфман М. П., Плоскостные транзисторы, Л., Судпромгиз, 1961.
2. Каганов И. Л., Обухов С. Г., Аналитическое определение нелинейных искажений в полупроводниковых усилителях мощности, Научные доклады высшей школы. Радиотехника и электроника, 1958, № 1.
3. Тиходеев Ю. С., Метод подбора мощных триодов для работы в двухтактной схеме, сб. «Полупроводниковые приборы и их применение», под ред. А. Я. Федотова, вып. 4, «Советское радио», 1960.
4. Цыкин Г. С., Расчет каскадов мощного усилителя на полупроводниковых триодах, Электро-связь, 1956, № 9.
5. Holbrook G. W., Todosiev E. P., Correction of Non-Linear Distortion in Transistor Amplifiers, Canadian Electronics Engineering, 1961, 5, № 10.
6. Gurnett K. W., Hilbourne R. A., Distortion due to Mismatch of Transistors in Push-Pull Audio Frequency Amplifiers, Proc. IEE, Sept. 1959, 104, Part C, № 6.

Всесоюзный научно-исследовательский
кинофотоинститут

ЗАВИСИМОСТЬ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КСЕНОНОВЫХ ЛАМП СВД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ОТ ТИПА БАЛЛАСТА

621.397.52:546.295

Приведен экспериментальный материал о зависимости долговечности применяемых в кинопроекции ксеноновых ламп СВД переменного тока от типа балласта в цепи лампы. Отмечена связь характера разрушения электродов и критерия долговечности от типа балласта, и дано объяснение наблюдаемой зависимости. Установлено, что скорость разрушения электродов ламп зависит от условий зажигания разряда в каждый период тока.

В ряду газоразрядных источников света, получающих за последнее время все большее распространение, одно из важных мест занимают ксеноновые лампы. Этому способствуют как исключительно благоприятные спектральные характеристики дуги в ксеноне, приводящие к воспроизведению естественного солнечного света, так и легкость получения на основе разряда в ксеноне источников света с весьма широким диапазоном мощности, яркости и светового потока при практически неизменном спектральном составе излучения [1—5]. Такая возможность реализуется путем создания всего двух классов ксеноновых ламп — трубчатых, с длинной дугой и рабочим давлением ксенона от нескольких десятков миллиметров ртутного столба до 1—1,5 атм, и шаровых, с короткой дугой и с рабочим давлением 10—100 атм.

Шаровые ксеноновые лампы с короткой дугой, известные у нас больше под названием ламп сверхвысокого давления (СВД), о которых идет речь в данной статье, уже довольно широко применяются в различных областях техники и для научно-исследовательских целей всюду, где требуются высокие значения яркости и светового потока источника света, наряду с характерным спектром излучения дуги в ксеноне. Особо можно отметить все возрастающую роль, которую играют эти лампы в кинотехнике, в частности в кинопроекции, где применение их взамен угольной дуги позволило значительно повысить качество демонстрации фильмов, особенно цветных, и одновременно упростить до предела обслуживание киноустановок [6—8]. Можно указать также на успешное применение этих ламп в прожекторах, масштабы которого лимитируются только мощностью выпускаемых ламп [9—11].

Однако проблему применения ксеноновых ламп СВД в настоящее время отнюдь нельзя считать полностью решенной. Дело в том, что до сих пор промышленность (как отечественная, так и других стран, где они изготавливаются) выпускает их почти исключительно для работы на постоянном токе. Лампы же переменного тока, эксплуатация которых намного проще и экономичней (так как они не требуют применения мощных выпрямителей с хорошей фильтрацией переменной составляющей), или не выпускаются вовсе, или выпускаются в ограниченном количестве и малой мощности.

Объясняется это тем, что срок службы ламп переменного тока в связи с быстрым разрушением электродов во много раз меньше, чем у ламп постоянного тока равной мощности (при одинаковой стоимости).

Если учитывать относительную дороговизну материалов, идущих для производства ксеноновых ламп СВД, а также энергоемкость и трудоемкость этого производства, то может показаться, что в интересах народного хозяйства действительно целесообразно выпускать только лампы постоянного тока. Но такой вывод, по нашему мнению, вряд ли можно считать правильным хотя бы потому, что соответствующим детальным экономическим расчетом в масштабе страны никто до сих пор не занимался, а результаты его представляются весьма проблематичными. Но независимо от этого применение ламп постоянного тока не может являться альтернативой уже потому, что, помимо экономической, имеется и другая, не менее важная сторона вопроса — техническая. Она заключается в том, что для решения многих задач целесообразно (а часто просто необходимо) применение именно ламп СВД переменного тока.

Это главным образом все те случаи, когда используется практическая безынерционность излучения дугового разряда в пределах довольно широкого диапазона частот. Как известно, дуга, например, в ртутных лампах высокого давления электрически модулируется до частот около 10 кГц [11]. Факторами, препятствующими дальнейшему увеличению частоты модуляции, являются теплоемкость шнура разряда и возникающая нестационарность теплопроводности от шнура в окружающий его газ [12].

Для разряда в ксеноне можно ожидать (по меньшей мере) не худших модуляционных свойств, чем для дуги в парах ртути, атомный вес которой больше, чем у ксенона. Действительно, исследования динамических свойств дуги ксеноновых ламп СВД показывают, что она модулируется до частот порядка 25 кГц при глубине модуляции около 50% [13].

Таким образом, работа ламп СВД на переменном токе как промышленной частоты, так и на более высоких частотах дает самый простой и экономичный способ получения модулированного светового потока. Учитывая высокие значения яркости и световой отдачи ламп СВД, можно полагать, что благодаря этой особенности они окажутся перспективными для многих новых областей применения.

В качестве такого примера можно указать на решение задачи безобъекторной проекции кинофильмов [6—8]. Интересно, что в этом случае вследствие отсутствия потерь светового потока из-за обтюрации заданная освещенность киноэкрана достигается при мощности лампы на 35—40% меньшей, чем требуется для лампы постоянного тока в обычном кинопроекторе.

Из сказанного следует, что увеличение срока службы мощных ламп переменного тока, лимитирующего их применение, имеет большое практическое значение. Возможности решения этой отнюдь не легкой задачи почти полностью обусловлены уровнем наших знаний о физических процессах, приводящих к наблюдаемому разрушению.

В свою очередь достоверные представления об этих процессах должны складываться на основе результатов специальных исследований, ставящих перед собой такую цель. К сожалению, как это ни удивительно, на фоне значительного и непрерывно растущего количества печатных работ, посвященных

всем аспектам дугового разряда в ксеноне, в мировой литературе практически отсутствуют публикации по исследованиям механизма разрушения электродов ламп переменного тока и связанных с ним процессов.

По этой причине и в связи с возникшей необходимостью практического увеличения долговечности ламп переменного тока автором было проведено несколько экспериментальных работ, результаты которых, как нам представляется, позволяют значительно приблизиться к пониманию механизма разрушения. В ходе этих работ найдена зависимость долговечности ламп от типа балласта в схемах питания ламп. Автор считает, что значение предлагаемой работы заключается не столько в ее практической значимости, сколько в установлении еще одного фактора, играющего важную роль в механизме разрушения, — условий зажигания разряда.

* * *

Как уже упоминалось, причиной малого срока службы мощных ксеноновых ламп СВД переменного тока является быстрое (можно утверждать — катастрофическое) разрушение электродов. Для киловаттных ламп, например при токе 45—50 а, заметное разрушение отмечается уже через несколько часов горения, а спустя несколько десятков часов оно приводит к полному искажению первоначальной формы рабочих концов электрода и их поверхности. О степени разрушения и его скорости можно судить по рис. 1, а и б, на которых показан вид электродов киловаттной лампы СВД до работы и после 22 часов горения.

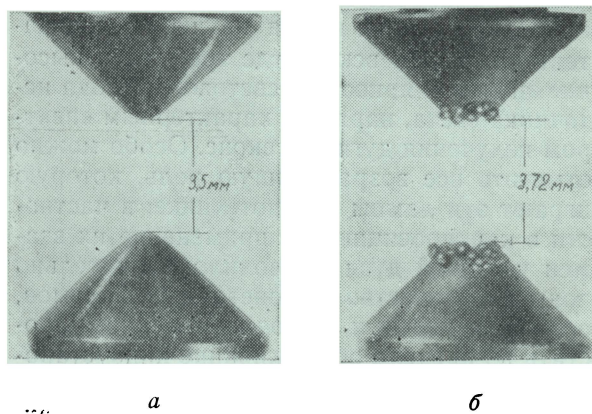


Рис. 1. Вид электродов 1-квт лампы:
а — до работы, б — после 22 часов работы

Нетрудно отметить специфический характер разрушения. Оно отличается локальным оплавлением участков рабочих концов электродов, при котором поверхность последних превращается в конгломерат оплавленных шариков вольфрама. Не касаясь здесь существа процесса, приводящих к такому разрушению, отметим только, что оплавленные концы электродов практически не содержат первоначальной присадки двуокиси тория, вводимой в вольфрам для уменьшения величины работы выхода. Это во всех случаях подтверждается как путем спектрального анализа, так и исследованиями микрошлифов концов электродов. (Совершенно естественный результат, если учитывать, что T° плавления и сублимации ThO_2 и металлического тория значительно ниже T° плавления вольфрама.)

Наряду с этим изменяется в сторону увеличения также и первоначально заданное расстояние между электродами, как это видно из рис. 1, а и б.

Оба эти фактора совместно могут привести к перемещению дуги на концах электродов, т. е. к нестабильному пространственному положению ее относительно оптики, в которой установлена лампа. Разумеется, появляющаяся нестабильность дуги исключает использование данной лампы в аппаратуре.

С другой стороны, как это было показано нами в [14], увеличение работы выхода приводит к появлению и значительному возрастанию пиков напряжения при зажигании дуги в каждый полупериод. В случаях, когда абсолютное значение пика напряжения становится равным напряжению питания лампы, зажигание разряда в очередной полупериод оказывается невозможным, и лампа гаснет.

Наконец, увеличение расстояния между электродами — помимо того, что оно не в меньшей степени, чем ухудшение эмиссионных свойств электродов, способствует значительному возрастанию пиков напряжения при перезажигании дуги, — обуславливает еще и существенное снижение яркости лампы, зачастую выводя ее за нижний предел нормированной величины.

Каждая из указанных трех основных причин низкой долговечности ламп СВД переменного тока — нестабильность дуги, самопроизвольное погасание и падение яркости — является следствием определенного

этапа разрушения электродов. Следовательно, срок службы ламп целиком определяется интенсивностью этого процесса.

Уже в процессе разработки ламп было установлено, что скорость разрушения зависит от нескольких факторов. Важнейшим из них являются: величина давления газа в лампе, сила разрядного тока, эмиссионные свойства электродов. К сожалению, зависимость скорости разрушения от указанных факторов такова, что при желании достигнуть срока службы ламп переменного тока, равно долговечности ламп постоянного тока такой же мощности, нужно было бы настолько уменьшить силу тока и давление газа, что мы пришли бы к лампе низкого давления с длинной дугой.

Ниже приведены результаты экспериментов, на основе которых можно установить зависимость скорости и характера разрушения электродов еще и от особенностей схемы питания ламп.

Автором была обследована сравнительная долговечность ксеноновых ламп СВД, работавших в схеме питания с различным балластом в цепи лампы. В качестве последнего были использованы: 1) активное сопротивление, 2) линейный дроссель и 3) дроссель с большой индукцией, работающий в режиме магнитного насыщения. (Подобный дроссель применяется в реальной схеме питания 1-квт лампы СВД безобтюраторного кинопроектора типа КПС-16-2, разработанного в НИКФИ. Он позволяет получать такое искажение синусоидальной формы тока, при котором нулевое значение тока за период, а соответственно и темновая пауза излучения лампы могут быть растянуты на необходимое время ≈ 6 мсек.)

Результаты достаточно большого количества испытаний в трех указанных схемах показали, что долговечность ламп при прочих равных условиях (давление газа, эффективная сила тока, эмиссионные свойства электродов и т. д.) существенно связана с видом применяемого балласта. При этом отмечаемые различия в характере и скорости разрушения электродов ламп, равно как и в критерии долговечности, также приобретают специфичность, определяемую балластным сопротивлением (табл. 1).

Различия в скорости разрушения электродов отчетливо видны при сопоставлении рис. 2, 3 и 4, где показан внешний вид электродов ламп, работавших с разными типами

Таблица 1

№ схемы	Тип балласта	Напряжение питания, в	Напряжение на лампе, в	Сила тока через лампу, а	Средний срок службы, час	Основная причина, лимитирующая долговечность
I	Активное сопротивление	65	20—22	45	20	Погасание разряда
II	Дроссель без насыщения	65	20—22	45	100	1. Погасание разряда 2. Потери яркости 3. Нестабильность дуги
III	Дроссель с насыщением	65	20—22	45	125	Потеря яркости и светового потока (потемнение лампы)

балласта. Самая большая скорость разрушения неизменно отмечается при работе ламп в схеме, где балластом служило чисто активное сопротивление. Намного медленнее протекает разрушение электродов у ламп, горевших в схеме II, с линейным дросселем.

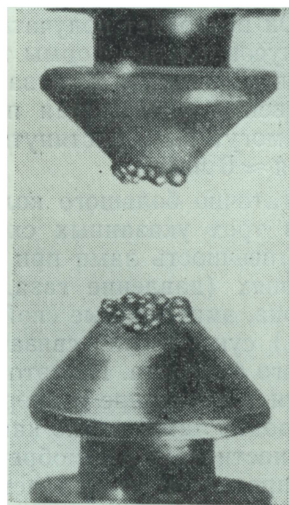


Рис. 2. Вид электродов лампы, горевшей в схеме I, после 24 часов работы

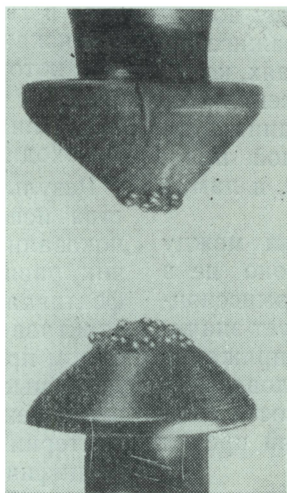


Рис. 3. Вид электродов лампы, горевшей в схеме II, после 118 часов работы

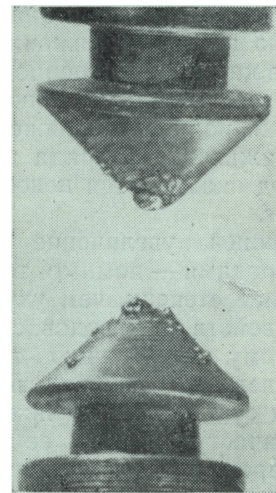


Рис. 4. Вид электродов лампы, горевшей в схеме III, после 125 часов работы

И, наконец, у ламп, работавших в схеме, где в качестве балласта применялся дроссель с подмагничиванием железа, имеет место еще меньшая скорость разрушения электродов.

Обращает на себя внимание также и достаточно резкая разница в характере наблюдаемого разрушения электродов у ламп, работавших с разными типами балласта. Так, для ламп, горевших в схемах I и II, характерным является значительное увеличение первоначального расстояния между электродами за счет уплощения их концов, имевших до работы почти коническую форму (см. рис. 1, а).

Уплощение вызывается локальными оплавлениями концов электродов, приводящими к появлению «корольков» (оплавленных шариков) вольфрама, вначале очень мелких. При продолжающемся горении лампы, помимо слияния образующихся корольков с образованием шариков большего диаметра или конгломератов из них, происходит также перемещение всех этих элементов разрушения от оси электрода на периферию образующейся плоскости.

Стоит отметить, что этот процесс, непрерывно протекающий во все время горения лампы, сильнее выражен на нижних электродах ламп, т. е. на электродах, температура которых имеет более низкое значение [14]. Это хорошо видно на рис. 2 и 3.

Описанной картиной разрушения исчерпывается внешнее сходство между электродами ламп, горевших в схемах *I* и *II*. Различие же между ними заключается в том, что скорость процесса разрушения в схеме *I* намного больше, чем в схеме *II*.

Иной характер разрушения электродов отмечается у ламп, работавших в схеме *III*. Хотя и в этом случае разрушение обусловлено локальным оплавлением конической части электродов (с образованием «корольков» вольфрама), уплощения концов электродов почти не происходит (рис. 4 и 5, б).

Наоборот, здесь небольшие «корольки» вольфрама, появляющиеся на концах электродов, в процессе горения лампы либо сливаются вместе в один массивный шарик, либо образуют плотный конгломерат почти шарообразной формы. Но почти всегда эти новообразования располагаются на оси электрода, на месте разрушающегося конического конца его.

В результате такого характера разрушения расстояние между электродами при горении ламп не только не увеличивается, как это отмечается у ламп, работавших в схемах *I* и *II*, но очень часто даже уменьшается (рис. 5, а и б).

Вместе с тем у ламп, работающих в схеме *III*, всегда наблюдается также дисперсное распыление электродов, внезапно появляющееся спустя определенное время и при-

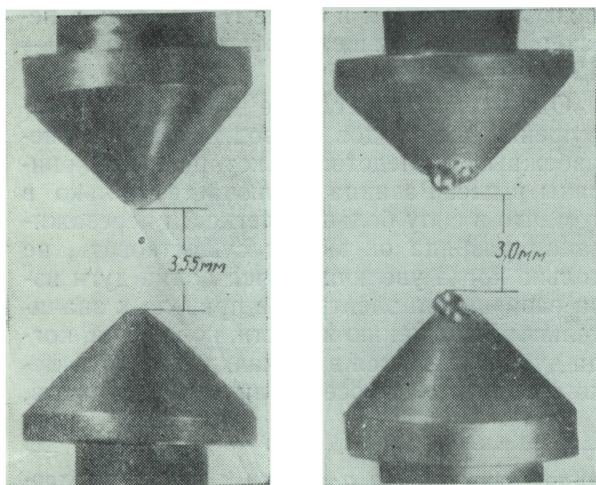


Рис. 5. Типичное изменение величины разрядного промежутка у ламп, работающих в схеме *III*:

а — до начала работы, б — после 96 часов горения

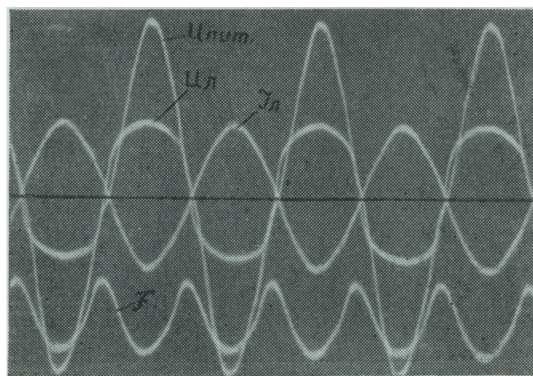


Рис. 6. Осциллограммы $U_{\text{пит}}$, $I_{\text{л}}$, $U_{\text{л}}$ и F лампы, работавшей в схеме *I*

водящее к значительному потемнению колбы, а следовательно, к падению яркости и светового потока. У ламп, горевших в схемах *I* и *II*, как правило, дисперсное разрушение не имеет места.

Таким образом, полученные результаты испытаний ксеноновых ламп СВД переменного тока устанавливают существование зависимости как скорости и характера разрушения электродов, так и критерия долговечности лампы и самой долговечности от типа балласта.

В связи с этим возникают два вопроса: 1) чем в трех описанных случаях объясняется наблюдаемая разница в степени, скорости и характере разрушения электродов и 2) чем обусловлены различия в критерии долговечности ламп.

Ответ на первый вопрос полностью связан с физическим механизмом разрушения и здесь не рассматривается.

Для ответа на второй вопрос необходимо рассмотреть осциллограммы тока, напряжения на лампе и напряжения питания, записанные одновременно при работе ламп в каждой из трех схем (рис. 6, 7 и 8). На этих рисунках, помимо указанных величин, записан также световой поток лампы, нулевая линия которого для ясности смещена относительно нуля $I_{\text{л}}$, $U_{\text{л}}$ и $U_{\text{пит}}$. С той же целью ток на рис. 6, а на рис. 8 — напряжение сети — повернуты по фазе на 180° . Масштаб кривых на всех осциллограммах — произвольный.

Для осциллограмм, показанных на рис. 6 и снятых с лампы, горевшей с активным со-

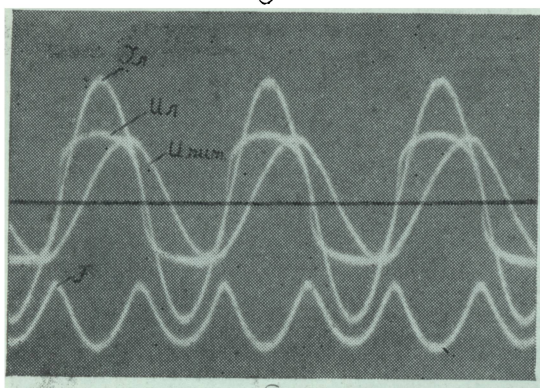


Рис. 7. Осциллограммы $U_{\text{пит}}$, $I_{\text{л}}$, $U_{\text{л}}$ и F лампы, работавшей в схеме II

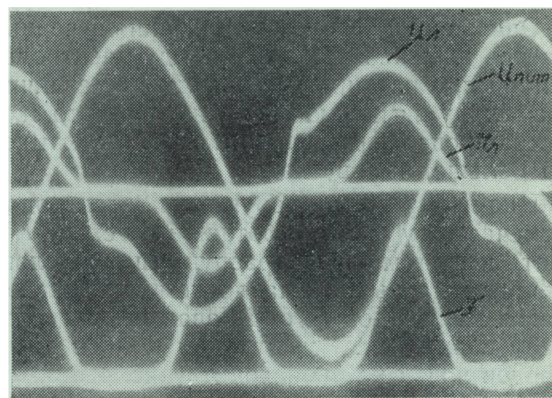


Рис. 8. Осциллограммы $U_{\text{пит}}$, $I_{\text{л}}$, $U_{\text{л}}$ и F лампы, работавшей в схеме III

противлением в качестве балласта, характерным является синфазность тока и напряжения питания. Отсутствие сдвига фаз между ними, как известно, сильно затрудняет очередное зажигание разряда в каждый полупериод. Это обстоятельство приобретает тем больше значение, чем меньше величина

отношения $\frac{U_{\text{пит}}}{U_{\text{лампы}}}$, что как раз имело место при наших испытаниях. (В установках, эксплуатирующих ксенонные лампы СВД переменного тока, напряжение питания, по соображениям экономичности, не превышает 65 в. При испытаниях ламп на долговечность соблюдалось это условие.)

Затрудненность переза зажигания разряда из-за отсутствия сдвига фаз непрерывно усугубляется интенсивным разрушением электродов, так как последнее приводит разрушенные участки к полной потере присадки двуокиси тория и появлению и быстрому росту вследствие этого пиков напряжения при переза зажигания дуги.

На более поздней стадии разрушения возрастанию величины пиков способствует также увеличение первоначального расстояния между электродами. Чем больше величина пиков по абсолютному значению приближается к напряжению питания, тем труднее становится очередное зажигание разряда¹.

¹ Пики напряжения можно интерпретировать как напряжение возникновения разряда в каждую половину периода переменного тока. Так как величина пиков при прочих равных условиях прямо зависит от длины разрядного промежутка, то можно полагать, что соотношение Пашена ($U_{\text{заж}} \approx p \cdot d$) с обычной степенью приближенности применимо и к зажиганию разряда в течение полупериода. Одна-

ко тот фактор — отсутствие сдвига фаз и быстрый рост пиков напряжения, из которых доминирующим является первый, — обуславливают как очень малый срок службы ламп, работающих в схеме I, так и его причину — погасание разряда.

Рассматривая осциллограммы, относящиеся к лампам, работавшим в схеме II (см. рис. 7) с обычным линейным дросселем в качестве балласта, можно отметить на ней сдвиг фаз между током лампы и $U_{\text{пит}}$, близкий к 90° , который значительно облегчает зажигание разряда в каждый полупериод. Это обстоятельство обуславливает намного меньшую скорость разрушения электродов (по сравнению с предыдущим случаем) и позволяет лампам в схеме II работать в несколько раз дольше, «дотягивая» до 100—125 час горения.

Однако и в этом случае непрерывное разрушение электродов приводит к тем же неизбежным последствиям, которые были описаны выше. Разница заключается только в том, что в силу большей легкости переза зажигания разряда он может существовать, не только когда увеличившаяся длина дуги из-за разрушения электродов привела к значительному снижению яркости, но и тогда, когда дуга зажигается в точках, довольно далеко отстоящих от осевой линии электродов,

ко тот факт, что при $p \cdot d = \text{const}$, но при электродах, отличающихся эмиссионными свойствами, можно наблюдать разную величину пиков (т. е. различные значения $U_{\text{заж}}$), лучше всего говорит о влиянии величины работы выхода на напряжение возникновения дуги.

т. е. когда нарушается стабильность пространственного положения дуги.

Отсюда критериями долговечности ламп, работающих в схеме II, в зависимости от разных условий (в частности от начальной величины расстояния между электродами) могут являться и погасание дуги и ее нестабильность и падение яркости.

Что касается осциллограмм, снятых с ламп, работавших в схеме III (см. рис. 8), то на них также отмечается сдвиг фаз между $I_{л}$ и $U_{пит}$, хотя и меньше 90° ($\sim 75^\circ$), но также способствующий облегчению перезажиганий дуги.

Таблица 2

Параметры тока	Тип балласта		
	активное сопротивление	линейный дроссель	дроссель с подмагничиванием
$I_{эфф}, а$	50	50	50
$I_{max}, а$	72,5	70,5	110
$I_{ср}, а$	41,8	44,9	34
Формфактор $\frac{I_{эфф}}{I_{ср}}$	1,19	1,11	1,47
Амплитудн. коэффициент $\frac{I_{max}}{I_{эфф}}$. . .	1,45	1,41	2,21
Длительность паузы тока (мсек)	$\sim 0,6$	$\sim 0,4$	~ 6

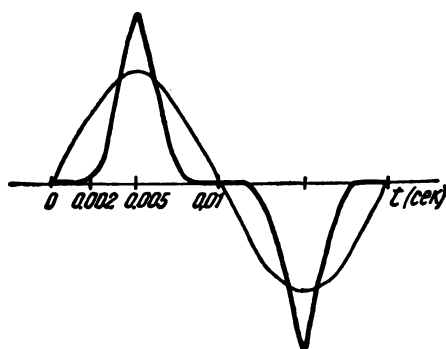


Рис. 9. «Заостренная» форма тока (схема III) и синусоидальная (схема I) в масштабе

Особенностями осциллограммы тока на рис. 8 являются «заостренная» форма и большая длительность паузы тока. Такое искажение формы тока, соответствующее значению коэффициента амплитуды, равному примерно 2,2 (величина коэффициента амплитуды K_a определялась из осциллограмм формы тока по методике, рекомендуемой в [15]), приводит к значительным отличиям параметров тока по сравнению с равным ему по эффективному значению синусоидальным (табл. 2 и рис. 9).

Увеличение паузы тока более чем на порядок величины наряду с уменьшением среднего значения силы тока позволяет утверждать, что интегральная температура электродов, а следовательно, и величина термоэмиссии к началу зажигания разряда в каждый полупериод должны быть существенно ниже, чем в двух предыдущих случаях.

Поэтому нарастающая со временем работы лампы недостаточность эмиссии электронов для разряда с заданной силой тока неминуемо удлиняет кратковременную стадию тлеющего разряда при перезажигании дуги. Большая величина катодного падения на этой стадии развития дугового разряда обуславливает, как известно, интенсивную бомбардировку катода и ее следствие — дисперсное распыление. Определенную роль при этом играет и крутизна фронта нарастания тока и его максимальное значение. Интенсивность процесса распыления должна возрастать по мере ухудшения эмиссионных свойств электродов. К моменту утраты значительной части эмиттера распыление проявляется очень бурно, резким скачком [16]. Через короткое время после этого (несколько часов) световое излучение лампы снижается настолько, что дальнейшая эксплуатация ее делается невозможной.

Выводы

1. При расчете дросселей необходимо добавиться угла сдвига фаз между $U_{пит}$ и $I_{л}$, возможно более близкого к 90° .
2. Учитывая значение величины отношения $\frac{U_{пит}}{U_{л}}$ для долговечности ламп, следует в разумных пределах увеличить напряжение питания.
3. Применительно к случаям работы ламп в режиме, приближающемся к проблеско-

вому (когда время излучения короче темновой паузы), возникает необходимость изменения конструкции электродов ламп с целью устранения интенсивного дисперсного распыления.

4. Точно так же, как и в схемах с активным балластом, лампы, работающие без балласта [17], всегда будут иметь меньший срок службы по сравнению с работающими с линейным дросселем.

Работа по проведению испытаний и фотографированию ламп, во многом способствовавшая выявлению описанных результатов, выполнена Л. Н. Соколовской.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гоухберг Д. А., Известия АН СССР, ОТН, 1949, № 9. 1а. Гоухберг Д. А., Светотехника, 1957, № 6.
2. Капцов Н. А., Гоухберг Д. А., УФН, вып. 4, 1951, 43.
3. Cumming H. W., I. and Lighting, вып. 99, 1950, 43.
4. Cumming H. W., Tr. III. Eng., вып. 129, 1951, 16.
5. Larche K., Lichttechnik, 1955, № 7.
6. Голостенев Г. А., Гоухберг Д. А., Техника кино и телевидения, 1957, № 2.
7. D'Arsty a. Seda, JSMPTE, вып. 86, 1954, 63.
8. Kores J., Bild und Ton, 1955, 8.
9. Retzer T., Ill. Eng., 1956, № 9.
10. Thouret W., Strauss H., Paper Amer. Soc. Mech. Eng., WWA-215, 1962.
11. Mangold M., E.N.T., вып. 57, 1940, 17.
12. Weizel W., Rompe R., Schulz P., Z. Phys., 1941, 117, стр. 545; 1942, 119, стр. 237.
13. Hentschel H., Z. f. ang Phys., вып. 12, 1960, 5.
14. Гоухберг Д. А., Светотехника, 1964, № 2.
15. Martt E. C., Smith R. I., Ill. Eng., 1958, № 12.
16. Гоухберг Д. А., Электрoвакуумная техника, вып. 33, «Энергия», 1964.
17. Маршак И. С., Васильев В. И. и др., Светотехника, 1961, № 4; 1962, № 3; 1963, № 11.

И. М. ФОНАРЬ, Х. А. ДОБРОМЫСЛИНА

О РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРАХ МАЛЬТИЙСКОГО МЕХАНИЗМА УНИВЕРСАЛЬНОГО КИНОПРОЕКТОРА ДЛЯ 35- И 70-ММ ФИЛЬМОВ

778.533

Произведен сравнительный расчет долговечности и надежности ряда вариантов мальтийских механизмов. Определены рациональные параметры мальтийского механизма универсального кинопроектора для 35- и 70-мм кинофильмов.

В различных типах отечественных 35-мм кинопроекторных аппаратов в течение многих лет применяются мальтийские механизмы с одинаковыми параметрами основных деталей (графа 1 табл. 1).

Такой, по существу, единый унифицированный механизм до появления широкоформатного кинематографа был основательно исследован наряду с применяемыми в зарубежных кинопроекторах мальтийскими механизмами, отличающимися по своим параметрам. В результате этих работ [1, 2] было установлено, что при равных усло-

виях по точности и чистоте обработки деталей, по марке применяемых материалов и по способу термообработки отечественный мальтийский механизм 35-мм кинопроекторов по своим параметрам и динамическим характеристикам является более надежным.

Несмотря на появление новых видов кинематографа, постоянное совершенствование и увеличение типов кинопроекторов, фирмы различных стран, производящие кинопроекторную аппаратуру, как правило, в интересах унификации не отступают

Таблица 1

№ п.п.	Мальтийские механизмы кинопроекторов	Параметры мальтийских механизмов						
		расстояние между осями мальтийского креста и эксцентрика L , см	радиус эксцентрика R , см	диаметр рабочей части пальца эксцентрика $d_п$, см	диаметр опасного сечения пальца эксцентрика $d_{оп}$, см	длина контакта пальца со шлицем l , см	количество зубьев скачкового барабана Z	материал, из которого изготовлен барабан
1	КПТ и типа К	2,51	1,775	0,4	0,4	0,6	16	Сталь
2	35-СКПШ и „Колос“	2,51	1,775	0,5	0,5	От 0,4 до 0,5	16	Сталь
3	КП-30А и КП-15А	3,19	2,255	0,6	0,4	От 0,4 до 0,5	Универсальный, 16 и 20	Алюминий
4	„Симплекс“ (универсальный)	1,905	1,3475	0,254	0,254	0,53	Универсальный, 16 и 20	Алюминий
5	Вариант для универсального кинопроектора при демонстрации 35- и 70-мм кинофильмов	2,51	1,775	0,5	0,5	От 0,4 до 0,5	Универсальный, 16 и 20	Алюминий
6	Вариант для широкоформатного неуниверсального кинопроектора при демонстрации 70-мм кинофильмов	2,51	1,775	0,5	0,5	От 0,4 до 0,5	20	Алюминий

от принятых у них параметров мальтийских механизмов.

При подготовке к разработке кинопроектора типа 35-СКПШ для повышения долговечности и надежности мальтийского механизма, имеющего параметры, которые приведены в первой графе табл. 1, и мальтийский крест *a* (рис. 1), был увеличен диаметр пальца эксцентрика и изменена форма головки креста, а все другие параметры механизма были сохранены (см. графу 2 табл. 1 и крест *b* на рис. 1).

Эти изменения, как будет показано ниже, значительно улучшили динамические характеристики механизма; при этом не было нарушено условие взаимозаменяемости, так как обычно мальтийские кресты поставляются в комплекте с пальцами. Очевидно, что через некоторое время освоенный промышленностью модернизи-

рованный мальтийский механизм с параметрами, которые приведены в графе 2 табл. 1, благодаря повышенной долговечности будет применен во всех типах отечественных 35-мм кинопроекторов.

Таким образом, во всем ряде 35-мм кинопроекторов в действительности используется единый унифицированный мальтийский механизм. В универсальных аппаратах типа КП-30А и КП-15А применен специально для них разработанный мальтийский механизм с увеличенными параметрами (графа 3 табл. 1). Крест *в* этого механизма показан на рис. 1.

Размеры деталей мальтийского механизма значительно увеличены, очевидно, в связи с увеличением нагрузки за счет использования универсального скачкового барабана и транспортирования 70-мм пленки.

Применение в отечественном ряде кино-

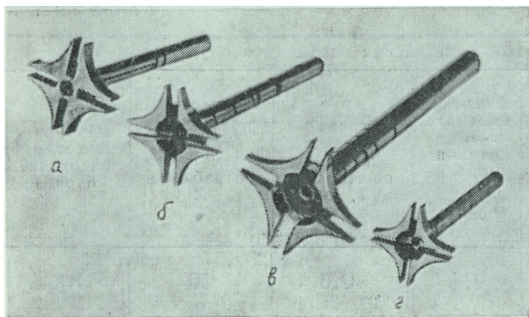


Рис. 1. Кресты, применяемые в рассматриваемых вариантах мальтийских механизмов

проекторов другого мальтийского механизма с совершенно новыми параметрами может быть оправдано, только если он будет долговечнее и надежнее по сравнению с мальтийским механизмом, широко применяющимся у нас.

Для выяснения данного вопроса в настоящей статье произведен сравнительный расчет долговечности и надежности ряда используемых и предполагаемых вариантов мальтийских механизмов, перечисленных в табл. 1, применительно к 35-мм и универсальным кинопроекторам для 35- и 70-мм кинофильмов.

В данной работе рассматриваются четыре реально действующих варианта, из них два варианта для 35-мм (табл. 1, графы 1 и 2) и два для универсальных кинопроекторов (табл. 1, графы 3 и 4) с механизмами, имеющими разные параметры. Кроме того, рассматриваются также два предполагаемых варианта (графы 5 и 6) с использованием механизма с параметрами, приведенными в графе 2 табл. 1 для универсального и неуниверсального 70-мм (широкоформатного) кинопроекторов. На рис. 1 показаны кресты, используемые в шести вариантах¹ рассматриваемых механизмов.

Известно, что палец эксцентрика и стенки прорезей мальтийского креста, работающие в наиболее тяжелом режиме, изнашиваются значительно раньше других элементов мальтийского механизма, следо-

вательно, от этих деталей фактически зависит надежность механизма, т. е. безотказная работа в течение определенного промежутка времени. Поэтому расчет сравнительной надежности и долговечности приведен по пальцу эксцентрика и стенкам прорезей мальтийского креста.

При расчете учитывались следующие основные показатели, характеризующие надежность механизма:

- 1) напряжение на изгиб пальца эксцентрика;
- 2) удельная работа трения пальца и стенок прорезей креста;
- 3) удельное давление пальца на стенки прорезей;
- 4) секундная работа трения пальца в прорезях.

Для того чтобы определить эти показатели, предварительно были определены крутящие моменты, преодолеваемые пальцем эксцентрика, и силы, действующие на палец.

Для определения действующих усилий на детали исследуемых мальтийских механизмов были найдены их моменты инерции.

В табл. 2 приведены вычисленные раздельно полярные моменты инерции I_{po} скачковых барабанов [3] и I_{po} мальтийских крестов [3], а также суммарные полярные моменты инерции этих деталей для шести рассматриваемых вариантов в соответствии с табл. 1. Здесь видно, что в варианте 3, где используется мальтийский крест θ (см. рис. 1) увеличенного размера, $I_{po_{сум}}$, естественно, значительно выше аналогичных величин любого из исследуемых вариантов.

На рис. 2 показана зависимость крутящих моментов M_1 , которые вызваны $I_{po_{сум}}$ мальтийских крестов и скачковых барабанов с параметрами, приведенными в табл. 1, от угла движения эксцентриков в пределах первой половины их хода.

Для построения этих кривых использовано уравнение

$$M_1 = I_{po_{сум}} \cdot \epsilon_{кр} (z \cdot c \cdot m),$$

где: $I_{po_{сум}}$ — полярный момент инерции мальтийского креста и скачкового барабана; $\epsilon_{кр}$ — угловое ускорение мальтийского креста.

¹ Для удобства пользования нумерация вариантов в статье одинакова как в таблицах, так и во всех рисунках.

Таблица 2

№ п/п	Мальтийские механизмы кинопроекторов	Динамические характеристики (максимальные значения)													
		$I_{р0}$, ск. бар г.см.сек ²	$I_{р0}$, мальт. кр. г.см.сек ²	$I_{р0}$, сум г.см.сек ²	M_1 , г.см	M_2 , г.см	M_3 , г.см	$M_{сум}$, сум г.см	P , кг	$R_{в\max}$, кг/см ²	$\xi_{п}$, кг.м с.м ²	$\xi_{кр}$, кг.м с.м ²	Q , кг.см	Q_1 , кг.см	
1	КПТ и типа К	0,0228	0,0193	0,0421	5170	314	320	5804	6,871	322,1	0,0158	0,0050	3616	4666	
2	35-СКПШ и „Колос“	0,0228	0,0113	0,0341	4187	314	320	4821	5,708	114,1	0,0143	0,0038	3004	3783	
3	КП-30А и КП-15А	0,0304	0,0382	0,0686	8424	982	990	10396	9,735	380,2	0,0269	0,0084	4056	6664	
4	„Симплекс ХЛ“ (универсальный)	0,0247	0,0053	0,0300	3684	982	990	5656	8,984	1452	0,0301	0,0080	5523	5757	
5	Вариант для универсального кинопроектора при демонстрации 35- и 70-мм кинофильмов	0,0247	0,0113	0,0360	4420	982	990	6392	7,582	151,6	0,0202	0,0048	3790	4810	
6	Вариант для широкоформатного неуниверсального кинопроектора при демонстрации 70-мм кинофильмов	0,0194	0,0113	0,0307	3770	982	990	5742	6,812	136,2	0,0183	0,0046	3585	4730	

В табл. 2 приведены максимальные значения M_1 для всех рассматриваемых вариантов мальтийских механизмов.

Из рис. 2 и табл. 2 видно, что в варианте 3, где использован мальтийский крест ϵ (см. рис. 1), максимальное значение M_1 примерно в два раза превышает величины моментов, возникающих в мальтийских механизмах универсальных вариантов (графы 4 и 5 табл. 1) с крестами δ и z (см. рис. 1).

В суммарный крутящий момент $M_{сум}$, преодолеваемый пальцем эксцентрика, помимо M_1 входят также крутящие моменты: M_2 , вызванный силой инерции прерывисто передвигаемой части фильма в фильмовом канале, и M_3 , вызванный постоянной силой трения в фильмовом канале, которая необходима для преодоления силы инерции прерывисто передвигаемой части фильма.

Момент M_2 определяется по формуле

$$M_2 = mr^2 \epsilon_{кр} (z \cdot см),$$

где: m — масса фильма, участвующего в прерывисто движении; r — радиус скачкового барабана; $\epsilon_{кр}$ — угловое ускорение мальтийского креста.

Момент M_3 определяется по формуле

$$M_3 = \dot{m} r^2 \epsilon_{кр\max} (z \cdot см).$$

В данном случае в расчет берется максимальное значение ускорения мальтийского креста — $\epsilon_{кр\max}$, поскольку величина силы трения в фильмовом канале постоянна и должна равняться или быть несколько большей максимального значения силы инерции фильма.

При определении суммарного крутящего момента не учитывается сила трения в подшипниках, поскольку она относительно мала и примерно одинакова во всех рассматриваемых вариантах механизмов.

На рис. 3 показана зависимость суммарных крутящих моментов $M_{сум}$, преодолеваемых пальцами эксцентриков вариантов мальтийских механизмов табл. 1, от угла движения эксцентриков в пределах первой половины их хода.

В табл. 2 приведены максимальные значения M_2 , M_3 и $M_{сум}$ для всех исследуемых вариантов мальтийских механизмов.

Из рис. 3 и табл. 2 видно, что палец эксцентрика мальтийского механизма с параметрами графы 3 табл. 1 и крестом ϵ

(см. рис. 1) преодолевает $M_{\text{сум}}$, превышающий примерно на 70% максимальный момент, преодолеваемый пальцем предполагаемого варианта механизма для универсального кинопроектора с параметрами, которые приведены в графе 5 табл. 1, и крестом б (см. рис. 1).

Пользуясь полученными значениями $M_{\text{сум}}$, определим силы P , действующие на пальцы эксцентриков рассматриваемых механизмов, по формуле

$$P = \frac{M_{\text{сум}}}{l_1} \text{ (кг)},$$

где: $M_{\text{сум}}$ — сумма моментов, преодолеваемых пальцем эксцентрика; l_1 — расстояние от оси вращения креста до оси пальца в рассматриваемый момент.

На рис. 4 показана зависимость величины силы P от угла поворота эксцентриков

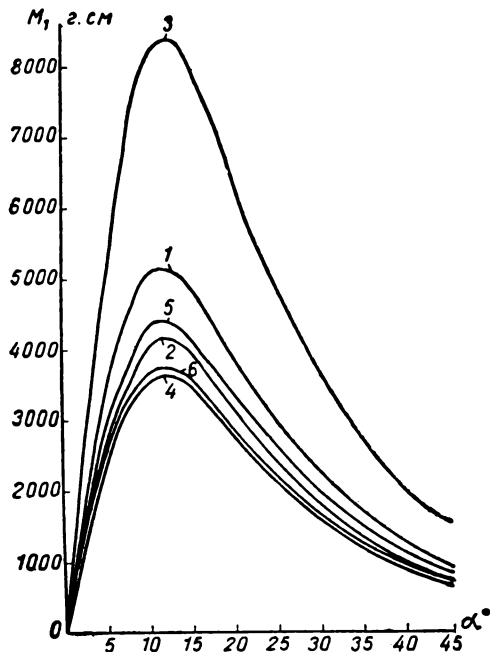


Рис. 2. Зависимость крутящих моментов M_1 , вызванных полярным моментом инерции $I_{\text{ро}}$ мальтийских крестов и скачковых барабанов, от угла движения эксцентриков α° мальтийских механизмов с различными параметрами

механизмов с параметрами табл. 1. Из кривых этого рисунка видно, что в варианте 3 табл. 1 на палец действуют относительно большие силы p по сравнению со всеми другими вариантами, несмотря на

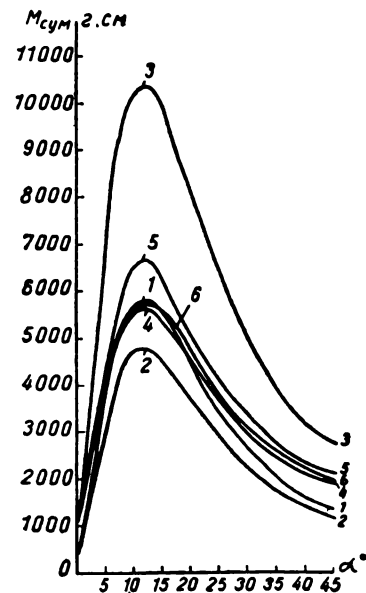


Рис. 3. Зависимость суммарных крутящих моментов $M_{\text{сум}}$, преодолеваемых пальцами мальтийских механизмов с различными параметрами, от угла движения эксцентриков α°

увеличенные расстояния l_1 , связанные с применением мальтийского креста в (см. рис. 1) максимальных в этом ряде размеров.

Проверим пальцы исследуемых мальтийских механизмов на прочность, рассматривая конструкцию крепления пальца как консоль.

Из-за возможности даже незначительных перекосов пальца в прорези следует произвести двойную проверку: 1) если силы P действуют сосредоточенно на конце пальца и 2) если нет перекоса, т. е. при сплошной равномерной нагрузке по всей длине контакта пальца с прорезью креста. Однако, поскольку детали мальтийских механизмов обычно изготавливаются достаточно точно, проверку на прочность производим по изгибающему напряжению R_b для случая сплошной равномерной нагрузки.

$$R_b = \frac{M}{W} \text{ (кг/см}^2\text{)},$$

где M — изгибающий момент, $\text{кг}\cdot\text{см}$; W — момент сопротивления, см^3 .

Так как

$$M = \frac{Pl_2}{2} \text{ (кг}\cdot\text{см)}, \quad \text{а} \quad W = 0,1d_3^n \text{ (см}^3\text{)},$$

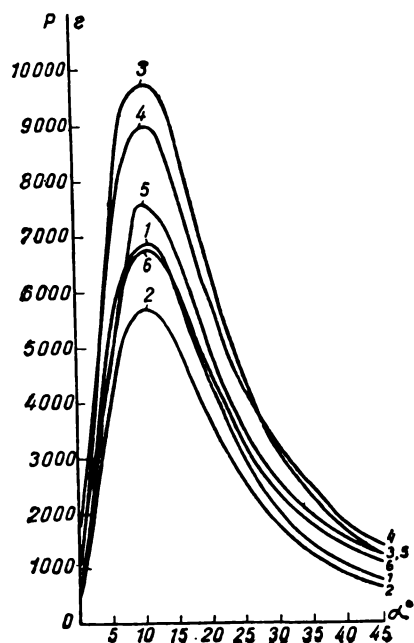


Рис. 4. Зависимость сил P , действующих на пальцы мальтийских механизмов с различными параметрами, от угла движения эксцентров α°

то

$$R_b = \frac{Pl_2}{0,2d_p^3} \text{ (кг/см}^2\text{)},$$

где: P — сила, действующая на палец, кг; l_2 — длина консоли пальца, см; d_p — диаметр опасного сечения пальца, см. Допускаемые напряжения R_b для пальца эксцентрика при фактическом наличии III режима нагрузки (т. е. когда напряжение изменяется по величине и по знаку и при использовании легированной стали) рекомендуются в пределах 500—900 кг/см² [4].

По этой формуле построены кривые зависимости изгибающих напряжений в пальцах рассматриваемых мальтийских механизмов (рис. 5).

В табл. 2 приведены максимальные значения изгибающих напряжений $R_{b,max}$.

Из рис. 5 и табл. 2 видно, что в вариантах 2, 5 и 6 табл. 1, предусматривающих одинаковый мальтийский крест 6 (см. рис. 1), изгибающие напряжения примерно равны и минимальны по величине в рассматриваемом ряде мальтийских механиз-

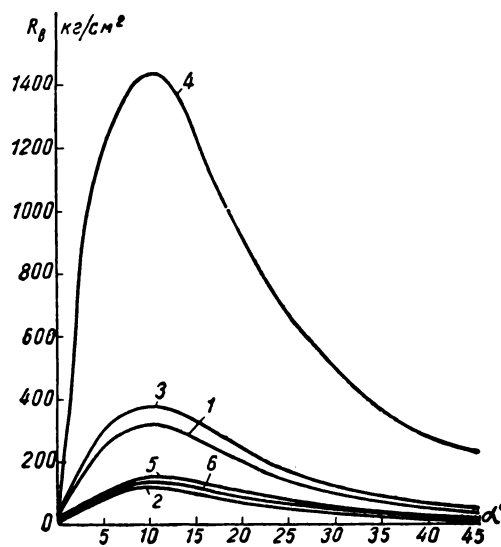


Рис. 5. Зависимость напряжения на изгиб R_b пальцев мальтийских механизмов с различными параметрами от угла движения эксцентров α°

мов. В пальце мальтийского механизма варианта 3 табл. 1, в котором используется крест 3 (см. рис. 1), максимальное изгибающее напряжение примерно в три раза превышает максимальную величину напряжения в пальце предполагаемого варианта 5 (см. табл. 1) для универсального кинопроектора. Вместе с тем в указанных выше вариантах напряжения находятся в пределах допустимых норм. В пальце мальтийского механизма универсального кинопроектора «Симплекс XL» с параметрами графы 4 табл. 1 и крестом 2 (см. рис. 1) изгибающие напряжения, как видно из рис. 5, значительны и превышают допускаемые величины. С увеличением изгибающих напряжений износ сопряженных трущихся поверхностей возрастает.

При движении пальца эксцентрика в прорезях мальтийского креста происходит не только перекачивание, но и скольжение одного по другому, в связи с чем создается работа трения, а следовательно, изнашиваются рабочая поверхность пальца и прорези мальтийского креста.

Найдем удельную работу трения, т. е. работу, выраженную в кг.м, приходящуюся на 1 см² площадки контакта пальца эксцентрика и прорези мальтийского креста.

Удельная работа трения пальца эксцент-

рика $\xi_{\text{п}}$ и прорези мальтийского креста $\xi_{\text{кр}}$ определяются по формулам

$$\xi_{\text{п}} = \frac{\mu P V_0}{l V_{\text{п}}} \left(\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{см}^2} \right); \quad (2)$$

$$\xi_{\text{кр}} = \frac{\mu P V_0}{l V_1} \left(\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{см}^2} \right),$$

где: μ — коэффициент трения между пальцем и поверхностью прорези (для данных условий можно принять $\mu = 0,08$); P — сила, действующая на палец эксцентрика; l — длина контакта пальца и прорези; V_0 — относительная скорость скольжения пальца в прорези креста; V_1 — скорость скольжения пальца вдоль прорези; $V_{\text{п}}$ — линейная скорость перекатывания пальца в прорези.

Скорости скольжения V_0 , $V_{\text{п}}$ и V_1 определяются по следующим уравнениям:

$$V_1 = V_0 \sin(\alpha + \beta) \text{ (м/сек)}, \quad [2]$$

где: V_0 — окружная скорость пальца эксцентрика; α и β — углы движения эксцентрика и мальтийского креста;

$$V_{\text{п}} = (\omega_0 + \omega_{\text{кр}}) r_{\text{п}} \text{ (м/сек)}, \quad [2]$$

где: ω_0 — угловая скорость эксцентрика; $\omega_{\text{кр}}$ — угловая скорость креста; $r_{\text{п}}$ — радиус пальца;

$$V_0 = V_1 - V_{\text{п}} \text{ (м/сек)}. \quad [2]$$

На рис. 6 показаны кривые зависимости удельной работы трения пальцев табл. 1 от угла движения эксцентриков.

Поскольку при угле α° , равном $5-7^\circ$ $V_0 = 0$, то и $\xi_{\text{п}}$ при этих углах также равна нулю.

В табл. 2 приведены максимальные значения $\xi_{\text{п}}$ для этих механизмов.

На рис. 7 показана зависимость удельной работы трения стенок прорезей мальтийских крестов табл. 1 от угла движения эксцентриков. По указанным выше соображениям $\xi_{\text{кр}}$ тоже равно 0 при углах α° от 5 до 7° .

В табл. 2 приведены также максимальные значения $\xi_{\text{кр}}$ для рассматриваемых механизмов.

Из рис. 6 и 7 и табл. 2 можно сделать определенные выводы.

При сравнении мальтийских механизмов 3, 4 и 5 (см. табл. 1), рассчитанных для использования в универсальных кинопроекторах, видно, что по удельной работе трения пальцев и прорезей крестов, которая

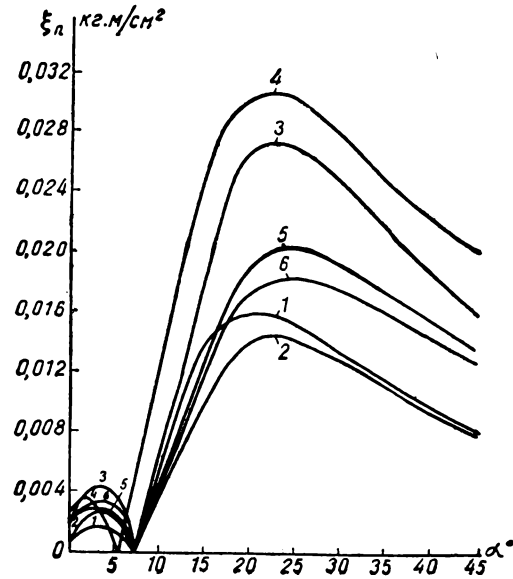


Рис. 6. Зависимость удельной работы трения пальцев $\xi_{\text{п}}$ мальтийских механизмов с различными параметрами от угла движения эксцентриков α°

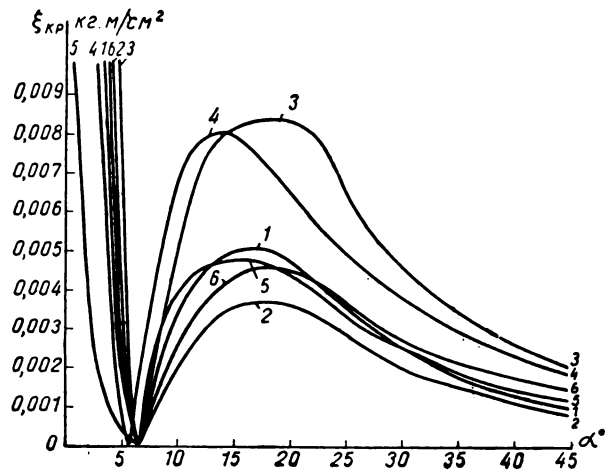


Рис. 7. Зависимость удельной работы трения стенок шлицов крестов $\xi_{\text{кр}}$ мальтийских механизмов с различными параметрами от угла движения эксцентриков α°

характеризует долговечность и надежность механизма, вариант 5 табл. 1 с мальтийским крестом б (см. рис. 1) обеспечивает значительно большую долговечность мальтийского механизма.

При зацеплении пальца эксцентрика с прорезями мальтийского креста по линии

контакта возникает давление, которое в зависимости от его величины, марки материала и термообработки может вызывать упругую или пластическую деформацию поверхностных слоев.

Удельное давление q в зоне контакта пальца и стенки прорези определяется по формуле

$$q = \frac{P}{s} = \frac{P}{cl} \text{ (кг/см}^2\text{)},$$

где: P — сила, действующая на палец эксцентрика, кг; s — площадка контакта, см²; c — ширина прямоугольной площадки контакта, см; l — длина контакта пальца в прорези, см.

Так как

$$c = 0,0015 \sqrt{pd_n} \text{ (см)}, \quad [3]$$

где: p — нагрузка на единицу длины контакта, кг/см; d_n — диаметр рабочего цилиндра пальца, см, и так как

$$p = \frac{P}{l} \text{ (кг/см)},$$

то

$$q = \frac{P}{0,0015 \sqrt{Pl d_n}} \text{ (кг/см}^2\text{)}.$$

Из данного уравнения следует, что удельное давление переменнo вдоль прорези.

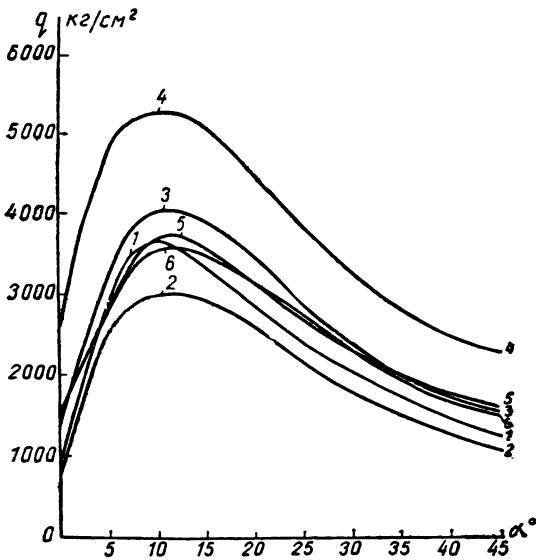


Рис. 8. Зависимость удельного давления q в зоне контакта пальцев с крестами мальтийских механизмов с различными параметрами, от угла движения эксцентриков α

Очевидно, что удельное давление вдоль линии контакта l также будет переменным и зависит от правильности геометрических форм соприкасающихся поверхностей пальца и креста и точности сборки механизма.

На рис. 8 показана зависимость удельного давления в зоне контакта пальцев эксцентриков с крестами шести рассматриваемых вариантов мальтийских механизмов табл. 1 от угла движения эксцентриков. В табл. 2 приведены максимальные значения удельных давлений q .

Из кривых рис. 8 видно, что в мальтийском механизме 4 табл. 1 универсального кинопроектора «Симплекс XL» с крестом 2 (см. рис. 1) удельное давление пальца в прорези превышает величины, имеющие место во всех остальных механизмах табл. 1, что объясняется весьма малым диаметром пальца в этом механизме.

Из этого рисунка видно также при сравнении универсальных вариантов 3 и 5 табл. 1, что удельное давление в варианте 5 с мальтийским крестом 6 (см. рис. 1) относительно меньше, что объясняется более рациональными параметрами последнего.

Пользуясь полученными значениями удельных давлений, определим секундную работу трения Q — произведение удельного давления на относительную скорость скольжения пальца в прорези, т. е. работу трения в единицу времени:

$$Q = qV_0 \left(\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{см}^2 \cdot \text{сек}} \right).$$

Уравнения для каждого из сомножителей приведены выше.

На рис. 9 показаны кривые зависимости секундной работы трения пальцев в прорезях крестов вариантов мальтийских механизмов табл. 1.

В табл. 2 приведены максимальные значения секундной работы трения Q для указанных вариантов.

Кривые рис. 9 показывают, что секундная работа трения, также характеризующая долговечность и надежность механизмов, максимальная в механизме 3 табл. 1 с мальтийским крестом 8 (см. рис. 1).

Наименьшее значение секундной работы трения при сравнении механизмов 3, 4 и 5 табл. 1 универсальных кинопроекторов имеет место в предполагаемом варианте мальтийского механизма 5 табл. 1 с крестом 6 (см. рис. 1).

Таким образом, из произведенного сравнительного расчета на долговечность и надежность ряда мальтийских механизмов с различными параметрами с целью определения наиболее рациональных параметров механизма для универсального кинопроектора видно, что таковым является вариант 5 табл. 1 с мальтийским крестом б (см. рис. 1), имеющий преимущества по всем рассмотренным характеристикам в ряде мальтийских механизмов, используемых в универсальных кинопроекторах.

Основным, наиболее существенным преимуществом этого варианта является то, что он применяется в отечественных 35-мм кинопроекторах в течение многих лет, и при использовании его также в универсальных кинопроекторах создадутся условия для целесообразной унификации, так как в этом случае он будет единым во всей линейке отечественных 35-мм и универсальных 35- и 70-мм кинопроекторов.

Выводы

1. Необходимо распространить на все типы кинопроектора для 35-мм фильмокопий, включая аппараты типа КН, мальтийский механизм с улучшенными параметрами 2 табл. 1 и крестом б (см. рис. 1). Это приведет, как видно из рисунков и табл. 2, к повышению долговечности и надежности данного механизма по сравнению с механизмом 1 табл. 1 и крестом а (см. рис. 1) и к полной унификации основных его деталей в 35-мм кинопроекторах.

2. При разработке универсального кинопроектора для 35- и 70-мм фильмокопий или широкоформатного 70-мм кинопроектора вместо специально разработанного мальтийского механизма 3 табл. 1 и креста в (см. рис. 1) необходимо применить мальтийский механизм 5 табл. 1 и крест б (см. рис. 1), отличающийся от механизма 2 табл. 1 35-мм кинопроектора лишь конструкцией и материалом скачкового барабана.

Это приведет, как видно из рисунков и табл. 2, к повышению долговечности и надежности мальтийского механизма относительно применяемого механизма 3 табл. 1 и креста в (см. рис. 1) и к возможности полной унификации, т. е. использо-

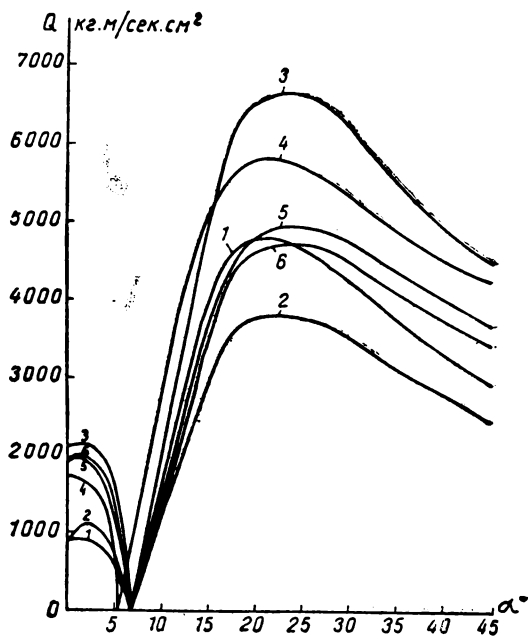


Рис. 9. Зависимость секундной работы трения пальцев в прорези крестов Q мальтийских механизмов с различными параметрами от угла движения эксцентриков α°

вания единого механизма во всем ряде 35- и 35/70-мм кинопроекторов.

3. При модернизации кинопроекторов, в которых используется механизм 3 табл. 1 и крест в (см. рис. 1), целесообразно по указанным выше соображениям заменить его механизмом 5 табл. 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернштейн Н. Д., Исследование световых и динамических характеристик механизмов прерывистого движения кинопроекторов, Дисс., НИКФИ, 1949.
2. Фонарь И. М., Исследование мальтийских механизмов современных кинопроекторов и повышение их износоустойчивости. Труды НИКФИ, 1949.
3. «Машиностроение», Энциклопедический справочник, 1948, 1, кн. 2, стр. 37—42.
4. «Машиностроение», Энциклопедический справочник, 1948, 2, стр. 510, табл. 3.
5. Болоховский А. М., Дербисер Т. В., Ирский Г. Л., Каральник А. Н., Новый универсальный кинопроектор со сверхмощным источником света, Техника кино и телевидения, 1962, № 1.
6. Фонарь И. М., О долговечности и надежности кинопроекторов, Киномеханик, 1963, № 5.

Всесоюзный научно-исследовательский кинофотоинститут

ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ НАНОСА ФОТОГРАФИЧЕСКОЙ ЭМУЛЬСИИ

77.021.15

Дано описание методики и прибора для контроля толщины наноса фотографической эмульсии при ее поливе на движущуюся гибкую подложку в производственных поливных машинах.

Толщина эмульсионного слоя является одной из основных характеристик фотографического материала. Нанесение эмульсионного слоя, одинакового по толщине и равномерного по площади, является задачей первостепенной важности в производстве фотографических материалов. Она стала особенно острой в последние годы в связи с расширением производства многослойных светочувствительных материалов. Для решения этой задачи требуется прежде всего быстрый и надежный метод контроля толщины эмульсионного слоя. Между тем известные из литературы [1] конденсаторный метод и способ оценки толщины полива по расходу эмульсии имеют много недостатков и, следовательно, не приносят желаемых результатов. Поэтому обычно оценка толщины нанесения эмульсии для высушенного слоя производится лабораторным способом, который не дает возможности своевременно предотвратить отклонение от заданной толщины. Ниже описан исследованный нами оптический метод измерения толщины наноса фотографической эмульсии, который основан на измерении инфракрасного (ИК) светового потока, прошедшего через застуженный эмульсионный слой в направлении падения света.

Фотографический эмульсионный слой является достаточно сильно рассеивающей средой. Характер распределения яркостей в сухом эмульсионном слое в общих чертах подобен распределению яркостей в жидких мутных средах. Однако если в последних некоторое распределение яркостей достигается на значительной глубине, то в сухом фотографическом эмульсионном слое из-за высокой концентрации рассеивающих частиц оно достигается уже на глубине 10—20 мк [2, 3]. В мутных средах яркость в направлении падающего светового потока ослабляется по экспоненциальному закону. В эмульсионном слое яркость прошедшего света зависит, по-видимому, еще от концентрации галонидного серебра в эмульсии,

от ее зернистости и формы микрокристаллов. Однако возможно, что для одного данного сорта эмульсии яркость прошедшего света зависит только от толщины наноса эмульсии.

В нашей работе изучение связи между толщиной сухого эмульсионного фотографического слоя и его оптической плотностью в сыром застуженном состоянии производилось с помощью автоматического оптического измерителя наноса эмульсии (ОИНЭ-1), специально созданного для этой цели. Измеритель позволил также определить возможность применять оптический метод для контроля наноса эмульсии в производственных поливных машинах.

ОИНЭ-1 состоит из трех блоков: осветителя, фотометра и электронного автоматического прибора типа ЭПП (рис. 1). Параллельный пучок света от лампы 1 проходит через застуженный эмульсионный слой 3 и попадает на приемник света 5 — германиевый фотодиод. На него же действует пучок сравнения от лампы 7, проходя-

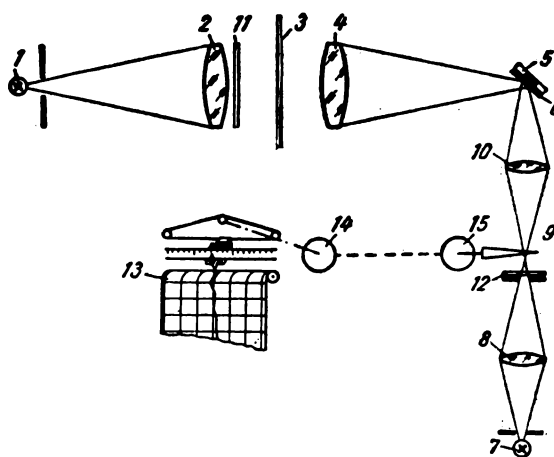


Рис. 1. Схема прибора ОИНЭ-1:

1 и 7 — лампы накаливания; 2 и 4 — конденсоры; 3 — эмульсионный слой; 5 — приемник света; 6 — рассеивающее стекло; 8 и 10 — линзы; 9 — оптический клин; 11 и 12 — ИК-фильтры; 13 — самопишущий прибор ЭПП; 14 и 15 — селены

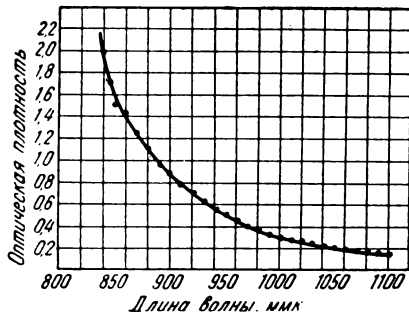


Рис. 2. Спектральная кривая поглощения ИК-фильтров

щий через оптический клин 9. На пути прохождения света в обоих пучках установлены ИК-фильтры 11 и 12, спектральная кривая поглощения которых приведена на рис. 2. Световые пучки модулированы с частотой 50 гц в противофазе один относительно другого, что достигается соответствующим включением полупроводникового диода последовательно с каждой из ламп 1 и 7, имеющих тонкие нити, и обмоткой трансформатора. Фототок, развиваемый приемником света 5 после предварительного усиления, поступает на вход фазочувствительного усилителя прибора ЭПП, с двигателем которого сочленен селсин-датчик. Селсин-приемник находится в блоке фотометра и сочленен с оптическим клином. Если мощности пучков света, действующих на фотоприемник, одинаковы, то на вход электронного усилителя подается переменный сигнал частотой 100 гц, не вызывающий вращения реверсивного двигателя прибора ЭПП. В противном случае возникает сигнал рассогласования, вызывающий вращение двигателя, а следовательно, и оптического клина до компенсации мощностей световых пучков. Если изменение мощности основного пучка вызвано изменением оптической плотности эмульсионного слоя, то круговой клин 9 следит за плотностью слоя, а перо самописца непрерывно регистрирует изменения плотности. Отклонение стрелки прибора ЭПП пропорционально оптической плотности измеряемых образцов, что было проверено с помощью набора калиброванных в ИК части спектра стеклянных нейтрально-серых фильтров, которые вводились в основной пучок фотометра вместо эмульсионного слоя (рис. 3). Ошибка повторяемости показаний ОИНЭ-1 не превышала 1% шкалы прибора.

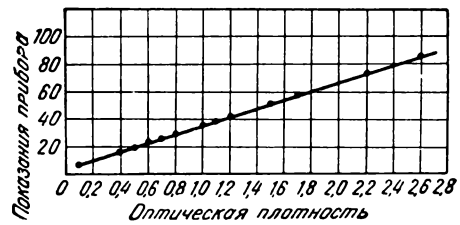


Рис. 3. Градуировочная кривая прибора ОИНЭ-1, полученная со стеклянными НС-фильтрами

Для определения связи между толщиной сухого эмульсионного фотографического слоя и его оптической плотностью в сыром застуженном состоянии эмульсия наносилась на прозрачную подложку в таких количествах, чтобы получался желаемый набор толщин сухих слоев. Образцы слоев сразу после полива и студения помещались в основной пучок (см. рис. 1), и отмечалось отклонение стрелки прибора. Измерение толщины высушенных образцов производилось с помощью оптиметра. Полученная зависимость представлена кривой 1 на рис. 4 для производственной кинопозитивной эмульсии МЗ-3. Кривая 2 относится к тому же набору образцов в воздушно-сухом состоянии. Такую же зависимость между толщиной сухих слоев и отклонением стрелки прибора для застуженных слоев мы наблюдали и для других сортов эмульсий. При этом, однако, как и следовало ожидать [3, 4], положение и наклон прямой линии, изображающей указанную зависимость на графике (см. рис. 4) для различных эмульсий, друг от друга отлича-

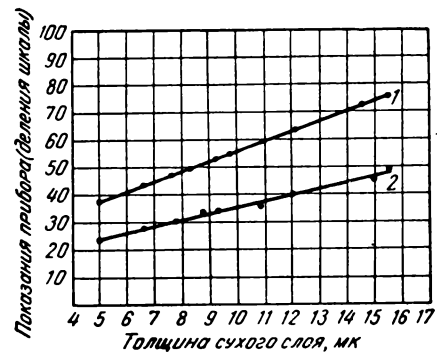


Рис. 4. Градуировочная кривая прибора ОИНЭ-1 для эмульсии МЗ-3:

1 — сырая эмульсия в застуженном состоянии; 2 — те же образцы после высушивания

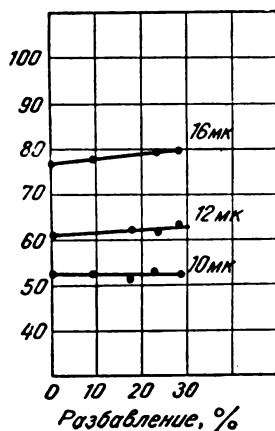


Рис. 5. Зависимость показаний прибора от разбавления эмульсии водой

ются. Данные, приведенные на рис. 4, показывают, что и для сырого и для сухого фотографического эмульсионного слоя выполняется закон Ламберта. Это соответствует данным других авторов [5].

Далее изучалось, как влияет на результаты измерений разбавление эмульсии водой, осуществляемое в некоторых случаях для получения заданной вязкости эмульсии. Кроме того, этот вопрос имеет методологический интерес, потому что в используемой ИК-части спектра от 850 мкм до 2 мкм имеются полосы поглощения воды. Из рис. 5, на котором показана зависимость показаний прибора от разбавления эмульсии водой для трех различных толщин сухого слоя, видно, что показания мало зависят от разбавления водой в довольно широких пределах. Об этом свидетельствуют также данные рис. 4. Сравнение кривой 1 и 2 показывает, что почти полная потеря воды слоем приводит к уменьшению показаний лишь на 38%, тогда как содержание воды в эмульсии составляет около 90%. Этим оптический метод измерения наноса эмульсии выгодно отличается от других предложенных методов измерения толщины эмульсионного слоя: емкостного и метода измерения расхода эмульсии.

Кроме того, было выяснено, что на показаниях прибора почти не сказываются ко-

лебания пленки между осветителем и конденсором 4 (см. рис. 1).

Испытание ОИНЭ-1 на поливной машине показало, что при движении пленки со скоростью 17 м/мин прибор успевает записывать любые локальные изменения толщины и отмечать нуль при пропуске полива на месте склейки основы.

Однако в результате длительных производственных испытаний измерителя была выявлена необходимость некоторой доработки его вторичной схемы.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает возможность применения оптического метода для контроля толщины наноса фотографической эмульсии в производственных поливных машинах. Основной недостаток метода заключается в том, что показания измерителя зависят от размеров и формы эмульсионных кристаллов. Однако в пределах одного сорта эмульсии эти факторы изменяются мало. Кроме того, для большинства практических целей не столько непрерывный контроль абсолютной величины наноса эмульсии, который может осуществляться эпизодически, сколько непрерывный контроль отклонений от заданного значения в процессе работы поливной машины.

В связи с вышеизложенным оптические измерители типа ОИНЭ-1 благодаря своей простоте в дальнейшем, по-видимому, найдут применение для контроля качества поливаемой пленки. Составные элементы-датчики этого измерителя могут быть использованы в более сложных системах, регулирующих толщину фотографической эмульсии, наносимой на движущуюся подложку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бройдо Н. Ф., Техника кино и телевидения, 1961, № 8, 61.
2. Прусс П. Х. и Маскина В. И., Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии, 1959, № 4, 121.
3. Прусс П. Х., Канд. дисс., ЛИКИ, 1961.
4. Грацианская З. И., Сидоренкова П. Т., Успехи научной фотографии, 1962, VIII, стр. 29.
5. Мейкляр П. В., Игнатьева З. П., Эберман М. З., Пескова М. З., Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии, 1961, № 6, 624.

Казанский филиал НИКФИ

ОБ ИЗМЕНЕНИИ РАЗМЕРОВ 8-ММ КИНОПЛЕНКИ

Изложены материалы, относящиеся к дискуссии о размерах 8-мм киноплёнок на VI Конгрессе УНИАТЕК.

1. Постановка вопроса

В учебном процессе кинофильмы находят все более широкое применение и не только в средних, но и в высших учебных заведениях. Стимулом этого является, с одной стороны, широкое развитие учебного телевидения, а с другой, — разработка методов массового изготовления дешевых узкоплёночных копий фильмов, в том числе и со звуковым сопровождением. Узкоплёночные фильмы в основном получают оптической печатью с 35-мм (или другой ширины) негативов одновременно нескольких копий. Немаловажное значение имеет также использование снятых непосредственно на узкой плёнке кинокартин с применением негативно-позитивного и обратимого процессов.

Опыт телевизионных передач при числе строк 625, 525 и даже 405 показал, что качество принимаемого на экранах кинескопов изображения вполне удовлетворяет требованиям учебного процесса [1]. При 405 строках разложения номинальное число элементов, составляющих телевизионное изображение, равно 220 000, а практически еще меньше [2]. Следовательно, и размеры кадра учебных фильмов можно устанавливать исходя из этого числа элементов.

Как было показано ранее [3], при решающей способности изображения 30 лин/мм (что является часто реально достигаемым пределом в процессе изготовления копий, особенно с негатива, увеличенных размеров) число элементов, составляющих кадр фильмов разного формата, представлено данными табл. 1.

Таблица 1

Ширина пленки, мм	Проецируемая, площадь кадра, мм ²	Число элементов, составляющих изображение
35	314,6	1 150 000
16	66,6	240 000
8	14,3	51 000

Хотя более качественные результаты могут быть достигнуты при использовании 16-мм фильмов, все же для учебных целей, учитывая экономические соображения и сравнительно благоприятные условия демонстрирования [3], считается рациональным применять киноплёнку шириной 8 мм. Естественно, что использование еще более узких плёнок, например шириной 4 мм или 2×4 мм, как было предложено Д'Арси [1], представляется утопическим, так как площадь кадра в таких фильмах составляет около 5 мм² максимально, что совершенно недостаточно для передачи самой простейшей информации.

Размеры снимаемого и проецируемого кадра 8-мм фильма, приведенные в табл. 2 (согласно существующим стандартам), показывают, что киноплёнка шириной 8 мм очень неэкономична [3].

Таблица 2

Размеры снятого изображения:	
высота, мм	3,55
ширина, мм	4,9
площадь мм ²	17,4
Размеры проецируемого изображения:	
высота, мм	3,25
ширина, мм	4,4
площадь, мм ²	14,3
Коэффициент использования изображением площади пленки:	
при съемке, %	57
при проекции, %	47
Размеры перфораций:	
высота, мм	1,27
ширина, мм	1,83
Коэффициент потери площади пленки из-за перфорационных дорожек, %	22,8

Вследствие небольших размеров кадра только 47% площади пленки занято проецируемым на экран изображением, а сравнительно крупные перфорации обуславливают потерю, достигающую почти четверти (22,8%) этой площади.

Сказанное позволяет понять, почему за последние несколько лет во всех странах мира идет упорная работа по изменению размеров 8-мм пленки, обеспечивающих лучшее ее использование.

2. Главнейшие предложения об изменении размеров 8-мм пленки

В результате теоретического рассмотрения вопроса о необходимых размерах узкой киноплёнки с односторонней перфорацией Вивье [4, 5] остановился на пленке шириной 10 мм с размерами кадра $4,5 \times 6$ мм при шаге перфораций 4,75 мм, который выбран таким же, как и у 35-мм фильма (рис. 1). Перфорации квадратные $1,25 \times 1,25$ мм повторяют предложенные ранее Маурером [6] для 8-мм копии с фотографической фонограммой (рис. 2). Введение нового размера ширины киноплёнки неудобно из-за необходимости применения новых кинопроекторов. Чтобы сделать возможным использование в этом случае некоторых типов существующего оборудования киноплёночных фабрик, а также проявочных, копировальных и других машин, изменение размеров кадра и пленки связывают чаще с

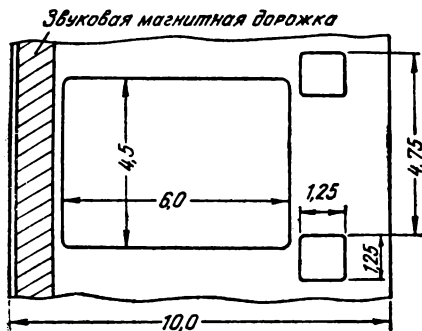


Рис. 1

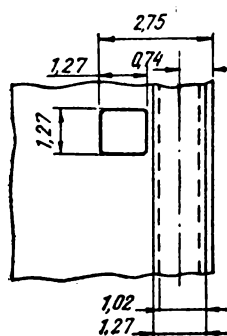


Рис. 2

«базисными» киноплёнками шириной 35 или 16 мм.

Байер [7] предложил печатать с 35-мм негатива две части копии на 35-мм позитивной пленке с двумя рядами изображений, идущих в противоположных направлениях. Это позволяет обеспечить непрерывный показ кинокартины в течение 55 мин в специальном (патронного типа) кинопроекторе.

Фильм копируется с оптическим уменьшением в 2,66 раза на 35-мм позитивной пленке, перемещающейся со скоростью, в четыре раза меньшей, чем негатив. Печать производят с двух следующих друг за другом частей при перемещении позитивной пленки в разных направлениях. Поэтому на 35-мм позитиве получают два ряда изображений кадров, у внешних краев которых располагается по одной стандартной ($2,8 \times 1,98$ мм) перфорации на кадр [3]. После фотографической обработки позитива он дополнительно перфорируется, причем размеры новых (центральных) перфораций такие же, как у 8-мм киноплёнок ($1,83 \times 1,27$ мм), а шаг их такой же, как у 35-мм фильма (4,75 мм). Затем на пленку наносят две магнитные дорожки шириной 0,74 мм каждая; на них производится запись звучания обеих частей фильма. После этого с обеих сторон фильмокопии отрезают свободные участки 35-мм пленки с основными перфорациями.

Готовая копия имеет, следовательно, ширину 20,64 мм, одну перфорацию на кадр, располагаемую посередине, и кадровый шаг, равный 4,75 мм.

Размеры изображения кадра составляют $4,5 \times 7,87$ мм, что соответствует отношению сторон 1,75 : 1.

Одно из американских предложений [8] заключается в том, что с 35-мм оригинального негатива с помощью оптической печати одновременно получают три копии на 35-мм позитивной пленке с тремя рядами перфораций, характерных для 16- и 8-мм пленки (т. е. размерами $1,83 \times 1,27$ мм). Затем она разрезается на три, каждая шириной 11,6 мм (рис. 3). Площадь кадра на одной копии примерно вдвое превосходит таковую на пленке шириной 8 мм. Благодаря увеличенному шагу кадра (6 мм) можно получить хорошее звуковоспроизведение и с фотографической (как на рис. 3) и с магнитной фонограммы.

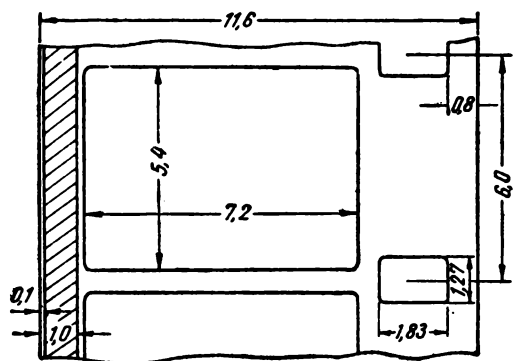


Рис. 3

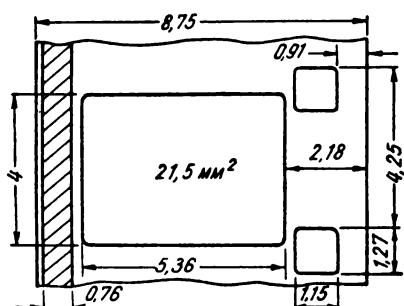


Рис. 4

Фирма Белл-Хоуэлл (США) предлагает [9] печатать на 35-мм позитиве (с четырьмя рядами специальных перфораций) четыре копии с 35-мм негатива и получать таким образом четыре фильмокопии шириной каждая 8,75 мм (рис. 4). Шаг кадра на такой пленке составляет 4,25 мм, размеры перфораций 1,15×1,27 мм, площадь кадра в 1,5 раза больше, чем у стандартного кадра на 8-мм пленке. Магнитная дорожка на копии располагается не за перфорациями, как в обычном 8-мм фильме, а на краю пленки, сбоку изображения.

Французское предложение [9] также предусматривает печать на 35-мм позитивной пленке четырех узкоплечных (шириной 8,75 мм) копий, однако шаг кадра соответствует шагу перфорации 35-мм фильма, т. е. равен 4,75 мм (рис. 5). Размеры перфораций 0,9×1,15 мм, площадь кадра $4,5 \times 6 = 27 \text{ мм}^2$. Магнитная дорожка шириной 0,8 мм расположена сбоку изображения, имеется балансная узкая магнитная дорожка, размещенная за перфорациями.

Предложения, исходящие из ширины базисной пленки 16 мм, были выдвинуты в

1962 г. Мартином на V Конгрессе УНИАТЕК в Москве [10] и развиты в дальнейшем Хиланом и Мартином [11]. На кинолентке шириной 16 мм с центральными перфорациями, имеющими шаг 3,81 мм, печатают два ряда изображений в противоположных направлениях так, что после проецирования одного ряда не нужно перематывать бобину, а достаточно ее перевернуть. Размеры кадра $3,5 \times 5,78 \text{ мм}$ для соотношения сторон 1,65:1 (рис. 6), перфорации $1,83 \times 1,27 \text{ мм}$.

В другом варианте для соотношения сторон кадра 1,35:1 размеры последнего $4,5 \times 6 \text{ мм}$, а перфорационный шаг такой же, как у 35-мм пленки (4,75 мм), перфорации 8-мм фильма, но повернуты на 90° (рис. 7).

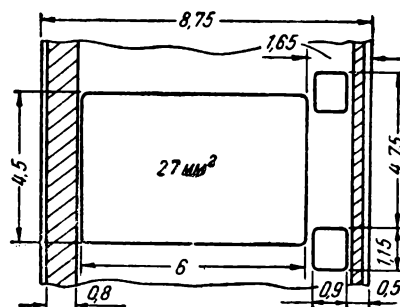


Рис. 5

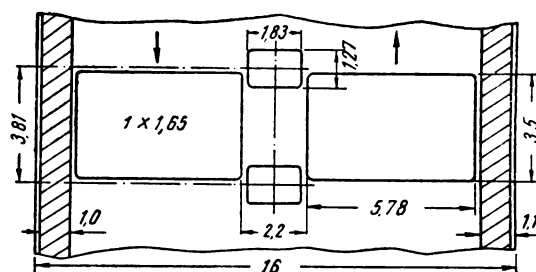


Рис. 6

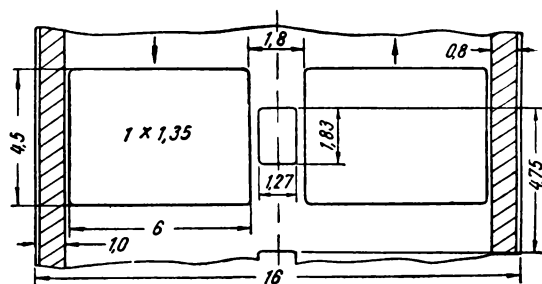


Рис. 7

Нойман и Уайт [12] рекомендуют формат «А/16», который предлагает применение 16-мм киноплёнки, транспортируемой в кинопроекторе горизонтально. На 16-мм позитиве отпечатаны в противоположном направлении два ряда изображений, из двух последующих частей фильма [3]. Размеры изображения каждого кадра составляют $4,75 \times 7,18$ мм (т. е. соотношение сторон 1,5:1), благодаря чему площадь его в 2,41 раза больше, чем в 8-мм фильме, фонограмма фотографическая с шириной звуковой дорожки 0,76 мм. Скорость движения позитива в проекторе отвечает 16-мм фильму и равна 183 мм/сек.

Другой формат «А/16 — однорядный» получается отрезыванием одной половины 16-мм копии. В этом случае позитив имеет один ряд горизонтально расположенных изображений, ширина его равна 8 мм, а скорость соответствует 16-мм фильму. У такой копии автор рекомендует применять магнитную звуковую дорожку, обычную для фильмов этой ширины.

Менжеринхозе и Винтерол предлагают систему «16 на 16» [13]. Сущность ее заключается в применении вместо 8-мм позитива киноплёнки шириной 16 мм, проецируемой при частоте 16 кадр/сек. Для получения такого позитива предлагается выборочная печать негатива, снятого с частотой 24 кадр/сек, с пропуском каждого третьего кадра. Стоимость такой цветной копии с фотографической фонограммой на 3% выше, чем 8-мм копии с магнитной фонограммой (изготовленной для частоты проекции 24 кадр/сек), а качество изображения и звука значительно выше.

Стол и Хэнсон еще в 1962 г. предложили [14] ввести новый тип 8-мм плёнок с шагом кадра 4,23 мм и размерами изображения

$4,02 \times 5,35$ мм (рис. 8). Перфорации на плёнке уменьшены по ширине до 1,02 мм, высота их оставлена без изменения (1,27 мм). Магнитная дорожка шириной 0,63 мм располагается, как и в обычных 8-мм копиях, за перфорациями.

Ни одно из рассмотренных предложений об изменении размеров узкой плёнки не было реализовано, так как это связано со значительными затратами и под силу лишь крупной фирме.

3. Киноплёнка «Супер-8» Кодак

Таким предприятием явилась фирма Кодак (США). На VI Конгрессе УНИАТЕК в октябре 1964 г. (Милан) представитель этой фирмы Эдвардс сообщил о создании нового формата 8-мм плёнки, предназначенной для учебных целей, технических и других фильмов, а также необходимой копировальной и проекционной аппаратуры для их производства и демонстрации (см. также [15 и 16]).

Из рис. 9, на котором приведены размеры новой киноплёнки, названной «Супер-8», видно, что она является дальнейшим разви-

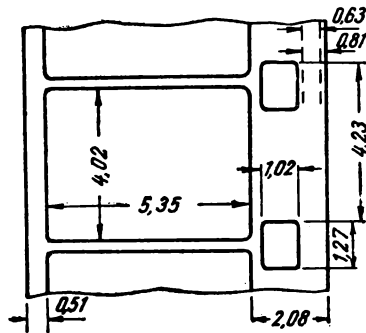


Рис. 8

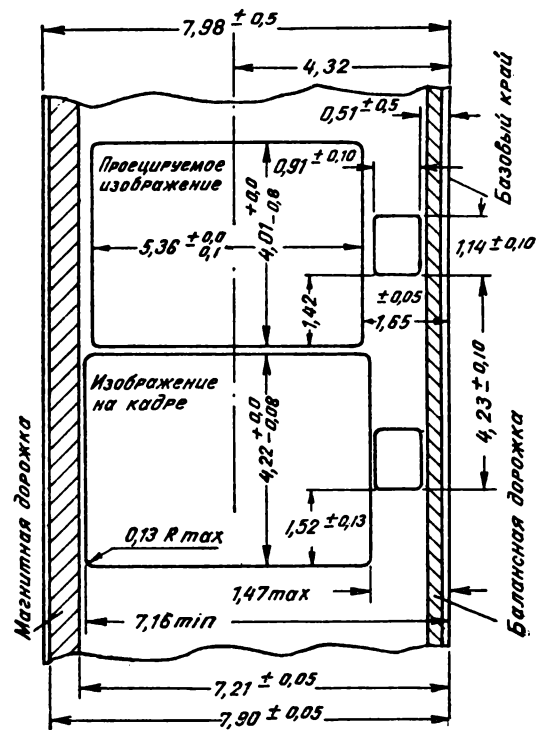


Рис. 9

тием формата, который предложили Стол и Хэнсон. Главнейшее ее отличие в том, что: 1) уточнены размеры шага перфорации кадра и изображения, 2) перфорации сдвинуты к базисному краю пленки, 3) магнитная дорожка перенесена на другую сторону пленки.

В табл. 3 даны сравнительные параметры, относящиеся к пленке «Супер-8» и обычной 8-мм.

Таблица 3

Тип кинопленки	Номинальные размеры, мм					
	шаг кадра	изображение в кадре	проецируемое изображение	площадь проецируемого изображения	перфорация	ширина магнитной дорожки
«Супер-8 мм»	4,234	4,22 × 5,69	4,01 × 5,36	21,5 мм ²	1,142 × 0,914	0,69
Обычная 8-мм	3,81	3,55 × 4,9	3,25 × 4,4	14,3 мм ²	1,27 × 1,83	0,8
Изменение размеров (округленно)	+11%	+20% +15%	+23% +22%	+50%	-10% -50%	-14%

Коэффициент использования площади пленки при проекции фильмов на пленке «Супер-8 мм» поднялся с 47 до 63%. Исследования, проведенные фирмой Кодак, позволяют заключить, что уменьшение ширины перфорации вдвое не сказалось существенно на сроке службы узкой фильмокопии при демонстрации. Увеличение же площади кадра на 50% позволило соответственно поднять световой поток проектора и улучшить резкость киноизображения. Магнитная фонограмма, скорость движения которой при частоте проекции 24 кадр/сек около 102 мм/сек (против 91 мм/сек у обычной 8-мм копии), сдвинута по отношению к изображению на $18 \pm 0,5$ кадра, как показано на рис. 10. Качество воспроизведения вполне удовле-

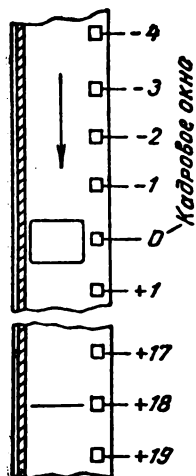


Рис. 10

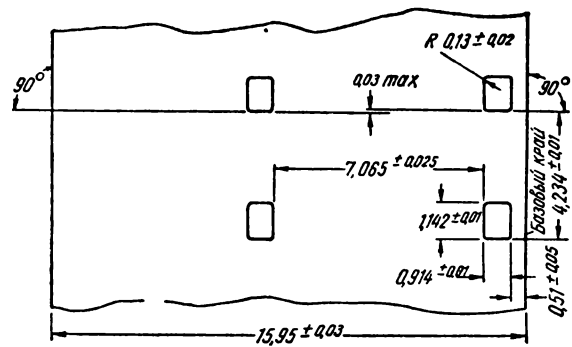


Рис. 11

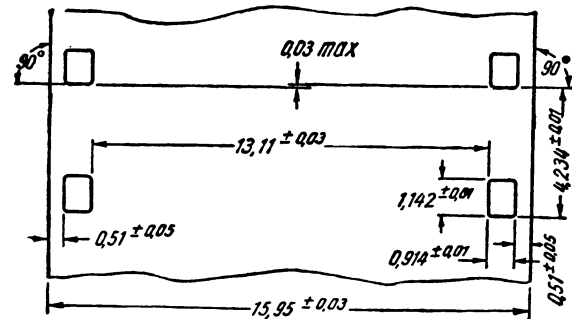


Рис. 12

творительное — частотный диапазон 80—6000 гц, динамический — около 45 дб.

Для копирования 8-мм фильмов предложено два типа 16-мм кинопленки, применяемых в зависимости от используемой оптики (с обращением изображения или без него). Как видно на рис. 11 и 12, эти пленки отличаются расположением перфораций.

После печати изображения и полива магнитных дорожек эти 16-мм кинопленки имеют вид, показанный на рис. 13 и 14. Затем они разрезаются пополам, так что каждая из копий имеет ширину 7,975 мм с допуском $\pm 0,25$ мм (см. пункт на рисунках).

4. Решает ли задачу кинопленка «Супер-8 мм»?

В развернувшейся дискуссии по вопросу о новом формате 8-мм фильмов отмечалось, что использование пленки «Супер-8 мм» встречает следующие затруднения.

1. В учебных заведениях, на различных предприятиях, в учреждениях и у частных лиц во всех государствах мира имеются миллионы 8-мм кинопроекторов, которые не

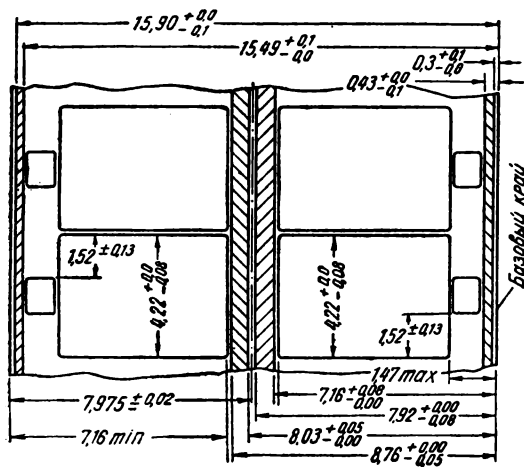


Рис. 13

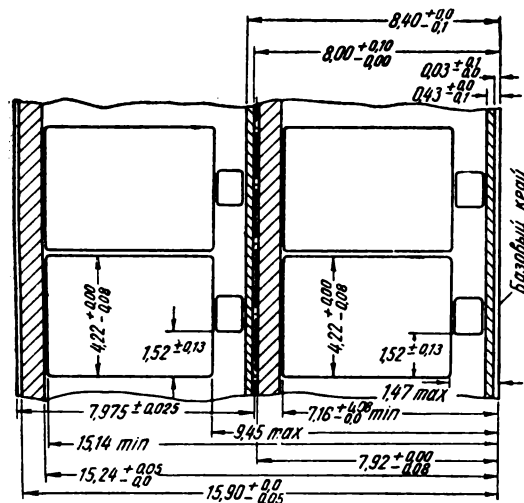


Рис. 14

смогут быть применены для демонстрации новых фильмокопий.

2. Приобретение новых кинопроекторов для фильмов формата «Супер-8 мм» потребует больших расходов, на которые не способны предприятия и лица, пользующиеся копиями на узкой плёнке.

3. Из-за наличия огромного числа узких фильмов на 8-мм плёнке старого образца и печати копий на новой «Супер-8 мм» возникают два фонда 8-мм кинокартин, что обуславливает значительные эксплуатационные трудности.

4. Миллионы владельцев 8-мм киносъёмочных аппаратов будут лишены возможности продемонстрировать снимаемые ими

фильмы на кинопроекторах, приспособленных для нового формата.

5. Выдвинутое некоторыми специалистами предложение о введении формата «Супер-8 мм» только для учебных заведений и предприятий по очевидным причинам совершенно неприемлемо.

Автор данной статьи в своем выступлении подчеркнул, что предложение об изменении размеров 8-мм киноплёнки, не учитывающее интересов миллионов кинолюбителей и владельцев съёмочных и проекционных аппаратов, а также наличия накопленного огромного фонда узкоплёночных кинокартин, бесплодно. Новая 8-мм киноплёнка должна иметь такие размеры, которые позволили бы применить ее в существующих съёмочных и проекционных аппаратах путем несложных переделок отдельных их элементов, так же как это было сделано в связи с введением 35-мм фильмов с синемаскопической перфорацией (уменьшение ширины зубцов барабанов и грейферов, смена кадровых окон в аппаратуре).

Основными требованиями к размерам новой 8-мм плёнки в связи с этим является неизменность:

- 1) ширины плёнки (8 мм);
- 2) шага кадра и перфорации (3,81 мм);
- 3) положения внешней кромки перфорации относительно края плёнки;
- 4) положения магнитной фонограммы 8-мм копии;
- 5) сдвига фонограммы относительно изображения (56 кадров \pm 0,5).

Обширные исследования, проделанные фирмой Кодак и доложенные инженером Эдвардсом, позволяют в новой плёнке:

- а) ввести более узкую перфорацию с размерами $1,15 \times 0,92$ мм;
- б) несколько поднять высоту проецируемого изображения, доведя разность между шагом кадра и ею до значения 0,22;
- в) уменьшить ширину звуковой дорожки до 0,7 мм.

На основе этих положений и уточнения существующих размеров 8-мм киноплёнки может быть предложена новая 8-мм киноплёнка, показанная на рис. 15. На рис. 16 и 17 приведены размеры изображения, снятого на этой плёнке и проецируемого на экран. В табл. 4 приведены главнейшие параметры формата «Супер-8 мм», старой 8-мм и предлагаемой новой 8-мм киноплёнок. Из этих данных можно заключить, что по использо-

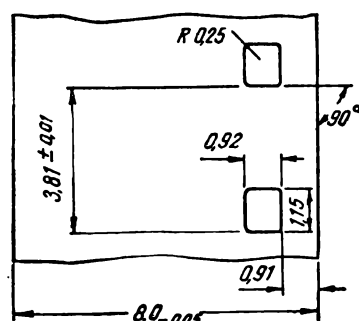


Рис. 15

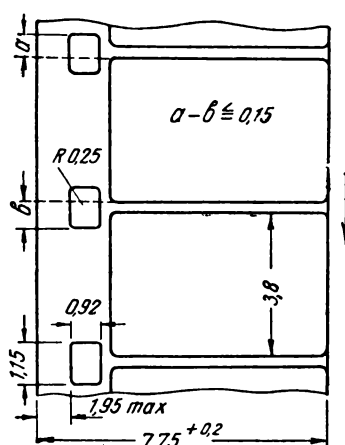


Рис. 16

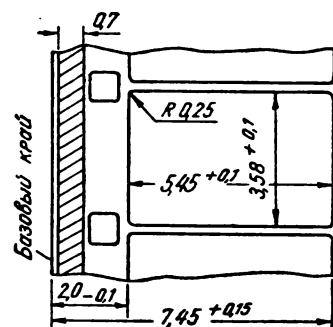


Рис. 17

Таблица 4

Тип кино- пленки	Номинальные размеры, мм						Коэффициент использования проецируемой изображений площади плен- ки, %
	шаг кадра	изображение в кадре	проецируе- мое изобра- жение	площадь проецируе- мого изобра- жения, мм ²	перфорация	ширина маг- нитной до- рожек	
«Супер-8 мм»	4,234	4,22 × × 5,69	4,01 × × 5,36	21,5	1,142 × × 0,914	0,69	63
Новая 8-мм	3,81	3,8 × × 5,8	3,58 × × 5,45	19,5	1,15 × × 0,92	0,7	64
Старая 8-мм	3,81	3,55 × × 4,9	3,25 × × 4,4	14,3	1,27 × × 1,83	0,8	47

ванию площади новая 8-мм кинопленка превосходит формат пленки «Супер-8 мм» (Кодак). То же можно сказать и о ширине кадра. По высоте проецируемый кадр на 10% меньше предложенного фирмой Кодак (3,58 вместо 4,01 мм), однако соотношение сторон изображения (1,5:1) более современно, чем у пленки «Супер-8 мм» (1,34:1). Это тем важнее, что позволяет применить более широкие экраны в 8-мм кинематографе, в котором практически нельзя осуществить широкоэкранных систем. Соответственно меньшей высоте кадра площадь его снижается примерно на 10% (19,5 мм² вместо 21,5 мм²), что (учитывая условия изготовления и проекции узких фильмов), не может иметь практического значения.

Наконец, как уже указывалось, безусловным преимуществом новой 8-мм пленки является то, что она может быть исполь-

зована в существующих съемочных и проекционных 8-мм аппаратах при легко осуществимой их переделке.

Это аппараты окажутся пригодными и для старой пленки шириной 8 мм, т. е. сохранен принцип единого фонда узкоплёночных фильмов.

Из сказанного можно заключить, что введение формата «Супер-8 мм» ничем не оправдано.

ЛИТЕРАТУРА

1. JSMPTЕ, 1963, 72, № 9, 673.
2. Техника кино и телевидения, 1963, № 6, 9—16.
3. Техника кино и телевидения, 1964, № 3, стр. 15—24.
4. JSMPTЕ, 1963, 72, № 9, 676.
5. Activités Internationales, Commission Supérieure Technique du Cinéma Français, 1964, 45.
6. JSMPTЕ, 1961, 70, № 8, 618—624.
7. JSMPTЕ, 1961, 70, № 6, 429—431.
8. Perspective, 1963, 5, № 4, 234—235.
9. Bulletin de Documentation Technique de CST «Problemes Techniques de la Diffusion audio-visuelle», 1964, июль.
10. Труды V Конгресса Международного союза технических кинематографических ассоциаций, М., «Искусство», 1964, стр. 65—66.
11. JSMPTЕ, 1963, 72, № 2, 85—86.
12. JSMPTЕ, 1963, 72, № 2, 82—84.
13. JSMPTЕ, 1962, 71, № 8, 566—568.
14. JSMPTЕ, 1962, 71, № 8, 557—562.
15. JSMPTЕ, 1964, 73, № 7, 537—543.
16. La Technique Cinématographique, 1964, 35, № 255, 201.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИРОСКОПОВ В КИНОСЪЕМОЧНОЙ ТЕХНИКЕ

778.5:62—752.4

Излагается принцип гироскопической стабилизации ручных камер, а также штативных аппаратов при киносъемке; приведены результаты производственных съемок с применением гиростабилизации.

Ручная киносъемочная камера находит все более широкое применение при создании самых разнообразных фильмов. Она проникла в космос и глубины океана, без нее не обходится ни одна современная киносъемка. Большая оперативность и малый вес сделали ручную кинокамеру незаменимой при съемке самых сложных динамических сцен. Ручную камеру широко и мастерски применяют операторы С. Урусевский, Р. Кармен, В. Дербенев, Ю. Ильенко и многие другие, что является также подтверждением перспективности и большого будущего метода съемки свободно подвижной ручной камерой.

Но в любых ли условиях съемки можно получить технически качественные результаты? Часто, например, съемка с рук ведется на ходу и даже на бегу, когда камера в чутких руках оператора сама как бы становится участником действия. Такая съемка является наиболее интересной и эффективной, но она требует от оператора навыка, физической тренировки и постоянного внимания за сохранением устойчивости камеры. Далее: очень трудно получить устойчивое изображение, а нередко и невозможно производить съемку с автомашины, едущей по неровной дороге, с вертолета, скутера и во многих других случаях, когда физические усилия оператора не в состоянии преодолеть внешние возмущения, создающие вибрацию и дрожание камеры. В таких случаях обычно прибегают к амортизации камеры путем установки ее на амортизирующие материалы (губчатую резину, синтетические пористые материалы и т. п.). Безусловно, дрожание тогда несколько уменьшается, но камера лишается своего основного качества — свободы управления.

Очевидно, что решение о стабилизации ручной камеры должно быть иным.

Внешние возмущения будут вызывать два рода перемещений камеры: линейные и угловые. Линейные перемещения вызывают смещения камеры, параллельные заданному положению. Они не вызывают дрожания и смазки изображения на экране. Даже в

крупных планах (когда могут быть заметными перемещения первого плана) они будут восприниматься не как дефект съемки, а как естественное дрожание первого плана по отношению к спокойному дальнему плану. Кроме того, руки оператора до некоторой степени играют роль стабилизатора и значительно уменьшают линейные перемещения камеры.

Значительно труднее оператору физическими усилиями уменьшить угловые перемещения камеры. Они-то и являются основной причиной брака отснятых кадров (из-за смазки, вибрации, дрожания и резких рывков изображения на экране).

Наиболее эффективным средством избавиться от угловых перемещений камеры является метод гироскопической стабилизации. Идея гиростабилизации киносъемочных камер была предложена автором статьи в 1938 г., но из-за отсутствия необходимых для этой цели электрогироскопов в то время не была реализована. В настоящее время по его предложению 1960 г. на киностудии имени А. П. Довженко изготовлен действующий макет силового гиростабилизатора для ручной камеры.

Силовой гиростабилизатор ручной камеры

Конструктивно блок гиростабилизатора состоит из четырех двухстепенных гироскопов со взаимно перпендикулярным расположением осей прецессии $I—I$ и $II—II$ (рис. 1 и рис. 2). Наружные рамки гироскопов жестко крепятся к основанию, образуя в целом гироблок, который крепится конгрессным винтом снизу к ручной камере.

Если к основанию системы камера — гироблок будет приложен внешний возмущающий момент $M_{пр}$, то пара симметрично расположенных гироскопов по оси $I—I$ или $II—II$ будет прецессировать с угловой скоростью $\omega_{пр}$, что вызовет возникновение гироскопического момента $M_{г} = H \cdot \omega_{пр} \sin(H \cdot \omega_{пр})$, который уравнивает возмущающий момент $M_{пр}$. Таким образом,

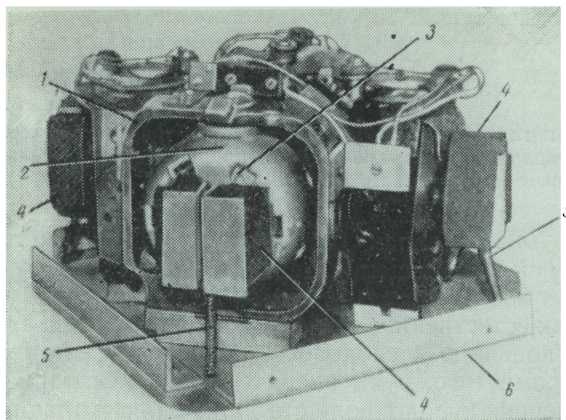


Рис. 1. Гироблок:

1 — наружная рамка; 2 — внутренняя рамка; 3 — ротор; 4 — амортизаторы; 5 — пружины; 6 — основание блока

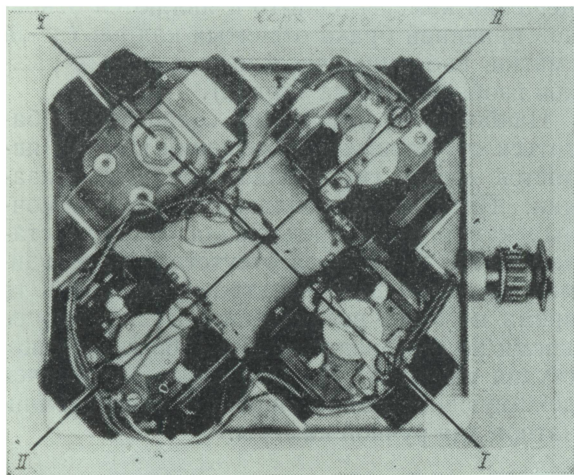


Рис. 2. Расположение осей прецессии в гироблоке

пока имеет место прецессия $\omega_{пр}$, гироскопический момент M_g уравновешивает $M_{пр}$ и основание гироблока не изменит своего положения.

Когда вектор кинетического момента совместится с вектором возмущающего момента H и M_g равно нулю, стабилизирующее действие гироскопов исчезнет и они с помощью возвратных пружин вернуться в исходное положение.

Каждая пара гироскопов по оси $I-I$ и $II-II$ имеет противоположное направление по отношению к вращению роторов. При возникновении внешних возмущающих моментов, приложенных к системе камера —

стабилизатор, прецессионные повороты парных гироскопов будут направлены тоже в противоположные стороны. Поэтому в случаях, когда величина возмущающего момента превысит гироскопический момент (при резких панорамах), гироскопы повернутся до амортизирующих упоров, а удар о них будет взаимно уравновешен и система в пространстве произвольно не отойдет от заданного пути.

Гиростабилизатор из двух пар гироскопов со взаимно перпендикулярным расположением осей прецессии стабилизирует ручную камеру в ее горизонтальной плоскости во

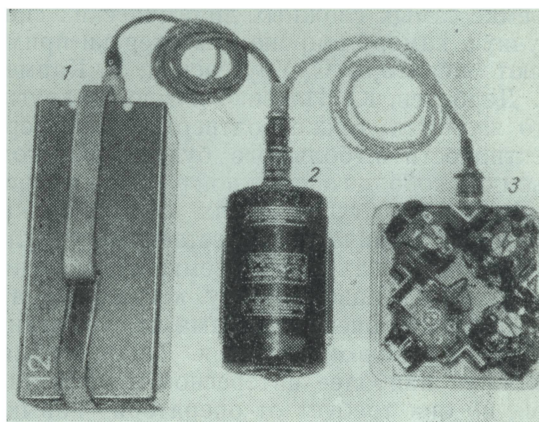


Рис. 3. Комплект гиростабилизатора:

1 — аккумулятор; 2 — преобразователь ПАГ-1Ф; 3 — гироблок

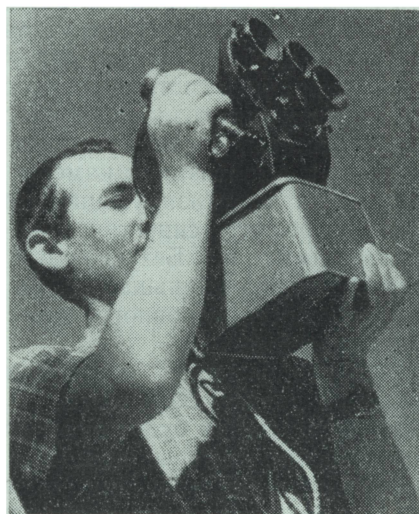


Рис. 4. Ручная камера «Конвас» с гироблоком

всех направлениях. В зависимости от направления приходящих возмущений срабатывает одна из пар гироскопов или обе (каждая пара гироскопов при этом развивает величину M_g в зависимости от величины угла, образованного осями прецессии и направлением приложения возмущающего момента). Практически силовой стабилизатор из четырех гироскопов гасит все внешние возмущения, обычно имеющиеся при неблагоприятных условиях съёмки и приводящие к угловым перемещениям камеры.

В макете силового гиросtabilизатора установлены серийные электрогиромоторы типа ГМ-4. Вес гироблока равен 3 кг.

Гироблок питается трехфазным переменным током (частотой 400 *гц*, 36 *в*, 1,3 *а*) от серийного преобразователя типа ПАГ-1Ф. Преобразователь получает ток от малогабаритного серебряно-цинкового аккумулятора напряжением 30 *в*, емкостью 25 *а·ч*. Пусковой ток в течение 1,5 *мин* разгона равен 7 *а*; при достижении гиромоторами нормальных 23 000 *об/мин* сила тока падает до 3,5 *а*. Гиросtabilизатор рассчитан на работу с ручными камерами типа «Конвас», «Спутник», 1КСШР и другими, вес которых не превышает 6 кг.

Для стабилизации ручных камер весом более 6 кг (например, с кассетами увеличенной емкости, с длиннофокусной и анаморфотной оптикой) необходимо увеличить гироскопический момент гироблока. Чтобы увеличить гироскопический момент (и уменьшить одновременно вес и габариты гироблока), нужно применять гиромоторы с числом оборотов роторов 50—60 тысяч в минуту.

Для уменьшения шума гиросtabilизатора (а также габаритов и веса системы электропитания гироблока) целесообразно вместо индукционного преобразователя (например, ПАГ-1Ф) применять малогабаритные преобразователи частот по типу разработанных НИКФИ для питания репортёрских кинокамер, устанавливая преобразователь и аккумулятор в общую сумку с наплечным ремнем. Аккумулятор напряжением 6—8 *в* будет питать электропривод камеры и преобразователь. В случае применения гистерезисного электропривода целесообразно осуществить общее питание привода и гироблока от одного полупроводникового преобразователя частот (при одной частоте).

Результаты испытаний и производственных съёмок ручной камерой с гиросtabilизатором

Съёмки производились камерой «Конвас-автомат» с мотоцикла, автомашины ГАЗ-69, грузовой автомашины по бездорожью, а также при беге и ходьбе. Материал, отснятый при помощи гиросtabilизатора, при просмотре на экране оказался хорошим, а дубли, повторенные без стабилизатора, оказались браком из-за дрожания, смазки и резких рывков изображения.

Гиросtabilизатор был применен при производственных съёмках фильма «Новеллы красного дома» производства киностудии имени А. П. Довженко 1963 г. Так, кадр «Проезд через лес» (в шестой части) снят с крыла машины ГАЗ-69 при скорости 60 *км/час* и частоте съёмки 12 *кадр/сек*. Съёмка производилась на старой грунтовой дороге с кочками и выбоинами, а на экране создается впечатление полной плавности движения, которую можно сравнить с результатами съёмки с планера. Такой же результат достигнут при съёмке кадра «Проход по винтовой лестнице на третий этаж» в эпизоде «Военная новелла» (в первой части). При съёмке на шоссе (в эпизоде «Завод») оператор находился на тележке, установленной на рельсах в кузове грузовой автомашины. При скорости 70 *км/час* по неровной дороге сделана панорама на 180° с наездом на крупный план актёра в машине. Все дубли, снятые камерой «Конвас» с гиросtabilизатором, оказались одинакового качества, а дубли, снятые «Родной» со штатива, дали брак изображения из-за сильного дрожания.

Особенно ощутимы демпфирующие свойства гиросtabilизатора в условиях, когда камера испытывает внезапные очень резкие и сильные толчки, например, при съёмках со скутера или мотоцикла. Ряд кадров эпизода «Дорога» (в финале фильма) снят с мотоцикла при скорости до 100 *км/час* и частоте 8—12 *кадр/сек*. В картину вошли только кадры, снятые с гиросtabilизатором.

При съёмке с тележки, движущейся по рельсовому пути, ручная камера со стабилизатором имеет все преимущества перед стационарной камерой на штативе — отпадает необходимость в нивелировке рельсового пути, а оператор получает возможность легко осуществлять любые панорамы. Переводы фокуса камеры, стабилизированной

гироблоком, производимые оператором без применения гибкой передачи (т. е. непосредственно рукой), не сказываются на устойчивости камеры.

Косвенная (не прямая) гиросtabilизация штативных аппаратов

Киносъемка с движения штативными тяжелыми синхронными аппаратами и средними немymi («Эра», «Родина» и др.) требует сложной технической подготовки, что ограничивает творческие возможности режиссера и оператора. Так, при съемке с рельсового операторского транспорта необходима тщательная нивелировка пути. Эта работа очень трудоемка и отнимает много съемочного времени, особенно на натуре при укладке рельсового пути по пересеченной местности. Кроме того, трудно (а чаще невозможно) скрыть рельсовый путь, что исключает съемку средних и общих планов в направлении рельсов. Сложные траектории пути еще больше затрудняют ведение съемки из-за попадания в кадр рельсового пути и сооружений, выравнивающих путь.

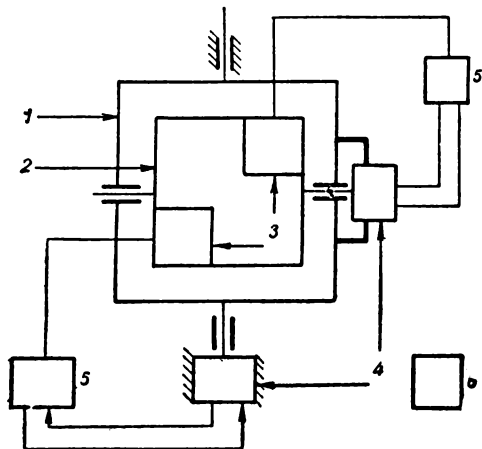


Рис. 5. Схема косвенной (не прямой) гиросtabilизации:

1 — площадка для штативной камеры; 2 — карданная рама внутренняя; 3 — двухступенчатые гироскопы; 4 — электродвигатели коррекции; 5 — усилители; 6 — источники питания

Съемка с крана требует строго вертикальной установки колонки крана. Панорамирование горизонтальной панорамной штативной камеры при съемке с пути, идущего под разными уклонами, приводит к нежелательным перекосам горизонта изображения.

Строгие требования, предъявляемые к качеству рельсов и нивелировке при их уклад-

ке, а также к специальному безрельсовому операторскому транспорту, вызваны единственной необходимостью — устранить причины возникновения внешних возмущений, приводящих к угловым перемещениям съемочной камеры.

Наиболее эффективным и экономичным средством устранения угловых перемещений штативных аппаратов при съемке с движения является применение метода косвенной (не прямой) стабилизации с помощью гироскопического индикатора-датчика и силовых исполнительных устройств.

На площадке для штативного аппарата жестко крепятся два двухступенчатых гироскопа (или один трехступенчатый). Размеры гироскопа невелики. Он не несет силовой нагрузки, а выполняет роль чувствительного индикатора, мгновенно реагирующего на внешние возмущения, приводящие к угловым перемещениям площадки. Гироскоп реагирует на все угловые отклонения площадки от заданного положения и передает команды исполнительным силовым органам, стабилизирующим площадку для камеры в строго заданном положении.

Площадка для камеры крепится на карданных подвесах (или же устанавливается на трех подвижных точках при стабилизации гидравлическим приводом). Первоначально заданное положение карданных подвесов сохраняется при любых угловых отклонениях основания при помощи коррекционных двигателей.

Компактная площадка под штатив или головку штатива может быть установлена на любом виде операторского или даже случайного (не приспособленного к операторским задачам) транспорта.

Такая схема обеспечивает высокую точность стабилизации.

Выводы

1. Применение гироскопической стабилизации кинокамер при съемке с движения расширяет творческие возможности оператора, съемки могут производиться в самых сложных условиях, не осуществимых обычными способами.

2. Целесообразно ввести силовой гиросtabilизатор в комплекты ручных киносъемочных камер, выпускаемых нашей промышленностью.

Киностудия имени А. П. Довженко

НА КИНОСТУДИЯХ

Кинодекорационные отделочные фактуры из пленок ПВХ

771.2

В практике декорационного строительства часто приходится обрабатывать поверхности под различные рельефные фактуры, например, под «штукатурку» (имеющую свыше десяти разновидностей), «бетон», «бетонную опалубку», «белый камень» и многие другие. В настоящее время это делается весьма сложно и громоздко. Предназначенная для офактуривания поверхность обивается мешковиной, которая вторично использоваться уже не может, так как приходит в полную негодность, после чего бутафоры составляют из гипса, песка, поливинилацетатной эмульсии и прочих добавок раствор и затем штукатурят. Процесс этот, как известно, трудоемкий, с низкой культурой труда и требует много времени на высыхание штукатурки. К тому же бывают случаи, когда фактура трескается и заделать трещину, а потом «подогнать» ее под цвет всей поверхности очень сложно. Кроме того, весьма трудно передвинуть офактуренную стенку, на которой «навешаны» десятки килограммов строительных материалов. При разборке таких декораций в павильоне образуется много пыли и мусора.

На киностудии «Мосфильм» при участии авторов разработан метод изготовления различных отделочных фактур не из строительных материалов, а из полихлорвиниловых пленок на вакуум-формовочных машинах.

Пленки ПВХ представляют собой пластифицированный, т. е. мягкий, поливинилхлорид. Пленки выпускаются различной толщины (от 0,04 до 2 мм) и разнообразных цветов. Рабочая температура пленок от -10° до $+60^{\circ}$ С. Ниже приведена рецептура (в весовых частях) пленок ПВХ, разработанная кунцевским экспериментальным заводом

«Искож» и практически проверенная в работе на киностудии «Мосфильм».

Компоненты	Белая пленка	Серая пленка	Светло-кремовая пленка
Смола ПФ-4	100	100	100
Дибутилфталат ДБФ (пластификатор)	20	20	20
ВСФ (стабилизатор)	16	16	16
Силикат свинца	4	4	4
Стеарат кальция	2	2	2
Литопон	—	5	—
Крон желтый	—	0,1	0,28
Сажа газовая	—	0,01	0,003
Двуокись титана	15	—	3
Ультрамарин	0,1	—	—

Эти пленки наряду с эластичностью, присущей всем пленкам ПВХ, обладают и достаточной жесткостью, необходимой для сохранения рисунка после вакуумного формования.

Выгодная отличительная особенность пленки ПВХ — отсутствие усадки. Это очень важно, поскольку при формовании имеет место большой перепад температур — от $120-140^{\circ}$ С до $20-30^{\circ}$ С.

Формы для изготовления отделочных фактур из пленок ПВХ могут изготавливаться

из различных материалов: гипса, дерева, стеклопластика, АСТ-Т, металла.

Формование. Установив форму в вакуум-формовочную машину, ее накрывают пленкой и включают вакуум. Убедившись, что пленка плотно прилегает к форме, подводят нагревательную плиту. Формование продолжается 40 сек при температуре 120° С, после чего нагревательную плиту отводят и охлаждают пленку до 20—30°. Затем включают вакуум и вынимают готовую фактуру. На оборудовании, имеющемся в буафорском цехе студии, можно изготовить рулонные заготовки фактур, которые затем монтируются в декорации. Это приемлемо для тех фактур, в рисунке которых есть элементы шва, например руст в «каменной кладке» (рис. 1) или швы в «бетонной опалубке». Склеенные или сваренные по таким местам пленки дают незаметное соединение. Сложнее обстоит дело, когда требуется получить фактуру без элементов шва в ее рисунке (например, «бетон», «штукатурку» и т. п.). Для соединения рулонов пленки с подобными фактурами можно применять фигурную сварку тепловыми роликами (рис. 2). Однако этот способ нельзя рекомендовать для широкого внедрения, поскольку значительные отходы материала (до 30%) и трудоемкость сварки удорожают процесс.

Для работ с эластичными пленками предлагается модернизировать имеющиеся вакуум-формовочные машины или изготовить специальные со следующими отличительными особенностями:

нагревательная плита должна быть установлена независимо от формовочного стола; поверхность стола, особенно его края, должна быть часто перфорирована отверстиями $\varnothing 3-5$ мм. Использование прижимных рамок не допускается.

На таких машинах можно изготовить пленочные фактуры любых размеров. Для этого из пленки сваривают или склеивают полотнище необходимого размера, а затем, передвигая его вдоль и поперек стола, производят формование. В данном случае шов пленки деформируется и становится практически незаметным (рис. 3).

Монтаж. Поскольку пленочные фактуры можно получать по размеру стен, потолка и т. п., то монтаж их производится натяжкой на заданные поверхности (как, например, мешковина). Никакой специальной подготовки поверхности не требуется. В случае



Рис. 1

необходимости пленку можно приклеить к поверхности. Для склеивания пленки ПВХ с деревом рекомендуется поливинилацетатная эмульсия (ПВАЭ), с металлом — клей АК-88, с гипсом — ПВАЭ, со стеклопластиком — клей АК-88.

Окраска. При изготовлении отделочных фактур для кинодекораций весьма желательно, чтобы цвет пленки как можно ближе подходил к цвету будущей фактуры, чтобы художникам и малярам оставалось только подтонировать фактуру. Для окраски пленки можно пользоваться клеевой крас-



Рис. 2

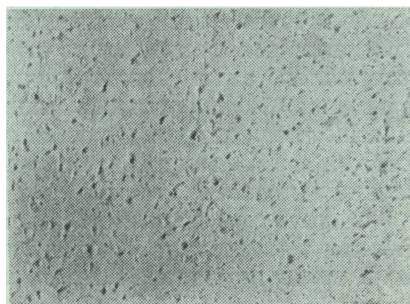


Рис. 3

кой, обеспечивающей матовую поверхность, и масляной краской, дающей глянцевую поверхность. Но эти краски, обладая невысокой адгезионной стойкостью, могут быть использованы в основном только для павильонных декораций. Для натуральных декораций, где к декоративным покрытиям предъявляются повышенные требования, следует применять краски на перхлорвиниловой смоле. Такие краски несложно изготовить в цехах студии. Они дают матовую и блестящую поверхность, хорошо держатся на пленке, эластичны, обладают большой твердостью и стойкостью.

При разборке декорации пленочные фактуры аккуратно снимаются, складываются и отправляются на склад. Хранить их нужно в сухом помещении при температуре 15—25°.

На киностудии «Мосфильм» опытные пленочные фактуры применялись в кинокартинах «Война и мир» (фактура «белый камень»), «Пядь земли» (фактура «мазанка»), «Выстрел в тумане» (фактура «бетонная опалубка»). Кроме того, исследовано воздействие на пленку солнечных лучей при съемках на натуре и лучистой энергии осветительных приборов при павильонных съемках. В последнем случае на поверхности пленки создавалась освещенность 35 000—40 000 лк (норма освещенности при съемке цветных фильмов — 5000—6000 лк).

Испытания подтвердили возможность использования пленочных фактур при отделке натуральных и павильонных декораций. Они показали также, что внедрение пленок ПВХ ведет к повышению культуры производства, расширению ассортимента отделочных фактур, экономии денежных средств. Отделочные работы могут начинаться, когда декорация еще не построена, а имеются только чертежи на нее и номера фактур, а это значительно сокращает сроки изготовления декорации, повышает оборачиваемость павильонной площади. Последнее обстоятельство особенно важно при увеличении количества выпускаемых фильмов.

В заключение нам хотелось бы заметить, что отделочные фактуры из пленок ПВХ могут найти широкое применение при телевизионных и театральных постановках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фридовская К. А., Полимерные материалы в кинодекорационном строительстве киностудии «Мосфильм», Техника кино и телевидения, 1960, № 3.
2. Шахпаронов Ю. В., Совершенствование технологии производства кинодекораций, Техника кино и телевидения, 1964, № 5.
3. Материалы симпозиума «Постройка кинодекораций и создание специальных эффектов», JSMPTЕ, 1962, № 10, 751—764.

Н. П. КАМЫНИНА, В. М. ЛЕВИН
Киностудия «Мосфильм»

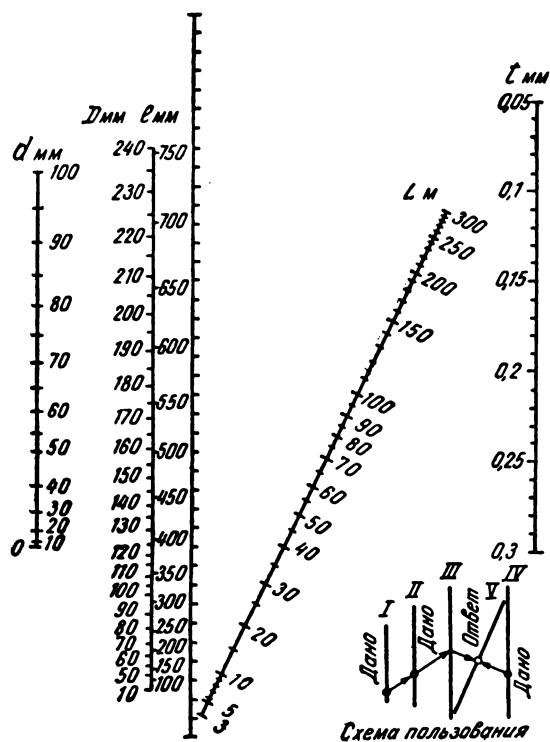
Расчет метража пленки в рулоне с помощью номограммы

778.533.97

Метод определения метража пленки в рулоне с помощью таблиц по измеренной длине наружного витка, описанный на страницах журнала [1], пригоден только для пленок одной толщины и бобышек неизменного диаметра и, кроме того, неудобен тем, что измерение длины окружности внешнего витка не может быть выполнено с большой точностью и не всегда возможно, если бобина находится в камере.

Зная диаметр рулона (или длину окружности наружного витка), диаметр бобышки и толщину пленки, метраж пленки можно вычислить с помощью несложных формул, выведенных путем следующих рассуждений. Кольцо, образованное рулоном плотно свернутой пленки, занимает площадь

$$S_p = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2), \quad (1)$$



Номограмма для расчета пленки в рулоне

где: D — наружный диаметр рулона; d — его внутренний диаметр (диаметр бобышки).

Если рулон развернуть, то площадь, занимаемая пленкой (при взгляде на ребро), будет определяться прямоугольником

$$S_p = Lt, \quad (2)$$

где: L — длина пленки; t — ее толщина.

Совершенно очевидно, что $S_p = S_n$, т. е.

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = Lt, \quad (3)$$

откуда

$$L = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \frac{1}{t}. \quad (4)$$

Подобный же вывод, но другим путем, был получен автором при определении емко-

сти улиток спиральных проявочных приборов [2].

При определении длины пленки в рулоне численных расчетов можно избежать, если для вычислений пользоваться номограммой (см. рисунок). Пользование номограммой очень просто: на шкалы I и II накладывают линейку (лучше прозрачную) так, чтобы точки, соответствующие диаметру бобышки на первой шкале и наружному диаметру рулона D (или окружности первого витка l), были соединены прямой линией. Место пересечения этой прямой со шкалой III (немой) следует отметить точкой или запомнить. Затем таким же образом накладывают линейку на отмеченную точку шкалы III и точку, определяющую толщину пленки шкалы IV. При этом на шкале V (наклонной) линейка укажет длину пленки в рулоне в метрах. Для удобства в правом нижнем углу номограммы приведена схема пользования.

Если, к примеру, $D = 175$ мм ($l = 550$ мм), $d = 50$ мм, а $t = 0,15$ мм, то длина пленки в рулоне L равна 145 м.

Чтобы обеспечить высокую точность расчетов, толщину пленки необходимо измерить микрометром с точностью до сотой доли миллиметра. Если бы фабрики, производящие кинопленку, указывали на коробках ее толщину, как это делается с магнитофонной лентой, определить метраж было бы проще.

Вычисленные по номограммам значения длин пленок хорошо согласуются ($1 \div 2\%$) с данными, приведенными в таблице работы [1], при толщине пленки $t = 0,15$ мм и внутреннем диаметре бобышки $d = 50$ мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Салиенко Е. А., Определение метража фотопленки в бобине без счетчика метров, Техника кино и телевидения, 1963, № 2.
2. Зельдин Е. А., Расчет улиток спиральных проявочных приборов, Техника кино и телевидения, 1961, № 6.

Е. А. ЗЕЛЬДИН

Метод градуировки измерителя освещенности

778.397.613

В результате годичной эксплуатации устройства для непосредственного измерения освещенности на фотокатоде супериконоскопа выяснилось, что абсолютные значения освещенности на фотокатоде не являются полноценным критерием для выбора освещенности в студии и режима телевизионной камеры. Качество изображения, получаемое от супериконоскопа, зависит не столько от освещенности на фотокатоде, сколько от величины соответствующего фототока. Супериконоскопы имеют большой разброс по чувствительности фотокатода. Поэтому было бы более правильно градуировать измеритель освещенности по силе фототока. Но, к сожалению, такая система лишена наглядности для операторов камер, привыкших оценивать освещенность в студии по световым единицам измерения.

Приемлемым решением этого вопроса явилось введение понятия о средней или эталонной передающей трубке, обладающей средним значением чувствительности фотокатода. По такой эталонной трубке производится первоначальная градуировка и последующие проверки градуировки («выставление шкалы») измерителя освещенности. При использовании прибора разброс чувствительностей фотокатодов супериконоскопов оператор воспринимает как различную потерю света в камере и компенсирует ее соответствующим диафрагмированием объективов.

Было испытано шесть трубок типа ЛИ-7 и семь трубок типа ЛИ-101 при свете от ламп накаливания (источник света типа «А»). Чувствительность фотокатодов передающих трубок ЛИ-7 лежала в интервале 28—33,5 мка/лм, а трубок ЛИ-101 50—137 мка/лм. Среднее значение чувствительности фотокатода трубок ЛИ-7 получилось 30,7 мка/лм, а у трубок ЛИ-101 (из семи трубок две резко отличались по чувствительности от остальных пяти и в расчет не были приняты) 65 мка/лм.

Чувствительность фотокатода эталонной трубки ЛИ-7 была принята равной 32 мка/лм и у трубок ЛИ-101 64 мка/лм. Вследствие кратности принятых средних значений чувствительности фотокатодов передающих трубок ЛИ-7 и ЛИ-101 и примерного равен-

ства оптимальных значений их фототоков при замене одного типа трубки другим не было необходимости изменять данные схемы усилительного блока или производить его перерегулировку. Достаточно было ввести соответствующий множитель в шкале прибора. Были приняты следующие шкалы: для трубок ЛИ-7 — 0—40 лк и для трубок ЛИ-101 — 0—20 лк. Целесообразно также нанести шкалу силы фототока (0—1,2 мка). Благодаря введению понятия об эталонной трубке оказалось возможным заменить довольно сложный оптический способ градуировки прибора весьма простым электрическим — по току в цепи фотокатода. Зависимость силы тока фотокатода I_{ϕ} (мка) от освещенности на нем E (лк) выражается уравнением

$$I_{\phi} = \epsilon ES,$$

где ϵ — чувствительность фотокатода, мка/лм; S — освещаемая площадь фотокатода, через отверстие в дне катушки переноса, равная $9,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.

Для эталонных трубок:

ЛИ-7 $\epsilon = 32 \text{ мка/лм}$, $I_{\phi} = 0,0307 E$;

ЛИ-101 $\epsilon = 64 \text{ мка/лм}$, $I_{\phi} = 0,0614 E$.

Отклонение стрелки прибора до конца шкалы получается при токе в цепи фотокатода, равном 1,23 мка.

При наличии микроамперметра достаточно высокой чувствительности градуировку и установку шкалы можно производить по схемам рис. 1, а и б.

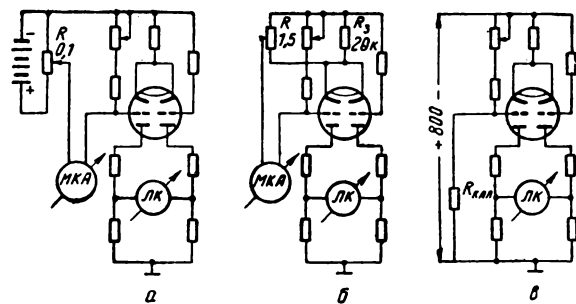


Рис. 1. Схемы градуировки при помощи:

а — микроамперметра с питанием от отдельной батарейки; б — микроамперметра с использованием падения напряжения на катодном сопротивлении усилителя прибора и в — сопротивления $R_{\text{кал}}$ с использованием источника питания фотокатода — 800 в.

При отсутствии высокочувствительного микроамперметра градуировку можно осуществлять с помощью калибровочных сопротивлений (рис. 1, в), подключаемых вместо фотокатода передающей трубки (или при закрытом объективе).

При номинальном напряжении на фотокатоде $U_{\phi} = 800$ в величина калибровочного сопротивления равна

$$R_{\text{кал}} = \frac{U_{\phi}}{I_{\phi}} = \frac{800}{I_{\phi}} \text{ Мом.}$$

$$\text{Для трубки ЛИ-7 } R_{\text{кал}} = \frac{26\,000}{E} \text{ Мом;}$$

$$\text{для ЛИ-101 } R_{\text{кал}} = \frac{13\,000}{E} \text{ Мом.}$$

Калибровочное сопротивление можно подключать тумблером T_2 (рис. 2). У нас $R_{\text{кал}} = 1 \text{ Гом}$ (E для трубки ЛИ-7 равно 26 лк и для трубки ЛИ-101 — 13 лк).

В журнале отмечалась необходимость обеспечения очень высокой изоляции цепи фотокатода ($> 10 \text{ Гом}$). Практика эксплуатации прибора показала, что лампы типа 6Н2П после 3—5 месяцев работы в усилительном блоке начинают давать утечку меж-

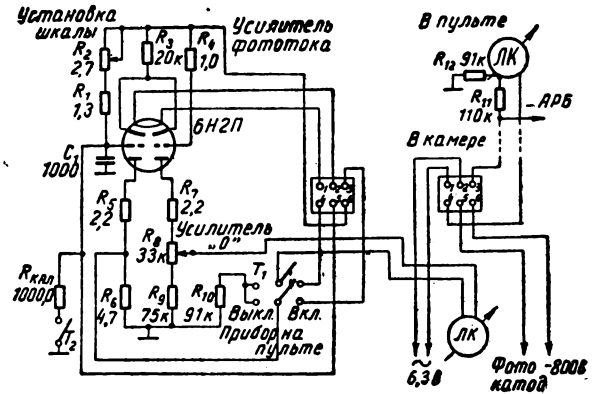


Рис. 2. Схема измерителя освещенности

ду сеткой и анодом порядка нескольких Гом и даже меньше. В результате нарушается балансировка плеч моста усилительной схемы, в предельном случае прибор «зашкаливается». Поэтому рекомендуется заменять лампы через 2—3 месяца новыми. Снятые лампы могут успешно использоваться в обычных усилительных схемах.

А. Л. ЛЕВИН
Харьковский телецентр

КОНСТРУКТОР — КИНОАППАРАТ — КИНОЛЮБИТЕЛЬ

778.5:689

О проблемах конструирования аппаратуры для узкоплёночного 8-мм любительского кинематографа.

Любой конструктор, приступающий к проектированию нового киноаппарата (проектора, принадлежности), имеет техническое задание, где перечислены все необходимые свойства будущего прибора. Но кинолюбительский аппарат — не только прибор, а и продукция народного потребления, подчиняющаяся всем законам рыночной конъюнктуры, «прихотям» покупательского спроса.

Современный покупатель предъявляет вполне обоснованные требования к киноаппаратуре и соответственно к конструктору, ее проектировавшему. Впрочем, требования эти относятся ко всему, что необходимо для кинолюбительства (а не только к аппаратуре). Все, что необходимо для киносъемки, обработки, монтажа и демонстрации узкоплёночных фильмов в любительских условиях, должно быть:

комплексным, т. е. обеспечивающим весь процесс создания фильма от начала до конца;

надёжным и безотказным в работе;

высококачественным;

удобным и несложным в управлении;

отвечающим уровню современной техники;

портативным;

обладающим современной формой и отделкой;

доступным по цене;

патентноспособным, имеющим перспективу экспорта.

Здесь нет ничего нового; многие требования могли быть включены в техническое задание (да, вероятно, и были включены). И тем не менее до сих пор нет ни одного киноаппарата (или другого кинотовара), который удовлет-

ворял бы всем этим требованиям.

Разумеется; «удельный вес» всех перечисленных требований неодинаков, но все-таки несоблюдение хотя бы одного из них вызывает законные возражения кинолюбителей, ограничивает сбыт киносъёмочной камеры, проектора, приспособления.

Могут возразить, что не все в силах конструктора (например, первые два требования); скажем, виноват ли конструктор, что к его аппарату не выпускается плёнка, а хорошо задуманная конструкция плохо выполняется при сборке на заводском конвейере?

Мы говорим о Конструкторе с большой буквы, Конструкторе, который широко осмысливает весь комплекс, необходимый для полноценного использования его детища, Конструкторе, который не допустит, чтобы задуманное им было испорчено в серии.

Весь кинокомплекс (да и не комплекс, а даже обычный современный киносъёмочный аппарат) не в силах сконструировать один человек. Но в каждом деле должен быть свой Главный Конструктор. И, конечно, хорошо, если бы был такой Главный Конструктор, отвечающий за комплексную разработку и выпуск всех товаров для кинолюбителей по всей стране, за техническую политику в этой области. Но такого нет. Координарованием здесь должен заниматься Государственный комитет, но и он, видимо, не может с этим справиться, так как предприятия-изготовители подчинены не ему, а совнархозам. И еще одно звено: институт, разрабатывающий рекомендации, интересуется не всем комплексом в целом, а лишь аппа-

ратурой... И не приходится удивляться, почему до сих пор нет, например, аппаратуры, позволяющей озвучивать фильм на 16- или 8-мм плёнке так, чтобы звук был точно синхронизирован с артикуляцией (это не столь уж претенциозное требование, если учесть, что на всесоюзные смотры любительских фильмов неозвученные ленты не принимаются).

Еще более яркий пример. Единственный отечественный киноаппарат, отвечающий большинству названных требований потребителя, — это «Экран». Маленький (тем он и хорош) «Экран» быстро завоевал симпатии кинолюбителей. Но и тут есть свое «но». Сбыт аппарата сдерживается тем, что централизованные лаборатории (например, московская) не принимают в обработку одинарную 8-мм киноплёнку, а обработка в бачке отнимает вдвое больше времени, чем обработка плёнки 2 × 8. Здесь явное нарушение первого пункта требований — не обеспечен весь процесс создания фильма, затруднена обработка, исключено обслуживание.

Кстати, смелое на первый взгляд предложение — создать в данной области главное конструкторское бюро с главным конструктором, наделённым необходимыми правами, — можно легко обосновать примерами из других отраслей, где абсолютно недопустим некомплексный подход. Попробуйте представить себе самолетостроение без главного конструктора...

И все же многое зависит от тех конструкторов, которые уже есть, которые работают, которые уже немало сделали. Мы не знаем, велика ли заслуга конструктора киноаппарата «Экран» в том, что

этот аппарат оказался самым надежным из всех выпускаемых. Может быть, конструктор сам следит за сборкой на конвейере, может быть, технология сборки продумана так, чтобы исключить дефекты, а, может, просто на заводе хорошо поставлено дело и конструктор тут ни при чем. Но мы знаем, что у этого аппарата нет дефектов конструкции, знаем, что киноаппарат «Экран» оснащен всеми принадлежностями, как никакой другой. И что самое показательное, конструктор «Экрана» т. Гайнуллин нашел своеобразный способ борьбы с таким злом, как затрудненность обработки одинарной 8-мм пленки. Он просто-напросто переконструировал «Экран» на пленку 2×8 ! Причем габариты киноаппарата увеличились незначительно. Аппарат по-прежнему остался самым портативным.

Трудно сказать, будет ли принято это предложение. Но можно предвидеть и возражения: «А как же быть тогда с «Кварцем»? Ведь если «Экран 2×8 » окажется лучше, то кто же будет покупать «Кварц»?»

Стоит ли говорить, что такие высказывания не имеют ничего общего с интересами потребителя и государства.

Однако предположение, что киноаппарат «Экран», предназначенный для кинопленки 2×8 , будет иметь преимущества перед «Кварцем», требует доказательств.

Мы уже назвали положительные качества «Экрана» — малые габариты и вес, надежность в эксплуатации и соответствие всему нашему перечню элементарных требований к киноаппаратам. Но что означают эти, так сказать «моральные» достоинства аппарата перед основными свойствами конструкции второй и третьей моделей «Кварца»? «Кварц-2» оснащен полуавтоматическим управлением диафрагмы, «Кварц-3» — объек-

тивом с переменным фокусным расстоянием. Значит, эти киноаппараты более высокого класса. У них свой покупатель, и, следовательно, с ними не может конкурировать никакой, даже самый хороший аппарат низшего класса.

Можно ли на одну чашу весов класть надежность, портативность, дешевизну и другие «товарные» достоинства, а на другую — техническую оснащенность, класс аппарата, соответствие более высокой графе ГОСТа? Да, можно. Чашу весов «Кварца» значительно облегчат серьезные конструктивные недостатки всех трех моделей, и в первую очередь недостатки видоискателей.

Видоискатели всех трех «Кварцев» обладают значительной отрицательной диоптрийностью, что делает их неудобными для кинолюбителей с нормальным зрением и неприемлемыми для операторов, страдающих дальновзоркостью. Расчетная ошибка, допущенная при разработке первой модели, не только не была исправлена, а, напротив, усугубилась при выпуске последующих модификаций.

Известно, что конструкция корпуса киноаппарата «Кварц» предусматривала возможность установки в тех же габаритах полуавтоматического экспонометра, и, следовательно, оптическая схема видоискателя должна была учитывать необходимость одновременного наблюдения границ снимаемого кадра и стрелки экспонометра. Однако только при выпуске второй модели «обнаружилось», что оптика видоискателя не позволяет наблюдать резкое изображение стрелки. Конструкторы нашли необъяснимый «выход» из положения. Окуляр видоискателя «Кварца-2» был выполнен из двух половинок линз, каждая из которых позволяет резко наблюдать что-либо одно: при наблюдении через верхнюю часть окуляра виден только снимаемый объект (с отмеченной отрицательной диоп-

трийностью), при наблюдении через нижнюю часть окуляра видна только стрелка экспонометра на совершенно размытом фоне... Ясно, что при таком решении сама идея полуавтоматики, подразумевающая одновременность наблюдения границ кадра и показаний экспонометра, оказалась опорощенной.

Выпуск афокальных насадок (к недостаткам их конструкции мы еще вернемся) и сопровождающей их дополнительной отрицательной линзы на видоискатель еще более ухудшил положение — отрицательная диоптрийность системы увеличилась. И уж совсем возмутительным фактом явился выпуск «Кварца-3» (который должен был занять место в соответствующей графе ГОСТа как аппарат высокого класса), оснащенного объективом с переменным фокусным расстоянием и сложным видоискателем, повторяющим ошибки предыдущих конструкций (рис. 1). Качество изображения, видимого в видоискателе киноаппарата «Кварц-3», не выдерживает никакой критики: диоптрийность системы сильно изменяется одновременно с изменением фокусного расстояния, стрелка экспонометра то исчезает, то появляется, наблюдается значительная дисторсия и т. д.

Повинны в допущенных ошибках только конструкторы оптики и аппарата. Их желание во что бы то ни стало сохранить найденную первоначально форму корпуса киноаппарата привело при разработке последующих моделей к пренебрежению основами оптики (да и здравого смысла) в конструкции такой элементарной системы, как видоискатель.

В аппаратах Красногорского механического завода неладно не только с видоискателем.

О недоработанности конструкции афокальных насадок свидетельствует тот факт, что часть их сначала выпускалась в оправках,

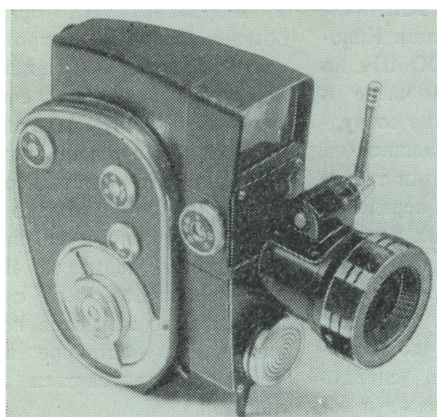


Рис. 1. Киноаппарат «Кварц-3»

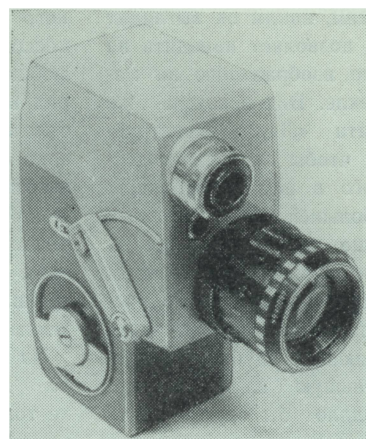


Рис. 2. Киноаппарат «Лада»

создающих на пленке эффект виньетирования. Способ установки насадок на объектив был изменен в процессе выпуска — это привело к тому, что потребители, которые приобрели теле- и широкоугольные насадки разных выпусков (и разной конструкции), не смогли ими пользоваться.

Непонятна также причина, побудившая завод изменить в киноаппарате высокого класса конструкцию счетчика на упрощенную, контактную. Известно, что отечественные кинопленочные фабрики изготовляют кинопленку разной толщины (достоинства и недостатки этого свойства пленок мы сейчас не обсуждаем). Разница в диаметре роликов пленки различных фабрик значительно снижает точность показаний контактных счетчиков, что дезориентирует кинолюбителей.

Некоторые кинолюбители высказывают предположение, что перечисленных недостатков можно бы избежать, если конструировать аппаратуру не путем развития простой модели киноаппарата в сложную, а, наоборот, разработав первоначально сложную модель высокого класса, выпускать затем на ее основе упрощенные варианты для разных категорий потребителей. Удостовериться в правиль-

ности этого предположения пока нельзя — еще ни одно предприятие так не поступало. Однако появился первый прецедент: минуя стадии развития от простого к сложному, Ленинградское объединение оптико-механических предприятий разработало и осуществило серийный выпуск нового киноаппарата высокого класса — «Лада» (рис. 2). Не предугадывая, появятся ли упрощенные варианты этого аппарата (вероятнее всего, нет — конструкция «Лады» на это не рассчитана), попробуем проанализировать его достоинства и недостатки.

Объектив с переменным фокусным расстоянием (нет сомнения, что будущее за ним) дает качественное изображение на всем диапазоне от 9 до 37 мм. Изображение в видоискателе наблюдается через основной объектив. Полностью автоматизировано управление диафрагмой. Применен более надежный экспонометр на фотосопроотивлении. Очень удачно сконструирован узел установки частоты съемки, чувствительности пленки и кратности фильтра — все делается одной головкой (она же является оправой объектива фотосопроотивления). Нельзя отказать в оригинальности и многим другим узлам аппарата.

Аппарат безусловно патентно-способен. Однако желание во что бы то ни стало придумать нечто свое, ранее никогда не применявшееся, привело и к просчетам в конструкции. Так, размещение спусковой кнопки на конце рычага, управляющего изменением фокусного расстояния объектива, — решение оригинальное. Но если рычаг расположен на боковой стенке аппарата, а нажим на кнопку также осуществляется вбок, справа налево, — качание аппарата при киносъемке с рук неизбежно в начале съемки каждого кадра.

Конструкция пленочного тракта и прижимного устройства таковы, что на зарядку и перезарядку второй дорожки пленки в камере «Лада» уходит больше времени, чем на зарядку любого другого отечественного киноаппарата.

И уже не оригинальностью, а, скорее, оригинальничанием можно назвать конструкцию замка корпуса, представляющего собой кольцо на объективе. В суматохе во время киносъемки легко повернуть кольцо замка вместо кольца наводки на резкость и засветить пленку.

Опять-таки не повезло видоискателю. Кажется, зеркальный видоискатель тем и хорош, что позволяет видеть объект съемки

именно таким, каким он выглядит на пленке, позволяет наводить на резкость по изображению на матовом стекле. Видоискатель же киноаппарата «Лада» сконструирован так, чтобы глубина резкости видимого в нем изображения была наибольшей из возможных (она больше, чем получается на пленке при задиафрагмированном до предела объективе), в то время как следовало бы применить систему, дающую глубину резкости, наименьшую из возможных, что позволило бы осуществлять наводку на резкость по матовому стеклу. При объективе с переменным фокусным расстоянием необходимость в такой наводке особенно ощущается, так как у него нет шкалы глубин резкости, наносимой на оправе (кстати, шкала могла бы быть, только не обычная, а переменная, над чем тоже следует подумать конструкторам).

Зеркальный беспараллаксный видоискатель теоретически не должен бы давать искажений. Однако в видоискателе «Лады» наблюдается (правда, незначительная) бочкообразная дисторсия, что уже никакими «объективными» причинами объяснить нельзя.

А ведь большинства этих недостатков можно было избежать, если сделать разработку конструкции нового аппарата или принадлежности гласной, доступной для обсуждения широкому кругу кинолюбителей. В этом нет ничего надуманного. Не придет же в голову швейникам запустить в серию новую модель готового платья или костюма, не поинтересовавшись предварительно отзывами покупателей. Но аппарат — не платье, и широко обсуждать его конструкцию следует значительно раньше, чем изготовление опытных образцов. Правильность этого предложения подтверждается примером той же «Лады». Опытный образец был передан Павильоном лучших образцов товаров народ-

ного потребления на испытание московским кинолюбителям. Кинолюбители указали ЛОМПУ на ряд недостатков (в том числе и отмеченных здесь), однако сотрудники объединения, сославшись на невозможность переработки технической документации, переделки штампов и на другие так называемые «объективные» причины, устранили лишь некоторые из замеченных кинолюбителями дефектов.

Из этого следует, что достоинством гласности полезно сделать не только чертежи, но даже и замысел нового аппарата. Более того, целесообразно, пожалуй, объявлять открытый конкурс на новую конструкцию киноаппарата, проектора или приспособления. Такое предложение внес недавно актив московских кинолюбителей на совещании в Центральном Доме кино.

Представители промышленности

и координирующих организаций обычно возражают против гласности, против публикации замыслов новых разработок, считая, что это противоречит патентным соображениям. Но такое возражение отпадает, если учесть, что запатентовать можно не только готовую конструкцию, но и ее еще неосуществленный замысел. Ясно одно — неповоротливость с патентованием новых замыслов недопустима, и все, достойное внимания, должно патентоваться до публикации.

Еще одно требование кинолюбителей — современность конструкций — иногда остается не выполненным конструкторами.

В современной конструкции, несомненно, должны быть учтены последние достижения техники, прибор, безусловно, должен иметь эстетически приемлемый вид. Но самое главное: компоновка но-

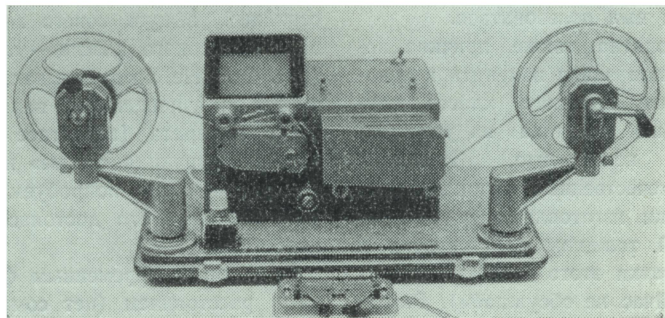


Рис. 3. Монтажный столик «Экран-8»

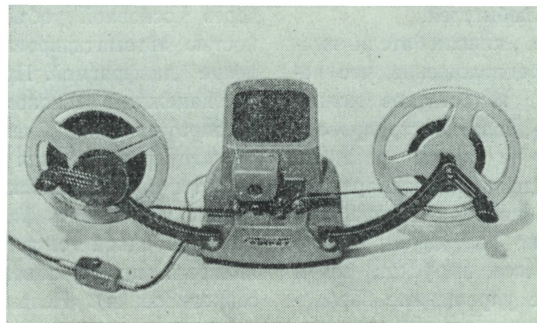


Рис. 4. Просмотровое устройство японской фирмы

винки должна быть самой совершенной из всех уже разработанных ранее отечественными или зарубежными конструкторами, ее свойства и возможности должны быть не хуже где-либо выпущенных образцов.

Очень наглядный пример несоблюдения этого требования — выпуск предприятием Московского областного Совнархоза монтажных столиков «Экран-8» (рис. 3). Его основные данные:

Размеры экрана — 49×65 мм.

Источник света — 12 в, 30 вт.

Вес — 7 кг.

Корпус — из алюминиевого сплава.

Окраска — молотковая эмаль.

Основание прибора — деревянная доска.

Для сравнения компоновки возьмем отнюдь не последнюю и не наилучшую модель просмотрного устройства (рис. 4) фирмы WALZ (Япония). Вот его данные:

Размеры экрана — 54×71 мм.

Источник света — 3 в, 4,5 вт.

Вес — 1,35 кг.

Размеры основания — 130×165 мм.

Корпус — из пластмассы.

Кожух осветителя и рычаги — металлические.

При почти одинаковых размерах экранов яркость экрана устройства фирмы WALZ несколько выше, качество же просматриваемого киноизображения примерно одинаковое.

Интересно, что точно рассчитанная оптическая система, позволившая применить экономичный источник света, выполнена наипростейшим путем: большинство деталей запрессовано или приклеено, количество резьб сведено до минимума, линзы объектива и конденсора закреплены в оправе пружинными кольцами и т. д. Главная заслуга конструкторов WALZ — хорошо продуманная компоновка, позволившая свести

до минимума габариты устройства, придать ему четкую, целенаправленную форму. Характерно, что вес всех деталей устройства оказался настолько мал, что конструкторы были вынуждены вклеить в основание прибора чугунную чушку, чтобы уравновесить расположенный с другой стороны трансформатор и придать устойчивость прибору.

Перед конструкторами монтажного столика «Экран-8» стояла та же задача. Они должны были сконструировать прибор, дающий те же конечные результаты и позволяющий при монтаже просматривать фильм на небольшом экранчике. Им должно было быть известно все, что в этой области сделано в какой-либо стране. Они обязаны были сделать шаг вперед, создать что-то свое, новое, отличное от других, уже известных конструкций. Но они создали громоздкий, неудобный, тяжелый агрегат, некоторые узлы которого как две капли воды похожи на зарубежные образцы. По внешнему виду прибор подходит для оснащения заводского цеха или лаборатории, но его трудно совместить с обстановкой жилой комнаты...

Менее всего мы хотим, чтобы результатом этой статьи было, скажем, немедленное прекращение выпуска монтажных столиков. Столик «Экрана-8» пользуется спросом потребителей, и в этом нет ничего удивительного — лучших пока нет. Но напомним, что кинотовары из дефицитных (каковыми они были до сих пор) переходят в категорию достаточных товаров. Это значит, что те же монтажные столики, если их выпустить в достаточном количестве, могут потерять покупателя, так как его перестанут удовлетворять цена и качество товара. И еще один вывод: если то

или иное предприятие разработает новую модель монтажного прибора и, таким образом, выпустит в свет более современный образец, то старый немедленно потеряет спрос. Вот тогда и следует прекратить его выпуск. Именно прекратить, потому что «улучшить» ту же компоновку невозможно, нужно конструировать новый, современный.

Нереальной также представляется дальнейшая «эволюция» «Кварца». Модель «Кварц-3» убедительно показывает, что конструктивное решение зашло в тупик из-за желания сохранить неизменной форму корпуса (по-видимому, только эта причина помешала в «Кварце-3» сделать зеркальный видоискатель).

Мы надеемся, что киноаппарат «Лада» будет иметь будущее, и это опять-таки зависит от конструкторов — сложат ли они оружие или предпримут все усилия, чтобы доработать «Ладу», сделать ее действительно лучшей отечественной моделью.

Мы убеждены, что так успешно начавший свой путь киноаппарат «Экран» станет самым массовым, самым доступным киноаппаратом простого и среднего класса, а переделка его на киноплентку 2×8 откроет для него широчайший рынок (в том числе и за рубежом). Мы убеждены, что его конструктивное решение не останется неизменным, а будет развиваться в ногу со временем.

И наконец, мы уверены, что руководство делом производства кинотоваров в нашей стране претерпит серьезные изменения, что будет создана головная организация, которая по-настоящему крепко будет держать в руках разработку и производство всего необходимого кинолюбителям, будет в первую очередь считаться с их интересами.

В. И. УШАГИНА

ВЫСТАВКА КИНО- И ТЕЛЕВИЗИОННОЙ ТЕХНИКИ В МИЛАНЕ

778.5+621.397.62(064)»

Приведено описание кинотелевизионной камеры для съемки на 16-мм киноплёнке, профессиональной и любительской проекционной аппаратуры и кинодемонстрационных устройств, экспонированных на выставке в Милане в 1964 г.

В октябре 1964 г. в одном из салонов Миланской торгово-промышленной ярмарки была открыта выставка новой техники кино, телевидения, а также разнообразных кинотоваров, в которой принимали участие многочисленные фирмы стран Западной Европы, США, Японии.

Съемочная аппаратура и кинопроекторы для профессиональной и любительской кинематографии, оборудование телевизионных студий, кинодемонстрационные установки, фотоаппараты, экспонометры, лампы для кино- и фотосъемок, проекционные лампы, киноэкраны, киноплёнки — вот примерный перечень аппаратуры и кинотоваров, которые были представлены на выставке.

Не ставя себе целью дать подробное описание выставки, остановимся на некоторых аппаратах и устройствах, представляющих известный интерес.

Кинотелевизионная камера для 16-мм плёнки

Французская компания Томпсон Хьюстен (CFTH) продемонстрировала комбинированную кинотелевизионную камеру ТН.Т605 (рис. 1), применяемую в студийных условиях и для репортажей. Телевизионное изображение объекта съемки фиксируется в камере на 16-мм киноплёнку.

В общий звуконепроницаемый бокс заключены кино- и телевизионная камера со всеми вспомогательными элементами. Бленда и видоискатель съемные. Камера снабжена ручками для переноски, в верхней части имеется крышка, которая быстро снимается, давая доступ к кассете емкостью 300 м.

Электронный видоискатель расположен в задней части бокса, оптическая система — в передней части устройства. Справа находится ручка для фокуси-

ровки. Над камерой помещена сигнальная лампа, которая зажигается, если камера включена на передачу, одновременно включается индикатор фокусного расстояния. Камера приспособлена для использования на универсальном штативе с замком в форме ласточкиного хвоста.

Комбинированная камера ТН.Т605 имеет: устройство для наводки на резкость; ручное управление диафрагмой объектива; индикатор фокусного расстояния, установленный под экраном видоискателя;

электронный видоискатель в виде специального отсека с регулировкой яркости и контрастности изображения;

блок развертки, основные схемы которого выполнены на съемных платах, что позволяет осуществлять быструю взаимозаменяемость этих вспомогательных устройств и облегчает эксплуатацию оборудования.

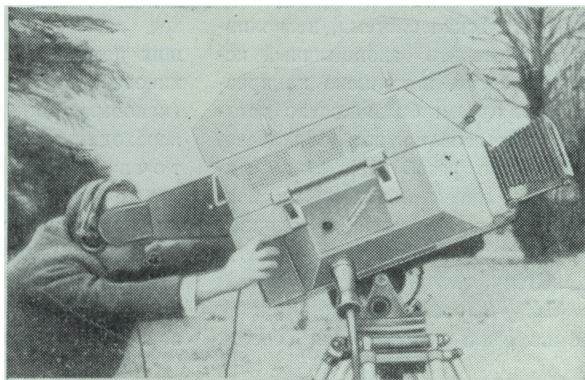


Рис. 1. Кинотелевизионная камера ТН.Т605 для 16-мм плёнки

Характеристика отдельных элементов камеры

Оптика. В оптической системе использован объектив «Анженье» с переменным фокусным расстоянием $F = 12 \div 120$ мм, 1:2,2. Два изображения, даваемые объективом, направляются: одно на трубку (видикон), другое на кинолентку.

Блок развертки ТН.Т601 (рис. 2) включает в себя: отклоняющие и фокусирующие катушки, образующие экранированный блок, в центре которого находится видикон; схему горизонтальной развертки, смонтированную на отдельной панели (элементы регулировки амплитуды и центровки горизонтальной развертки расположены на задней стороне бокса); систему безопасности (защищает видикон в случае отсутствия тока в одной из отклоняющих катушек), расположенную на съемной панели, усилитель высокой частоты, входной каскад которого работает на электронной

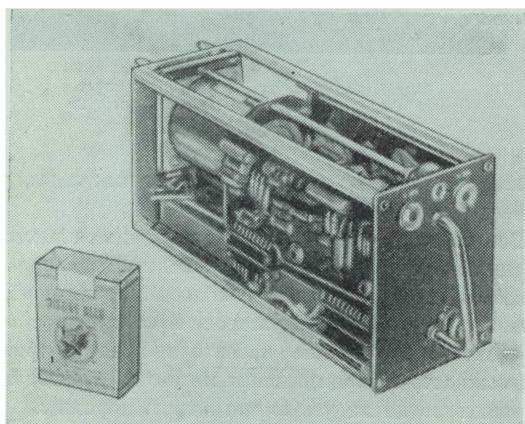


Рис. 2. Блок развертки ТН.Т601

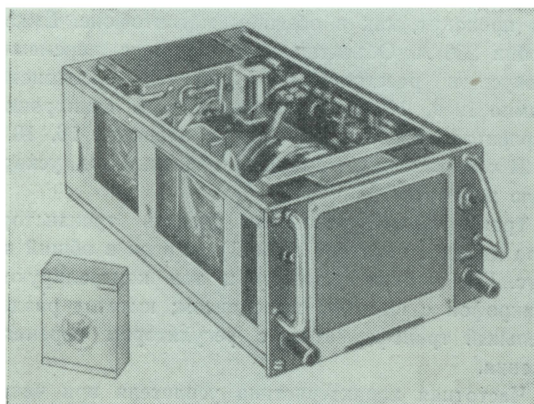


Рис. 3. Блок электронного видеискателя ТН.Т602

лампе «Нювистор», все остальные каскады — на транзисторах.

Ток фокусирующей катушки и напряжение, необходимое для работы видикона, регулируются в блоке канала.

Напряжение мишени регулируется либо вручную, либо с помощью следящей системы, обеспечивающей постоянный уровень сигнала видеочастоты. Схема вертикальной развертки, элементы регулировки амплитуды и центровки также находятся в блоке канала.

Электронный видеискатель ТН.Т602 (рис. 3) снабжен электронно-лучевой трубкой прямоугольной формы с диагональю 17 см. Видеосигнал, модулирующий луч трубки, усиливается усилителем видеочастоты. Имеется корректор, компенсирующий искажения, вносимые камерным кабелем. Электронно-лучевая трубка питается напряжением 12,5 кв.

Переговорное устройство. Гнездо для подключения микротелефона оператора находится на задней стороне камеры. Переговорное устройство, выполненное полностью на транзисторах, позволяет осуществлять связь между режиссером и оператором.

Камерный кабель может иметь длину до 300 м. Используется длина, кратная 50 м.

Электрические и механические характеристики камеры:

частота съемки — 25 кадр/сек;
 движение пленки прекращается менее чем за 1 сек после выключения камеры;
 камера питается от однофазной сети напряжением 110 или 220 в (50 гц), допускается отклонение $\pm 6\%$;
 потребляемая мощность 300 ватт; источник постоянного тока 24 в;
 телевизионный стандарт — 819 и 625 строк;
 освещенность — не менее 500 лк;
 резкость — 600 строк в центре изображения.
 габариты (без видеискателя и бленды): длина 730 мм; ширина 505 мм; высота 600 мм. Вес 60 кг.

Комплект камер в количестве трех-четырех позволяет отснять спектакль, передаваемый по телевидению, или какую-либо другую программу.

Благодаря автоматическому устройству, производящему маркировку полученных кадров от нескольких камер, облегчается монтаж фильма, который может точно воспроизводить программу, переданную в эфир.

Синхронизация двигателей осуществляется специальной системой таким образом, что световые маркирующие импульсы на всех пленках занимают одно и то же положение.

Максимальный сдвиг между изображением и звуком не превышает $1/25$ кадра.

Кинопроекционная аппаратура

Новая модель итальянского универсального кинопроектора FEDI 70-35 отличается рядом технических особенностей. В проекторе в качестве источника све-

та используется ксеноновая лампа мощностью 2000 или 6500 *вт* (срок службы 1000 *час*) фирмы ОСРАМ.

Специально сконструированное для новой модели проектора сматывающее и наматывающее устройство располагается под головкой проектора и имеет бобины емкостью 4000 м для 70-мм фильма и 6000 м для 35-мм фильма.

Проектор имеет ряд элементов для автоматизации процесса демонстрации фильма: дистанционное управление объективами с помощью специально установленных электродвигателей, автоматическую установку кадра.

Фирма Оффичине Пио Пион представила ряд кинопроекторов для 70-, 35- и 16-мм фильмов.

На рис. 4 показан общий вид проектора «Супер сайленс» (бесшумный) для 35-мм фильмов, предназначенного для домов культуры, клубов и других подобных установок. Как видно из рисунка, проектор — полустационарного типа, работает с ксеноновой лампой мощностью 450 *вт* или проекционной лампой накаливания 1000 *вт*. Емкость кассеты 1800 м. Проектор обеспечивает воспроизведение оптической и магнитной фонограммы. В проекционный комплект установки входят: автотрансформатор 220/380 *в*, усилитель на 20 *вт* выходной мощности, громкоговоритель, четыре бобины на 1500 м каждая и одна бобина на 1000 м.

В создании проекционных аппаратов для 8-мм фильмов наиболее заметны новые тенденции, выражающиеся в упрощении эксплуатации кинопроекторов: автоматическая зарядка, использование зарядных кассет, применение объективов с переменным фокусным расстоянием, использование в качестве ис-

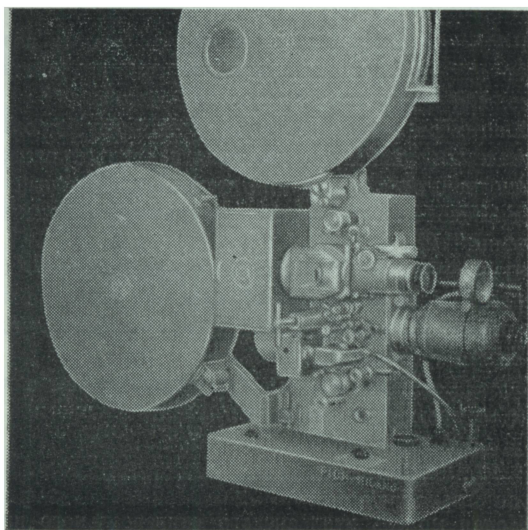


Рис. 4. Общий вид кинопроектора Пио Пион «Супер Сайленс»

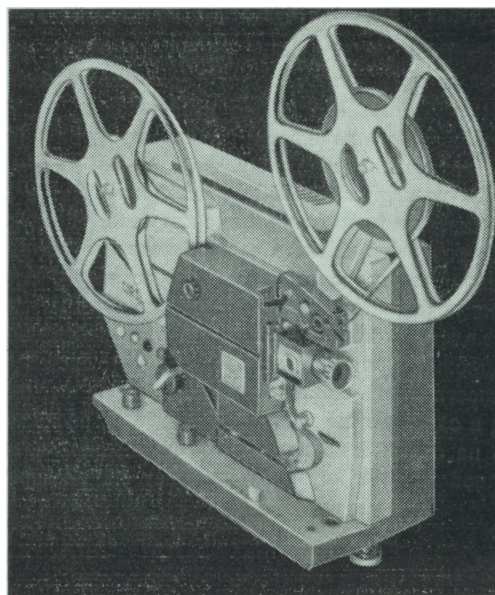


Рис. 5. Общий вид кинопроектора для 8-мм фильма «Чирсе Соунд 2»

точника света низковольтных зеркальных ламп, увеличение вместимости бобин.

Все большее число новых моделей кинопроекторов предназначены для проекции звуковых 8-мм фильмов с совмещенной магнитной дорожкой. Усилитель, как правило, транзисторный, встроен в корпус проектора. Звуковое оборудование проектора предусматривает возможность воспроизведения магнитной фонограммы и запись звука на узкую магнитную дорожку.

В качестве примера приведем итальянский кинопроектор «Чирсе Соунд 2». На рис. 5 показан общий вид проектора. Фильм в проектор заряжается автоматически до магнитной головки, а у магнитной головки (расположена в нижней части проектора) пленка проходит, как в обычном магнитофоне. Емкость бобин 250 м. Объектив типа «Зум» с переменным фокусным расстоянием 15 ÷ 25 мм; проекционная лампа 12 *в*, 100 *вт*; электродвигатель асинхронный. Проектор обеспечивает частоту проекции 16, 18, 20 и 24 *кадр/сек*, имеет прямой и обратный ход, ускоренную перемотку.

Транзисторный усилитель (девять транзисторов, два диода с печатной схемой) встроен в общий корпус. При записи громкость и тон контролируются; микрофон с высоким импедансом; имеется раздельный трансформатор с регулятором перенапряжения.

Частотная характеристика усилителя при частоте проекции 16—18 *кадр/сек*, 40 ÷ 8500 *гц*, при 24 *кадр/сек* 40 ÷ 10 000 *гц*. Громкоговоритель — спе-

циальный для бестрансформаторной схемы высокого качества. Чувствительность по микрофонному входу 0,5 мв, по высокоомному входу звукопередатчика 100 мв.

В проекторе имеется пять контрольных ламп, четыре из которых отмечают положение переключателя, а пятая — пикиндикатор при записи. Выходная неискаженная звуковая мощность 4 вт.

Расстояние между изображением и звуком в соответствии с международным стандартом составляет 56 ± 1 кадр.

В нерабочем состоянии проектор устанавливается в акустический чемодан с громкоговорителем.

Представляет интерес кинопроектор «Ферчайлд-400» (США) с кассетной зарядкой и просветным экраном, предназначенный для демонстрации 8-мм звуковых фильмов с совмещенной магнитной фонограммой.

Конструктивно аппарат выполнен в виде чемодана. На рис. 6 показан внешний вид проектора со стороны экрана при открытой передней крышке чемодана. Кассета с фильмом в 120 м помещается в нижней части чемодана, общий вид которого со стороны фильмопротяжного тракта показан на рис. 7. Из кассеты фильм вытягивается комбинированным зубчатым барабаном 1, в фильмовом канале 2 пленка протягивается двузубым рейфером. В звуковом блоке 3 осуществляется чтение магнитной фонограммы. Расстояние между изображением и звуком составляет 56 кадров, возможный асинхронизм в пределах $48 \div 60$ кадров устраняется с помощью синхронизирующего рычага 4. Комбинированный зубчатый барабан и направляющие ролики имеют большой диаметр, что создает условия наилучшей сохранности демонстрируемого фильма.

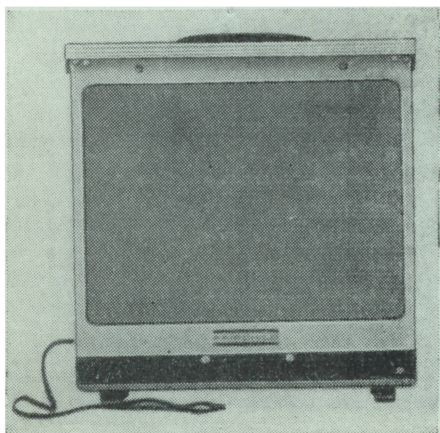


Рис. 6. Кинопроектор «Ферчайлд-400» с открытой крышкой

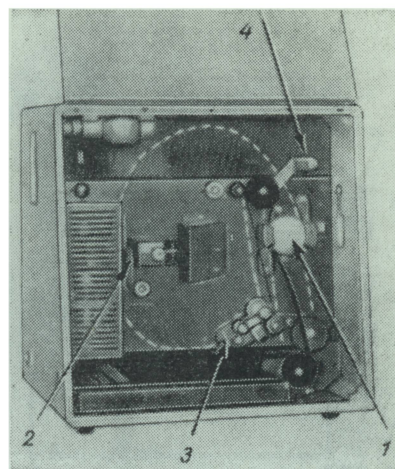


Рис. 7. Общий вид кинопроектора «Ферчайлд-400» со стороны фильмопротяжного тракта

Проектор «Ферчайлд-400» имеет следующую техническую характеристику:

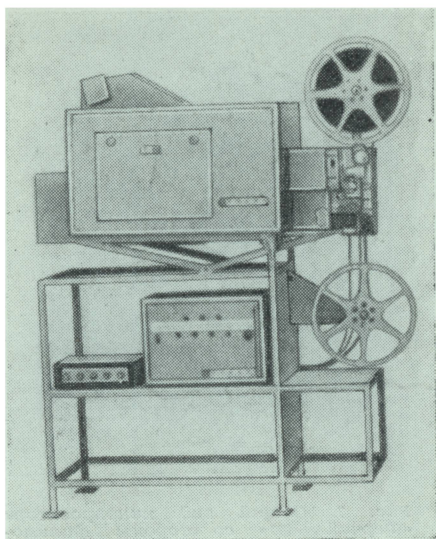
размеры экрана — 280×210 мм;
 продолжительность показа фильма одной кассеты — 20 мин;
 смазка не требуется в течение 500 час работы, так как применены металло-графитовые подшипники и самосмазывающиеся пластмассы;
 зеркальная проекционная лампа 50 вт, 8 в располагается непосредственно у фильмового канала, срок службы 25 час при номинальном напряжении, 100 час — при пониженном;
 объектив с $F = 7$ мм, 1 : 1,6;
 усилитель работает на высококачественных транзисторах;
 частотная характеристика $80 \div 7000$ гц при отклонении на ± 3 дб;
 электродвигатель — индукционного типа;
 включается в сеть напряжением 105–125 в;
 потребляемая мощность 100 вт;
 габариты кинопроектора: $306 \times 300 \times 250$ мм (в закрытом чемодане); вес 7 кг.

Проектор «Ферчайлд-400» удобен и надежен в эксплуатации, подготовка к работе и включение занимают несколько секунд. Не требует затемненного помещения. Изображение, создаваемое проектором, напоминает телевизионное, но лучше по качеству и не требует в процессе работы никаких регулировок. Проектор находит широкое применение в школах, на выставках и т. д.

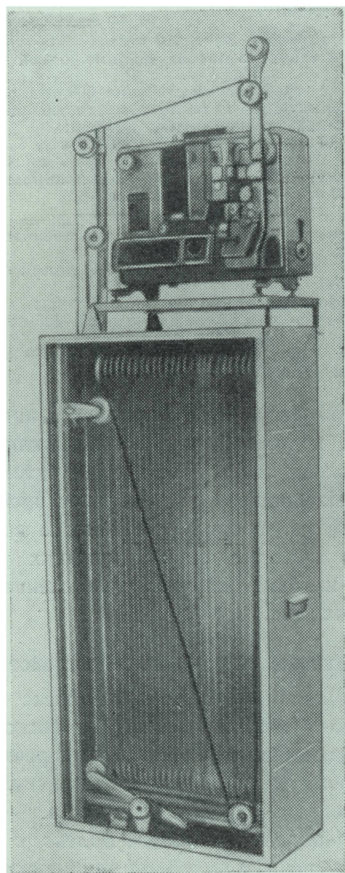
Кинодемонстрационные устройства

Швейцарская фирма Пайярд-Болекс представила на выставку комплект демонстрационного устройства (рис. 8), состоящего из 16-мм кинопроектора, непрерывного разматывающего устройства, синхронизирующего и программирующего устройств.

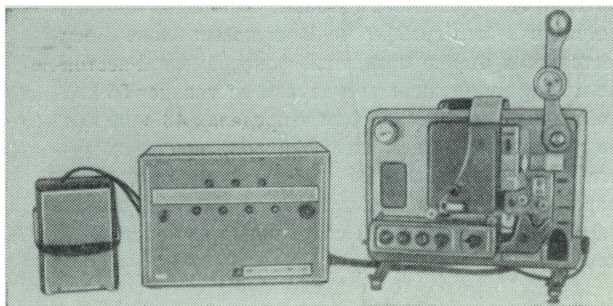
16-мм кинопроектор Пайярд-Болекс с ксеноновой лампой был специально создан для проекции на экран большого размера, при дневном свете и для сквозной проекции. Его световая отдача позволяет получать



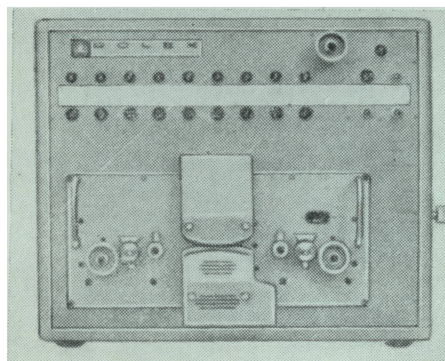
а



б



в



г

Рис. 8. Комплект кинодемонстрационного устройства Пайярд-Болекс

изображение хорошего качества на экранах любых размеров. При дневном рассеянном свете можно получить хорошие результаты на экране шириной 2,5 м. Проектор имеет устройство для магнитного и оптического воспроизведения звука; может соединяться с устройством для непрерывного сматывания пленки. Синхронизация осуществляется с помощью системы Интерлок Пайярд-Болекс. Устройство синхронизации питается от выпрямителя, собранного на транзисторах. Проектор со съемными элементами устанавливается на движущейся тележке (см. рис. 8, а).

Непрерывное разматывающее устройство Пайярд-Болекс для 16-мм пленок и магнитных лент (см. рис. 8, б) имеет два анодированных алюминиевых цилиндра, вращающихся на двух параллельных осях. Пленка наматывается на эти цилиндры, однако петли ее не соприкасаются друг с другом. Каждый цилиндр имеет 28 канавок, служащих для направления пленки. Пленка удерживается по краям таким образом, что поверхность изображения не соприкасается с металлическими деталями. В случае разрыва пленки специальное устройство размыкает электрическую цепь проектора. Разматывающее устройство помещается в раму, закрытую с трех сторон листовой сталью, спереди находится съемная стенка из плексиг-

гласа. Емкость: 70 м 16-мм пленки или магнитной ленты; если поместить два разматывающих устройства последовательно, емкость составит 140 м. Так как изображение не соприкасается с механическими элементами, продолжительность использования копии практически неограниченна. Пленка может быть повреждена только при зарядке или вынимании ее из прибора. При подсчете числа необходимых копий исходят из 2500 демонстраций для каждой копии.

Габариты устройства: высота 129 см, ширина 64,5 см, глубина 30,9 см.

Устройство для синхронизации Интерлок Пайярд-Болекс (см. рис. 8, в) позволяет синхронизировать любое число проекторов, считывающих и программирующих устройств. Допуск составляет $\pm 1/2$ кадра. Такая система имеет большие преимущества для демонстрации, так как все приборы начинают работу, вращаются и останавливаются абсолютно синхронно. После остановки нет необходимости возвращать к нулю всю установку. Кроме того, если почему-либо нужно остановить один из приборов, он может быть выключен так, чтобы не останавливать всю установку. Это осуществляется при помощи электронного устройства, управляемого фотоэлементом, который выдает импульсы после каждого цикла. Импульс автоматически вводит остановившуюся машину в синхронную цепь.

Для упрощения пуска установки и обеспечения одновременно с этим защиты пленки каждый кинопроектор имеет пусковое устройство, которое включает проекционную лампу только после достижения скорости 23 кадр/сек и выключает ее, когда скорость ниже этой величины.

Программирующее устройство Пайярд-Болекс (рис. 8, г) имеет десять каналов управления, девять из которых могут использоваться для управления приборами или отдельными элементами. Десятый канал служит для того, чтобы перевести всю установку на нуль после каждого цикла. Импульсы выдаются электронным устройством с фотоэлементом. Перфорированная 16-мм непрозрачная лента протягивается между лампой и считывающей головкой, состоящей из десяти фотоэлементов. Перфорации ленты дают командные импульсы для различных приборов. Электрический сигнал от фотоэлемента включает реле, которое в свою очередь приводит в действие один из приборов.

Лента проходит с той же скоростью, что и магнитная лента воспроизводящего устройства или пленка в проекторе. Непрерывное движение обеспечивается разматывающим устройством, а синхронизация осуществляется при помощи устройства Интерлок Пайярд-Болекс.

Воспроизводящее устройство. Фирма Сондор из-

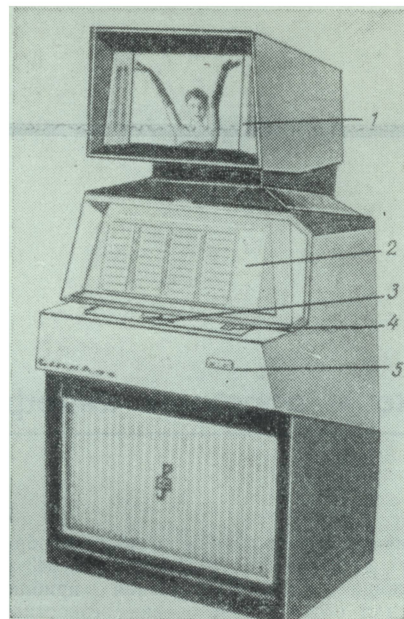


Рис. 9. Общий вид демонстрационного устройства Синебокс

готовила для системы Пайярд-Болекс трехканальную звуковую установку, позволяющую давать пояснения на трех языках. Установка позволяет получать стереофоническое воспроизведение звука. Работает с магнитной 16-мм лентой, может иметь разматывающее устройство. Синхронизация осуществляется той же системой.

Приведенное описание демонстрационного устройства позволяет предположить, что его целесообразно использовать в больших учебных аудиториях, в лекционных залах и музеях во время чтения лекций на научные и познавательные темы, а также в больших выставочных залах.

Демонстрационное устройство Синебокс (фирма SIF, Италия) рассчитано на автоматический показ 40 программ фильмов на 16-мм пленке. В верхней части устройства расположен просветный экран 1 (рис. 9), ниже — указатель всех программ 2. Выбрав отдельную программу, поворачивают рукоятку 3 до номера, соответствующего номеру выбранной по указателю программы. Демонстрация выбранной программы начинается после включения монетного включателя 4. С помощью кнопок 5 аппарат включается в сеть или выключается.

В нижней части аппарата расположен усилитель, работающий на транзисторах, и два громкоговорителя.

Весь процесс работы автоматизирован.

Создаваемая яркость экрана позволяет устанавливать прибор в хорошо освещенном помещении.

Съемка и проекция кинофильмов

771.537.623

778.3

Объективный метод оценки резкости изображения, Э. М. Крейн, JSMPTЕ, 1964, 73, № 8, 643—647.

Предложена экспериментальная приближенная формула для объективной оценки резкости изображения, основанная на функции переноса модуляции (частотно-контрастной характеристике), позволяющая легко сравнивать между собой различные изображающие системы и, в частности, предсказывать резкость изображения в сквозном кинематографическом процессе. «Число четкости», характеризующее резкость изображения, определяется по формуле

$$120 - 25 \lg \left[\sum_{i=\text{камера}}^{\text{наблюдатель}} \left(\frac{200m}{S_i \text{ фпм}} \right)^2 \right],$$

где m — отношение ширины изображения на сетчатке глаза наблюдателя к ширине изображения в соответствующей ступени формирования изображений (например, в камере, на пленке и т. д.); $S_i \text{ фпм}$ — площадь кривой функции переноса модуляции в ступени i , ограниченная диапазоном пространственной частоты от 0 до значения, при котором величина функции переноса становится недопустимо малой. Размерность $S_i \text{ фпм}$ выражается в мм^{-1} . Число ступеней i зависит от типа изображающей системы. Для нормального процесса получения и демонстрации фильмокопии число ступеней i равно 11 (камера, негатив, коппраппарат, промежуточный позитив, коппраппарат, контратип, коппраппарат, фильмокопия, проектор, экран, наблюдатель). В последней ступени значение m , очевидно, равно 1.

Коэффициенты 120, 25 и 200 выбраны из условия получения значений «чисел четкости», у которых уменьшение на одну единицу вызывает различимое глазом снижение резкости. Указывается, что «число четкости», превосходящее 99, соответствует «отличной» резкости, превосходящее 90 — «хорошей», 80 — «удовлетворительной» и 70 — минимально допустимой резкости.

В заключение приведены «числа четкости» для различных пленок и процессов получения изображения (в пределах от 99,9 до 66,5). Библиография — 10 наименований.

Л. Т.

Воспроизведение предметов с использованием кинематографа, Perspective, 1964, 6, № 2, 106.

Предмет помещают на вращающийся стол перед кинокамерой. Съемка и вращение стола связаны таким образом, что экспозиция происходит через 1° поворота стола. После завершения полного оборота пленку обрабатывают и полученный фильм служит программной лентой для гравировальной машины. Фотоэлектрическое сканирование силуэта снятого предмета и передача сигналов сканирования на исполнительный орган гравировального автомата приводят к воспроизведению предмета.

Е. Н.

778.551

8-мм звуковой кинопроектор, Perspective, 1964, 6, № 2, 104.

Портативный звуковой 8-мм кинопроектор имеет встроенный экран размером $89 \times 113 \text{ мм}$. При подъеме крышки экран занимает рабочее положение и одновременно включаются лампа и усилитель. Питание производится от заряжаемой никеле-кадмиевой батареи, обеспечивающей работу в течение 8 часов с одного заряда. Зарядное устройство встроено в проектор. Специальные кассеты подают фильм из центра рулона и наматывают его на периферию. Фильм можно склеить в непрерывное кольцо. Емкость кассеты обеспечивает работу проектора в течение 10 мин. Зарядка фильма проста и удобна. Предусмотрена возможность покадрового проецирования.

Е. Н.

778.53+771.531.33

Использование цветной негативной пленки типа ЛН-5 при киносъемках на натуре и в павильоне, Л. И. Архипов, Кинотехника, Научно-технический сборник НИКФИ, вып. 7, 1964, 5—6.

Сообщается о результатах совместной работы НИКФИ и киностудии «Мосфильм» на маскированных цветных пленках ЛН-5 и ДС-5.

Установлена возможность использования пленки ЛН-5 в условиях естественного освещения, с показателями качества цветопередачи, не уступающими пленке ДС-5.

В таблицах даны уровни освещенностей для пленки ЛН-5 при освещении лампами накаливания и уровни освещенности для той же пленки на натуре в условиях естественного освещения с применением специального компенсирующего светофильтра.

Г. И.
778.2

Нарушение баланса цветности при проекции. Г. Голостенов, Т. Дербишер, Киномеханик, 1964, № 7, 26—30.

Рассмотрены основные причины нарушения баланса цветности света на экране: цветность источника света; различная цветность кинопроекторных объективов; различие в цветности отражателей; влияние фокусировки отражателя на цветность света на экране; влияние электрического режима работы и качества углей.

Даны рекомендации по предотвращению разноцветности постов.

Г. И.
628.93/97

Дистанционное управление освещением. Perspective, 1964, 6, № 2, 102—103.

Сообщается о системе управления освещением при съемке с помощью радиосигнала. Передатчик заклю-

чен в небольшой корпус. Питание обеспечивается двумя 1,5-вольтовыми батареями. Кабель связывает передатчик с затвором камеры. Приемники, питаемые никеле-кадмиевыми батареями, могут располагаться на расстоянии до 800 м. Каждый радиосигнал управляет одиночными или групповыми осветителями. Система удобна при съемке больших интерьеров.

Е. Н.

771.003.1

К вопросу о нормализации строительства и технического оснащения киносети. Ю. А. Калистратов, Кинотехника, Научно-технический сборник НИКФИ, вып. 9, 1964, 5—12.

Статья представляет собой изложение первой редакции проекта РТМ-КИНО «Рациональный ряд кинотеатров и клубов по их вместимости».

Дано технико-экономическое обоснование «рационального ряда» киноустановок, что позволяет упростить типовое проектирование и стандартизацию комплектов кинопроекторного оборудования и повышает эксплуатационную рентабельность кинотеатров.

Г. И.

Телевидение

621.388.79

Плюмбикон — передающая телевизионная трубка с фотопроводящим слоем из окиси свинца. Е. Ф. де Хаан, А. Ж. Ван-Дорн, JSMPTE, 1964, 73, № 6, 473—476.

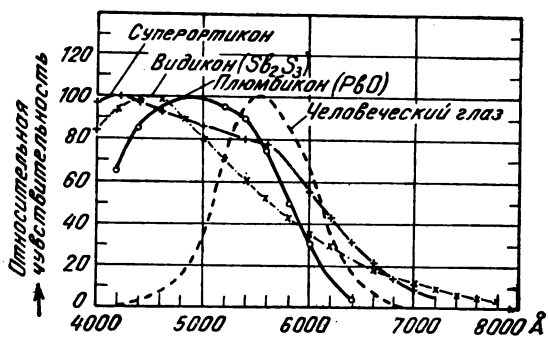
Плюмбикон — малогабаритная передающая телевизионная трубка, в которой в качестве фотопроводника используется не трехсернистая сурьма (Sb_2S_3) или селен, как в обычном видиконе, а моноокись свинца (PbO), слой которой нанесен на прозрачный проводящий слой окиси олова, играющий роль сигнальной пластины. Толщина осажденного микрокристаллического слоя окиси свинца — от 10 до 20 мк. Размеры плюмбикона: длина 20 см, диаметр 3 см. Полезный диаметр мишени 2 см.

Отмечается, что фактически фотопроводящий слой плюмбикона состоит из трех слоев. Средний слой — чистая окись свинца, обладающая полупроводниковыми свойствами. Слой, обращенный в сторону электронного прожектора, благодаря примесям является дырочным полупроводником. Слой, обращенный к сигнальной пластине, имеет свойства электронного полупроводника. Вся система в комплексе образует полупроводниковый диод типа $p-i-n$. Темновой ток плюмбикона имеет диодную характеристику и при повышении потенциала мишени остается на прежнем уровне, благодаря чему достигается исключительно стабильный уровень черного.

Чувствительность плюмбикона зависит от толщины средней части i фотопроводящего слоя, расположенной между областями p и n : чем больше толщина,

тем выше чувствительность, но хуже разрешающая способность. Оптимальная толщина выбирается из условия требуемой разрешающей способности для красных лучей. Чувствительность плюмбикона может составлять около 300 мка/лм (при цветовой температуре освещения 2870°К) и не зависит от уровня освещенности передающей трубки. Это означает, что при диафрагме объектива камеры 1:2,8 возможна хорошая передача сцен с уровнем освещенности всего 100—120 лк. Постоянство чувствительности (и гаммы) плюмбикона делает его особенно ценным для цветной телевизионной камеры, позволяя ей работать при различных условиях освещения.

На рисунке показана спектральная чувствительность плюмбикона в сравнении с чувствительностью суперортикона, видикона и человеческого глаза. Па-



дение чувствительности плюмбикона в коротковолновой области спектра вызвано поглощением коротковолновых лучей фотопроводящим слоем.

Разрешающая способность плюмбикона характеризуется глубиной модуляции 50% на частоте 5 Мгц, что совпадает с данными 3-дюймового суперортикона. Инерционность плюмбикона практически не заметна. Плюмбикон также отличается большим сроком службы: в течение нескольких тысяч часов работы большинство его характеристик осталось неизменно.

Созданные экспериментальные цветные телевизионные камеры на трех плюмбиконах имеют малые размеры, удобны и стабильны в работе, обеспечивают хорошую цветопередачу и высокую чувствительность. Насыщенные цвета изображения могут быть получены при уровне освещенности сцены 1000—1500 лк и диафрагме объектива 1:2,8. При этом отношение сигнал/шум в канале Y выше 40 дб.

Л. Т.

621.397:778.534.7

Электронные способы создания специальных эффектов по телевидению, У. Мессершмидт, JSMPTE, 1964, 73, № 6, 468—472.

Описаны два электронных способа получения специальных эффектов в телевизионных передачах, разработанных Мюнхенским институтом радиотехники.

Первый способ — модуляция телевизионного расстра. Наложение синусоидального тока (частотой 50 гц или 15 кгц) на ток горизонтальной или вертикальной телевизионной развертки деформирует растр и вместе с ним телевизионное изображение. Рассматриваются варианты «неподвижной» синусоидальной модуляции (когда искажение длительное время постоянно), «подвижной» модуляции (искажение перемещается по экрану), «импульсной» модуляции (искажение

возникает только в определенной части изображения), а также низкочастотной модуляции (с частотой $0,5 \div 3$ гц), которая позволяет изменять размеры изображения, например, в такт музыки. Кратко описано оборудование для модуляции телевизионного расстра.

Второй способ — создание контурного изображения из нормального полутонового. Способ основан на электронном дифференцировании видеосигнала по времени. Дифференцирование изображения необходимо производить в горизонтальном и вертикальном направлениях, для чего в оборудовании имеется два независимых блока. Рассмотрены системы горизонтального и вертикального дифференцирования. Указаны возможные области применения данного эффекта: внезапные метаморфозы лиц или сцен, получение эффекта «лунного света», сочетание в одном кадре полутонового и контурного изображения и т. п.

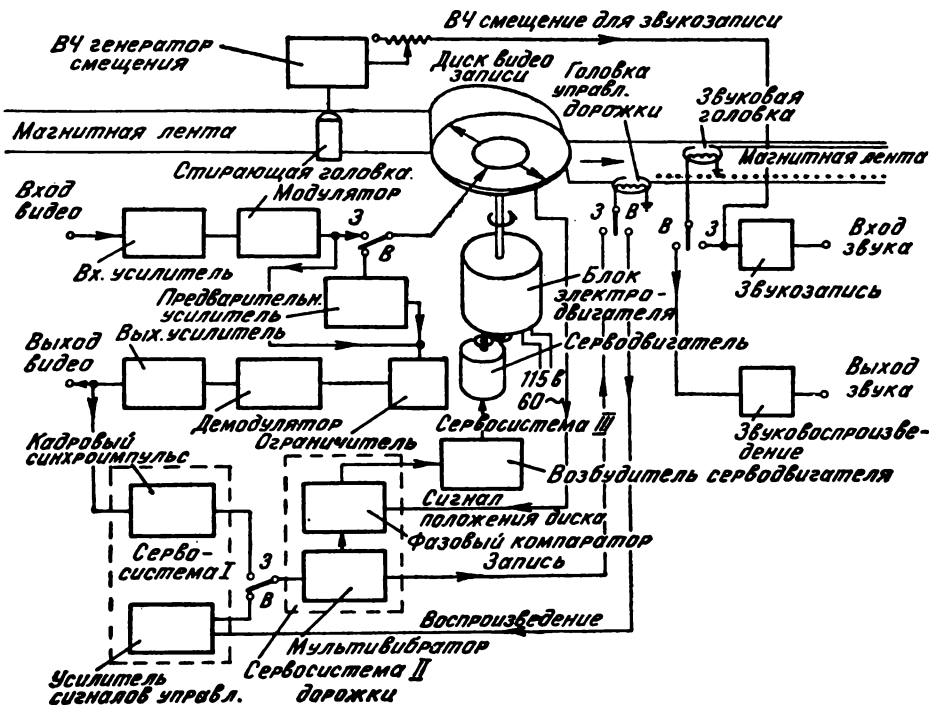
Л. Т.

621.397.64

Конструктивные параметры портативного видеомангитфона, Д. А. Хорсткорта, JSMPTE, 1964, 73, № 6, 476—478.

С 1956 г. видеомангитфоны применяются в телевизионном вещании. С этих пор были осуществлены значительные усовершенствования по улучшению качества записи и расширению ее применения, однако в области уменьшения сложности, размеров, веса и стоимости видеомангитфонов достигнутые результаты незначительны. С 1962 г. фирма Махтроникс (США) и ряд других фирм сосредоточили усилия на разработке портативного магнитфона.

Так как возможность значительного сокращения размеров обычного видеомангитфона с четырьмя



вращающимися магнитными головками представляется сомнительной, в конструкцию портативного видеомагнитофона заложены другие технические решения. В частности, выбран метод записи двумя вращающимися головками на наклонно движущейся магнитной ленте, охватывающей диск с головками в пределах угла охвата 180° (так называемая «винтовая» запись). Каждая головка поочередно непрерывно записывает полный телевизионный полукадр. Один оборот диска соответствует, таким образом, записи полного кадра. «Винтовой» метод записи позволяет исключить (по сравнению с четырехголовочным видеомагнитофоном) коммутатор головок, три усилителя записи, три усилителя воспроизведения, усилитель мощности электродвигателя головок и другие блоки, упрощает цепи управляющей частоты.

Для записи стандартного телевизионного сигнала (30 кадр/сек) диск с головками должен иметь синхронную скорость 30 об/сек. Скорость движения головок по ленте зависит от диаметра диска. Для записи полосы частот порядка 4 Мгц (300 строк) с отношением сигнал/шум 40 дБ необходима скорость около 16 м/сек. Зная скорость движения головки по ленте и скорость вращения диска с головками, легко определить длину одной дорожки (записи полукадра) на ленте — примерно 27 см. При ширине дорожки 0,2 мм и скорости движения ленты 19,05 см/сек оказывается, что на ширине магнитной ленты 25,4 мм (1 дюйм) в одну секунду можно записать 60 дорожек (полукадров). Таким образом, портативный видеомагнитофон использует уменьшенные вдвое скорости движения и ширину магнитной ленты (по сравнению с обычным четырехголовочным видеомагнитофоном). Бобина $\varnothing 260$ мм имеет емкость, достаточную для 96 мин работы видеомагнитофона.

Обсуждаются проблемы идентичности взаимного положения ленты и магнитных головок при записи и при воспроизведении. Подчеркнуты основные преимущества новой конструкции: малая стоимость, дешевизна эксплуатации, портативность, надежность, малая потребляемая мощность. На рисунке показана блок-схема портативного видеомагнитофона.

Л. Т.

681.846.7

Магнитофон SHR6J. Радио и телевидение, OIRT, 1964, № 5, 38—45.

Описан магнитофон типа SHR6J (Будапешт), имеющий широкую область применения и благодаря его отличным качествам пригодный для записи и воспроизведения в условиях студии. Аппарат имеет две скорости: 38,1 и 19,05 см/сек. На магнитофон можно устанавливать бобины с диаметром сердечника 100 мм и вместимостью ленты 500 м или стандартные бобины. Магнитофон имеет три двигателя: гистерезисный с самовозбуждением, обеспечивающий протягивание ленты, и два реактивных синхронных двигателя. Контрольное прослушивание — перед записью и после записи с ленты. Детонация — порядка 1%. Искажения — 2% при применении ленты типа М6, намагничиваемой до 160—200 м. Частотная характеристика: $30 \div 15\,000$ гц при 38 см/сек, $30 \div 12\,000$ гц при 19 см/сек.

Магнитофон имеет динамический компрессор, индикатор уровня записи, микшерские усилители, коробку дистанционного управления. Потребляемая маг-

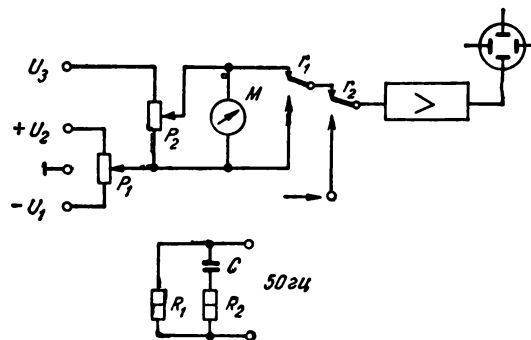
нитофоном мощность: от сети — 70 ва; от аккумулятора — 9 а, 12 в. Вес магнитофона — около 45 кг.

В. В.

Испытанная схема для осциллографических измерений уровней телевизионного сигнала, Н. Дабеш, Радио и телевидение, OIRT, 1964, № 5, 35—37.

Отмечено, что измерение уровней белого и черного в видеосигнале и уровня синхронизирующих сигналов производится почти исключительно осциллографически. Описаны схемы для осциллографических измерений уровней телевизионного сигнала, работающие по принципу поляризованного реле, подключающего к входу усилителя поочередно измеряемый видеосигнал и постоянное напряжение. При синхронизации с синхронимпульсом строк на экране осциллографа можно видеть кривую измеряемого сигнала и горизонтальную прямую, уровень которой соответствует постоянному известному напряжению. Так как относительным уровнем в телевидении считается уровень гасящего сигнала, то для измерения определяемого уровня необходимо проводить два измерения: уровня гасящего сигнала и определяемого уровня.

Чтобы упростить измерения, предлагается усовершенствованная схема, изображенная на рисунке.



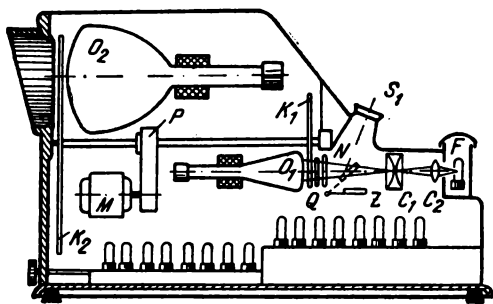
Здесь: → вход видеосигнала; с помощью реле R_1 и R_2 к входу усилителя подводят поочередно два постоянных напряжения разных знаков, значение которых отрегулировано потенциометрами P_1 и P_2 . Сдвиг фаз между реле регулируется конденсатором C . Потенциометром P_1 можно установить положительные или отрицательные значения напряжения, что позволяет измерять любые напряжения сигнала. Указано, что точность измерений на экране осциллографа (при высоте экрана 50 мм и ширине луча меньше 0,5 мм) соответствует примерно 1%.

В. В.

621.317.75

Прибор для электронного обращения негатива, И. Гавелка, Патент ЧССР № 110256, кл. G03d, заявл. 26 марта 1960 г., опубликован 15 марта 1964 г.

Известные приборы для электронного обращения цветных негативов содержат три замкнутых телевизионных тракта, включающих в себя три передающие и три приемные трубки и большое число электронных блоков. Эти приборы очень сложны и требуют высококвалифицированного обслуживания. Патентуется прибор для электронного обращения цветных и черно-белых негативов, который содержит только две электронно-лучевые трубки (см. рисунок),



Источником света для анализа негатива служит трубка с бегущим лучом O_1 , световой поток которой проходит через коррекционный фильтр Q , негатив N и с помощью оптической системы $C_1 - C_2$ направляется на фотоумножитель F . Электрический сигнал от фотоумножителя усиливается, преобразуется в специальном блоке обращения и подается на обычную приемную телевизионную трубку O_2 . Перед экранами обеих трубок установлены диски со светофильтрами K_1 и K_2 , которые укреплены на общем валу и приводятся во вращение синхронным электродвигателем M через механическую передачу P . Диски разделены на секторы. Перед трубкой O_1 в секторах диска K_1 установлены пурпурный, оранжевый и сине-зеленый светофильтры, а перед трубкой O_2 в секторах диска K_2 — красный, зеленый и синий. Привод дисков от синхронного электродвигателя, синхронизация раз-

верток обеих трубок от сети и соответствующее расположение светофильтров в дисках обеспечивают получение «позитивного» цветного изображения. Для контроля резкости раstra на экране трубки O_1 используются откидное зеркало Z и смотровое окно S .

В качестве электронных блоков прибора могут быть использованы блоки обычного телевизионного приемника, что удешевляет прибор и упрощает его обслуживание.

Прибор может быть дополнен лентопротяжным механизмом, работающим также от синхронного двигателя M , что дает возможность просматривать позитивное киноизображение с 35- или 16-мм негативов. Прибор может быть также снабжен устройством для определения экспозиции для печати и приспособлением для учета характеристик материала, на который будет производиться копирование.

Я. В.

621.397.618

Основные технико-экономические показатели студийной передающей телевизионной аппаратуры. А. С. Консон, П. И. Тарасов, М. Ф. Топоров, Электросвязь, 1964, № 10, 66—70.

Рассмотрены основные технико-экономические показатели студийной передающей телевизионной аппаратуры, позволяющие оценить прогрессивность и экономическую эффективность внедрения нового оборудования. Приведены показатели, характеризующие экономическую эффективность, и даны формулы для исчисления этих показателей.

В. В.

Запись и воспроизведение звука

534 : 778.534.16

Акустика кинотеатра «Синерамы», М. Реттингер, JSMPTE, 1964, 73, № 7, 566—568.

Особенностью современного кинотеатра «Синерамы» является использование конструкции «геодезического дома», который представляет собой часть сферы, имеющей центр ниже уровня пола зрительного зала. Такая конструкция наиболее просто защищает от проникновения наружного шума. Новый кинотеатр «Синерама Сентер» в Голливуде построен из 316 шестиугольных железобетонных панелей, весящих более 1,5 т каждая (высота купола 20,5 м, радиус 23 м).

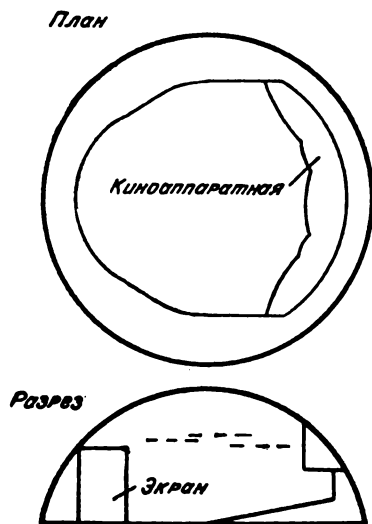
В справочниках по архитектурной акустике не рекомендуется применение вогнутых поверхностей для строительства зданий из-за возникновения участков, в которых концентрируется звук (аналогично фокусировке света вогнутым зеркалом). Однако подобная концентрация происходит лишь в случае, если хорда сферической поверхности не превышает шестой части ее радиуса и в то же время во много раз превосхо-

дит длину звуковой волны. Для частоты 100 гц длина звуковой волны составляет 3,44 м. Хорда, превышающая ее в 10 раз, будет равна 34,4 м, а соответствующий радиус сферы (в шесть раз превышающий хорду) составит около 206 м. На практике такие огромные размеры при строительстве зданий бывают редко, поэтому звук на низких частотах, испытывая сферическую аберрацию, не будет фокусироваться. Что касается высоких частот, то опасность их фокусирования устраняется применением для акустической обработки поверхности сферы материалов с высоким коэффициентом поглощения. Важной акустической особенностью кинотеатра «Синерамы», препятствующей фокусировке звука, является наличие не одного, а нескольких источников звука — пяти двухканальных заэкраных громкоговорителей и большого количества громкоговорителей канала эффектов, расположенных по стенам зрительного зала.

Реверберация в помещении, предназначенном для стереофонического воспроизведения звука, должна быть меньше, чем для монофонического. Это достигается акустической обработкой зала. Звукопогло-

шающий материал (асбестовое волокно) толщиной 2,5 см располагается на некотором расстоянии (от 5 до 60 см) от стен и потолка.

Киноаппаратная находится внутри сферы напротив экрана. Для улучшения рассеивания звука ее стенки выполнены в виде нескольких выпуклых кривых поверхностей (см. рисунок), покрытых стеклопластиком толщиной 7,5 см. Пунктиром на рисунке показано расположение дополнительных поглотителей звука.



Если кинотеатр находится вдали от сильных источников шума (транспорта), то «геодезический дом» может быть сделан из алюминия вместо железобетона. Такие стандартные «дома» выпускаются четырех размеров, диаметром от 30,5 до 61 м. Специальная конструкция «дома» обеспечивает уменьшение шума на 10 дБ (на частоте 250 гц).

Приведены эмпирические выражения для определения оптимального времени реверберации. Для кинотеатра «Синерама Сентер» (длина 30,5 м) это время составляет 1 сек. Показаны кривые реверберации в зависимости от частоты звуковых колебаний, а также кривые распределения звукового давления.

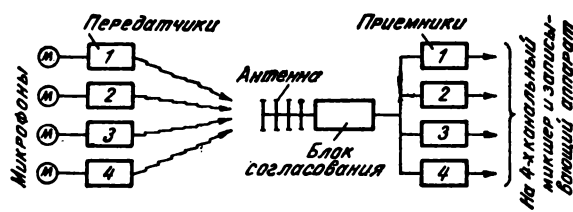
Л. Т.

778.534.4

Микрофоны-радиопередатчики, А. У. Ламкин, Ж. Р. Понтцен, British Kinematography, 1964, 44, № 6, 185—190.

При натурной съемке художественных фильмов затруднено использование студийного оборудования для записи звука (например, микрофонного журавля), что ведет к ухудшению качества записи. Кроме того, при съемке художественных фильмов на натуре выявилась тенденция применения скрытой съемочной техники (для повышения реальности изображаемого действия), которая вообще делает невозможным использование обычного студийного микрофонного оборудования. Решение задачи скрытой звукозаписи на натуре может быть достигнуто применением миниатюрных радиомикрофонов (микрофонов-радиопередатчиков), спрятанных у каждого из актеров.

Требования для конструирования систем звукозаписи с использованием радиомикрофонов следующие:



щие: 1) радиомикрофоны должны иметь размеры и вес, обеспечивающие их незаметность и удобство при ношении; 2) необходимо иметь возможность одновременной передачи звука (на расстояние до 400 м) от четырех микрофонов на разных несущих частотах и микширования звука при записи; 3) оборудование при необходимости должно позволять удвоение числа микрофонов путем сдвигания олоков; 4) приемное оборудование должно иметь механизм транспортирования магнитной ленты.

Все оборудование должно быть выполнено на транзисторах, должно обеспечивать отношение сигнал/шум выше 45 дБ и работать на одних и тех же батареях не менее 10 час.

На рисунке показана блок-схема передающе-приемной части оборудования звукозаписи, использующего четыре радиомикрофона. Описано оборудование системы «Радиомик» фирмы Люстрафон Лимитед и рассмотрены проблемы, возникающие при конструировании аппаратуры.

Л. Т.

621.396.693

Центральная и распределенная системы громкоговорителей, Д. Л. Клеппер, Audio, 1964, 48, № 6, 19—22, 47.

Сравниваются основные системы озвучивания помещений. Указывается, что в помещениях с акустическими характеристиками, обеспечивающими хорошую разборчивость живой речи, для звукоусиления лучше применять системы с сосредоточенными излучателями, в низких заглушенных помещениях следует применять распределенные системы излучателей, в помещениях с большой реверберацией нужно применять или остронаправленные сосредоточенные излучатели, или распределенную систему с большим количеством маломощных излучателей. В помещениях с большим уровнем шумов, как правило, лучшие результаты дает распределенная система.

Выбор системы зависит и от характера источника сигнала. В аудиториях, в залах, где источник звука всегда находится в определенном месте, хорошая локализация источника обеспечивается применением центральной системы, в которой громкоговорители отлучно размещаются над источником звука. При озвучивании же банкетных залов, где микрофон может быть включен на любом из столов, лучше применять потолочную распределенную систему громкоговорителей с возможностью выключения громкоговорителей, расположенных вблизи места включения микрофона.

При распределенной системе часто возникает необходимость во временной задержке усиленного сигнала, подаваемого на определенные группы громкоговорителей. Такие системы задержки выпускаются в США (Аудио Инструментс Ко: 300А и 301А) в ФРГ (Телефункен) и Англии (Памфоник). При распреде-

ленной системе озвучивания громкоговорители часто подвешиваются на потолок. В этом случае их иногда комбинируют с осветительными приборами.

Приведены эскизы некоторых совмещенных конструкций.

О. Ж.

621.375.446

Транзисторные каскады с большим входным импедансом, Г. Шрайбер, Funktechnik, 1964, № 8, 249—250.

Большое входное сопротивление транзисторного каскада можно получить, применяя либо схему с общим коллектором ОК, либо схему с общим эмиттером ОЭ, в основании которой включено большое удлинительное сопротивление.

Теоретический анализ обеих систем показывает, что входное сопротивление ОК значительно изменяется с частотой и на высоких частотах порядка 1 Мгц становится отрицательным. Величина входного сопротивления ОЭ определяется величиной и стабильностью удлинительного сопротивления. При равном входном сопротивлении ОЭ дает усиление по напряжению в три раза (в приведенном в статье примере), тогда как ОК усиления по напряжению не дает. Выходное сопротивление ОЭ определяется величиной коллекторной нагрузки и практически не зависит от сопротивления источника сигнала. Выходное сопротивление ОК при нулевом сопротивлении источника сигнала численно равно величине, обратной крутизне характеристики транзистора, т. е. весьма мало; при большом сопротивлении источника сигнала выходное сопротивление ОК равно сопротивлению нагрузки в эмиттерной цепи.

Показано, что в зависимости от величины сопротивления источника сигнала величина выходного сопротивления ОК может меняться в 500 раз. При малых уровнях сигнала меньше шумы обеспечивает ОК, так как в схеме ОЭ удлинительное сопротивление является дополнительным источником шумов. Только в этом случае целесообразно применение схемы с общим коллектором. Анализ проведен для схем с входным сопротивлением 3 Мом. Результаты анализа даны в виде графиков.

О. Ж.

534.677

Генератор весьма низких частот, К. Добиаш, Ю. Кремен, Slaboproutdy obzor, 1964, 25, № 7, 383—389.

При измерении амплитудных и фазовых характеристик четырехполюсников на очень низких частотах необходим генератор синусоидальных колебаний с диапазоном частот от сотых долей до нескольких герц. Такой генератор полезен, например, при исследовании усилителей звуковой частоты с глубокой отрицательной обратной связью, регулирующих систем, сервомеханизмов и т. д. Генератор, как это показывает теоретический анализ, может быть создан на основе трех типовых усилителей аналоговой счетной машины. Введение ограничителя амплитуды позволяет с этими же усилителями получать и несинусоидальные испытательные сигналы (пилообразное напряжение, прямоугольные импульсы).

Подробно рассмотрено влияние параметров отдельных узлов генератора на форму выходного сигнала. Описана методика расчета генератора. Приведен пример практического исполнения генератора со следующими основными данными:

выход I — синусоидальный сигнал или треугольные колебания;

выход II — синусоидальный сигнал, смещенный на 90°, прямоугольные импульсы или параболические колебания;

амплитуда сигнала — 0 ÷ 20 в;

частота сигнала — 0,01 ÷ 11 гц;

искажения синусоидального сигнала — менее 0,5%;

фазовая ошибка — менее 1%.

О. Ж.

621.375.446

Параллельная обратная связь в транзисторных усилителях с непосредственной межкаскадной связью, Н. С. Николанко, Радиотехника, 1964, 19, № 10, 47—55.

Рассмотрено стабилизирующее действие отрицательной обратной связи параллельного типа по постоянному току в транзисторных усилителях с непосредственной межкаскадной связью. Показано, что наиболее совершенными с точки зрения стабильности режимов усилительными схемами являются схемы с непосредственной межкаскадной связью, охваченные цепью параллельной обратной связи по постоянному току, идущей с эмиттера четного каскада с общим эмиттером на базу первого транзистора.

Указано, что режимы работы таких схем наиболее устойчивы и независимы от разброса параметров транзистора, отклонений сопротивлений от номинала и изменений температуры окружающей среды.

В. В.

778.534.425(04)

Доклады конференции по вопросам записи сигналов на движущуюся магнитную среду, Akadémiai Kiado, Budapest, 1964 (издание Венгерской Академии наук).

В октябре 1962 г. в Будапеште проходила конференция, организованная Венгерским обществом оптики, акустики и кинотехники, Венгерским обществом дальней связи и Научным обществом измерительной техники и автоматизации (последняя конференция, посвященная этим же вопросам, проходила в 1954 г. в Париже).

В период между конференциями значительно расширилась сфера применения магнитной записи, появилось большое количество научных работ в этой области. Многие из них, предназначенные для решения специальных узких задач, дали результаты, которые можно использовать и в других областях магнитной записи. Большое разнообразие проведенных работ затрудняло ознакомление с достигнутыми в них результатами. На конференции были установлены личные контакты и облегчен обмен информацией; участие в ней специалистов из многих стран сделало конференцию практически международной. Здесь был зачитан ряд интересных докладов, и Венгерская Академия наук приняла решение издать их в своем сборнике.

В сборнике 37 докладов, напечатанных в оригинале на английском, немецком, французском или русском языках (в основном на первых двух). В докладах рассмотрены общие вопросы магнитной записи (история магнитной записи, применение теории информации к магнитной записи), вопросы расчета и конструирования аппаратуры магнитной записи звука и изображения (видеозапись на дисках, конструкция магнитных головок, стереофоническая запись на скорости 4,75 см/сек, применение угольных регуляторов для стабилизации скорости, электронная регулировка скорости, исследование лентопротяжных трак-

тов при помощи электромеханических аналогий, вопросы эксплуатации аппаратуры магнитной записи (стабильность параметров магнитной записи, изменение параметров фонограммы при многократном воспроизведении, синхронная запись звука в телевидении, шумы магнитной записи, зависимость шумов от частотной коррекции, изготовление и калибровка контрольных фонограмм, измерение колебаний скорости в магнитофонах, вопросы хранения магнитных фонограмм, исследование паразитной модуляции записываемого сигнала, повышение качества стирания, об-

работка поверхности выпускаемых магнитных лент); рассмотрены также вопросы применения магнитной записи в счетных машинах и автоматике.

Сборник представляет несомненный интерес для специалистов, работающих в области магнитной записи, хотя содержание некоторых докладов уже известно из периодической печати. В книге 470 страниц. Доклады снабжены иллюстрациями (графики, схемы, фотоснимки); в ряде докладов имеются библиографические ссылки.

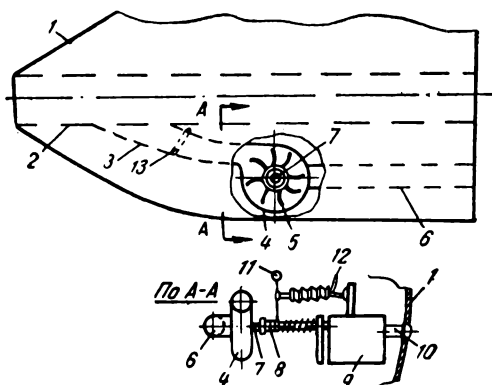
О. Х.

Иностранные патенты по кинотехнике

778.53 : 629.19

Турбинный привод для кинокамеры, установленной в космическом корабле, В. Гокетт, патент США № 3040618, кл. 88-16, от 26 июня 1962 г.

Как бы сильно ни было разряжено космическое пространство, в нем все же имеются частицы газа и другой материи, с которыми сталкиваются при полете космические корабли и ракеты. А так как скорость движения космического корабля в космическом пространстве намного больше, чем в атмосфере, то за единицу времени он сталкивается с большим количеством частиц, которые создают значительное сопротивление движению космического корабля.



На рисунке представлен чертеж устройства, позволяющего использовать давление потока встречных частиц для вращения турбины, которая может служить приводом для кинокамеры или другого исполнительного механизма. Устройство состоит из проложенного вдоль корпуса космического корабля 1, имеющего форму снаряда, сквозного трубопровода 2 с отводной трубкой 3, по которой частицы встречного потока газа попадают в турбину 4, приводя во вращение ротор 5, и затем выходят наружу по трубке 6. Ось 7

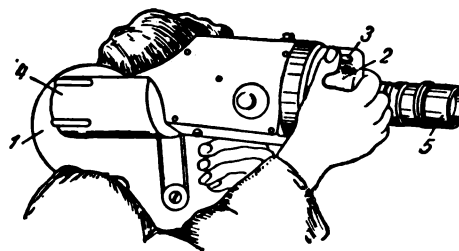
ротора 5 может соединяться с помощью муфты сцепления 8 с приводным валом кинокамеры 9, объектив 10 которой входит в отверстие в корпусе космического корабля 1. Муфта сцепления 8 может включаться вручную от рукоятки 11, от давления, которое может подаваться по трубке 12, а также от реле времени и по сигналу радио.

Во избежание чрезмерного давления на ротор 5 турбины 4 (при прохождении космическим кораблем плотных слоев атмосферы) в трубке 3 установлен клапан 13, который при достижении космическим кораблем определенной высоты может открываться либо вручную, либо от реле давления или другого устройства, аналогичного тому, которое включает муфту сцепления 8.

778.53

Ручная камера, Ч. Аустин, Ч. Лотспейч, патент США № 3078757, кл. 88-16, от 26 февраля 1963 г.

Предложена конструкция зеркальной камеры, специально рассчитанная на то, чтобы задняя часть камеры опиралась на плечо оператора, а с передней стороны поддерживалась его правой рукой (см. рисунок). Для получения возможно более устойчивого положения узлы камеры расположены так, чтобы центр тяжести находился под линией, соединяющей точки опоры возможно ближе к плечу оператора. В кассете 1, расположенной в задней части камеры ниже ее оптической оси, имеется углубление, в которое входит плечо оператора. При этом та часть

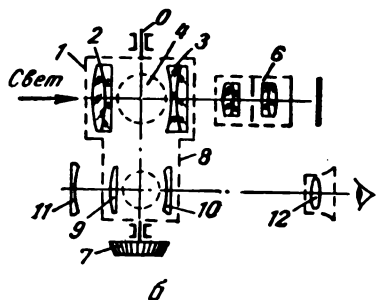
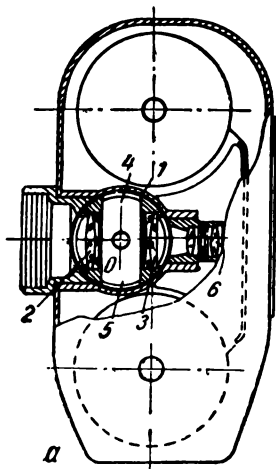


кассеты, в которой находится подающая бобина, ложится на плечо оператора, а та часть кассеты, в которой находится приемная бобина, упирается в плечо оператора спереди. В передней части корпуса камеры имеется специальный выступ 2, за который оператор правой рукой поддерживает камеру и прижимает ее к плечу. Под большим пальцем правой руки находится кнопка 3 включения электродвигателя камеры. Визирное устройство (на рисунке не видно) расположено влево от оптической оси под углом к ней примерно 10° , так, что окуляр визира подходит к правому глазу оператора. Электродвигатель 4 расположен в задней части камеры справа от оптической оси; являясь противовесом по отношению к визирному устройству, он уравнивает камеру относительно линии, соединяющей точки опоры. Шкалы метража и частоты кадров расположены на задней стороне камеры. Левая рука оператора свободна, ею оператор может фокусировать объектив 5, поворачивать туфель с объективами или дополнительно поддерживать камеру.

778.533

Камера. Кончи Тзугава, патент США № 3083628, кл. 95-44, от 2 апреля 1963 г.

Вместо сменных объективов и турели с объективами предлагается встроенное в фото- или кинокамеру оптическое устройство, позволяющее снимать нормальным объективом и менять угол его поля зрения, превращая его в широкоугольный или телеобъектив; при этом величина заднего отрезка и положение задней фокальной плоскости объектива остаются неизменными. Устройство состоит из полого цилиндра 1 (рис. а), по диаметру противоположным сторонам поверхности которого укреплены оптические блоки 2 и 3, состоящие из двух линз каждый. Оптическая сила блока 2 положительная, а блока 3 — отрицательная. В промежутке между оптическими блоками 2 и 3 в цилиндрической поверхности 1 имеются два отверстия 4 и 5, линия центров которых перпендикулярна оптической оси блоков 2 и 3. Ось вращения цилиндра 1 перпендикулярна оптиче-



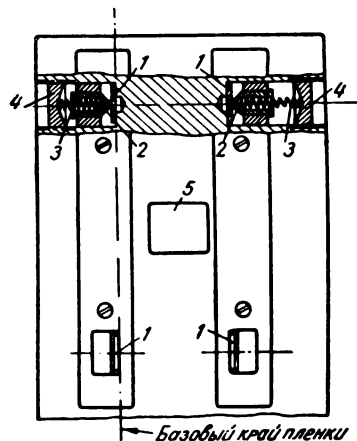
ской оси объектива 6. На выступающем боку корпуса камеры конце оси *O* (рис. б) укреплена рукоятка 7. При повороте в ту или другую сторону этой рукоятки поворачивается и цилиндр 1, который может быть установлен в положение, при котором с оптической осью объектива совпадает либо линия, соединяющая центры отверстий 4 и 5, либо оптическая ось блоков 2 и 3. В первом случае свет беспрепятственно попадет в объектив 6; во втором случае, если свет сначала пройдет сквозь положительный блок 2, а затем отрицательный блок 3, то угол поля зрения объектива 6 уменьшится; если же сначала свет пройдет сквозь отрицательный блок 3, а затем положительный, то угол поля зрения объектива 6 увеличится. При повороте рукоятки 7 одновременно с цилиндром 1 поворачивается закрепленный на той же оси *O* цилиндр 8 с положительной линзой 9 и отрицательной 10, изменяющий угол поля зрения визира в соответствии с изменением угла поля зрения объектива камеры. Цилиндр 8 встроен в визирное устройство между объективом 11 и окуляром 12. Принцип действия цилиндра 8 с линзами 9 и 10 аналогичен принципу действия цилиндра 1 с оптическими блоками 2 и 3.

Предложен также вариант конструкции (на рисунке не показан), в котором поворот цилиндра с оптическими блоками осуществляется рукояткой, движущейся поступательно вместе с одним из компонентов оптической системы визира и имеющей три фиксированных положения, соответствующих широкоугольному, нормальному и телескопическому объективам. Применение предлагаемого устройства делает камеру более компактной, легкой, дешевой и удобной в управлении.

778.21

Фильмовый канал кинопроектора, Ж. Котти и Э. Неттен, патент США № 3074310, кл. 88-17, от 22 января 1963 г.

По обеим сторонам пленки в фильмовом канале проектора предлагается установить четыре одинаковых по конструкции боковых прижима (см. рисунок). Каждый из таких прижимов состоит из одних и тех же взаимозаменяемых деталей: шайбы 1, одетой на конус втулки 2, внутри которой находится пружина 3, упирающаяся в ввинчивающуюся заглушку 4. Шайба 1 изготовлена из износостойчивого керамического материала. В случае износа одной из сторон шайбы 1 ее можно перевернуть на другую сторону. Шайба 1

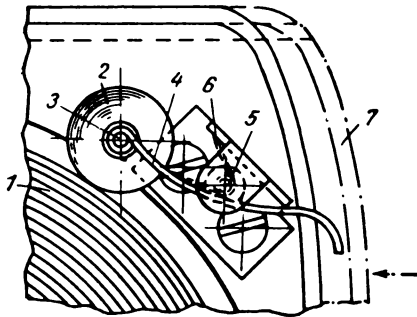


легко вынимается, для этого достаточно лишь предварительно надавить на нее в сторону втулки 2. Для обеспечения определенного положения пленки относительно кадрового окна 5 пружины 3 боковых прижимов, расположенных со стороны базового края пленки, зажаты с помощью заглушек 4 так, что шайбы 1 превращаются в неподвижные упоры для базового края пленки. Заглушки 4 боковых прижимов, расположенных по другую сторону от базового края пленки, позволяют регулировать усилие бокового прижима пленки.

778.533

Прижимное устройство для кинокамеры, Г. Зальцман, патент США № 3075427, кл. 88-17, от 29 января 1963 г.

Предложены различные варианты конструкций пружинных прижимных устройств, предохраняющих верхние витки пленки от спадания и раскручивания при зарядке полной бобины в кинокамеру. В одном из вариантов (см. рисунок) верхние витки бобины 1

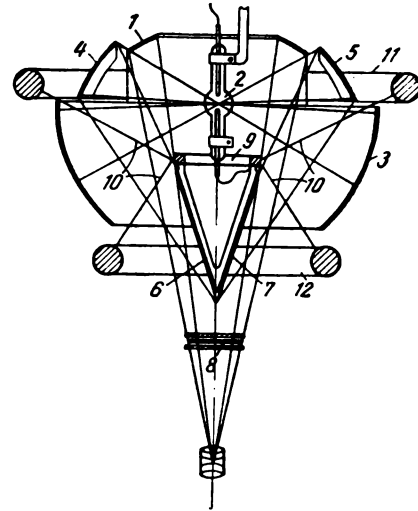


придерживаются роликом 2, вращающимся вокруг оси 3, которая укреплена на конце рычага 4, качающегося вокруг оси 5. Ролик 2 прижимается к бобине 1 с помощью пружины 6. При закрывании крышки 7 последняя нажимает на второй конец рычага 4, ролик 2 отходит от бобины 1 и не препятствует движению пленки при работе кинокамеры.

778.22

Оптическая система осветителя кинопроектора, Ф. Броунскомбе, патент США № 3078760, кл. 88-24, от 25 февраля 1963 г.

Предлагается катоптрическая (зеркальная) система осветителя проектора, позволяющая направить во входной зрачок объектива почти весь световой поток,



идущий от источника света, в качестве которого используются главным образом газоразрядные лампы. Система состоит из эллиптического отражателя 1 (см. рисунок) с углом охвата 180° , в центре которого имеется отверстие, куда входит один из держателей электродов газоразрядной лампы 2, и сферического контротражателя 3 с углом охвата 180° , диаметр которого в плоскости среза несколько больше диаметра отражателя 1. Диаметры отверстий в центре отражателя 1 и контротражателя 3 равны основаниям прямых круговых конусов, внутри которых нет светового излучения от газоразрядной лампы. С целью получения более равномерного освещения прямоугольного кадра у эллиптического отражателя 1 с двух сторон срезаны края и срезанные участки зеркала 4 и 5 установлены под углом к оптической оси так, что отраженные от них лучи света с помощью плоских зеркал 6 и 7 направляются в центр кадрового окна 8, куда не попадает свет от отражателя 1. Плоские зеркала 6 и 7 имеют сложную полуэллиптическую форму и крепятся к контактному кольцу 9, подводящему электрический ток ко второму электроду газоразрядной лампы 2. Контактное кольцо 9 крепится с помощью тросов 10 к кольцам 11 и 12. В связи с тем что газоразрядные лампы преимущественно работают в положении, при котором электроды расположены вертикально, то и оптическая ось осветителя расположена вертикально.

Л. К.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СОВЕЩАНИЯ ПО НАУЧНОЙ ФОТОГРАФИИ В 1965 ГОДУ

В мае 1965 г. Королевское фотографическое общество Англии предполагает провести конференцию по технологии обработки светочувствительных материалов. Значимость этой проблемы обусловлена все возрастающим применением различных фотографических систем в промышленности и коммерческих предприятиях, а также связанным с этим широким применением автоматизации, усовершенствованием процессов обработки с целью их упрощения и облегчения управления ими. Во многих случаях средства обработки включаются непосредственно в светочувствительные слои.

На конференции предполагается обсуждение этой проблемы в самом широком плане по любой теме, относящейся к улучшению процессов обработки. Рассматриваемый круг вопросов включает не только галогенидосеребряные слои, но и обработку других материалов, например diazotypных и других бессеребряных светочувствительных слоев.

Будут рассматриваться вопросы проявления, фиксирования, стабилизации и промывки и по комбинированным системам, как то: с диффузионным переносом изображения, процессы с проявителем в слое, однорастворные, «сухие» и полусухие процессы и т. п. Все сообщения по фундаментальным исследованиям и по прикладной, инженерной тематике должны быть посвящены новым, неопубликованным вопросам.

Конференцию предполагается провести в Лондоне. Французское фотографическое общество и Оптический институт организуют в 1965 г. Конгресс по фото-

графической науке. Конгресс состоится в Париже с 27 сентября по 2 октября в помещении Национальной консерватории искусств и ремесел.

Это совещание посвящается рассмотрению самых различных фотографических процессов и соответствующих способов обработки. В программу совещания включаются все системы, способные давать изображение, независимо от используемых для этой цели материалов и механизма осуществления регистрации изображения. Наряду с классическими процессами на основе галогенидов серебра, рассматриваются системы, использующие соединения цинка, минеральные соли, светочувствительные полимеры и т. п.

На Конгрессе предусмотрено пять секций:

1. Структура, состав и получение светочувствительных систем, их сравнительная характеристика.
2. Спектральная сенсibiliзация.
3. Действие света. Фотолиз. Скрытое изображение.
4. Проявление скрытого изображения. Проявление черно-белое и цветное. Электростатическое и электрохимическое проявление. Последующие процессы обработки.
5. Структурные свойства изображений. Кроющая способность.

Каждая секция будет включать два-три общих обзорных доклада, суммирующие современное состояние данного раздела науки, и оригинальные сообщения, представляемые участниками Конгресса.

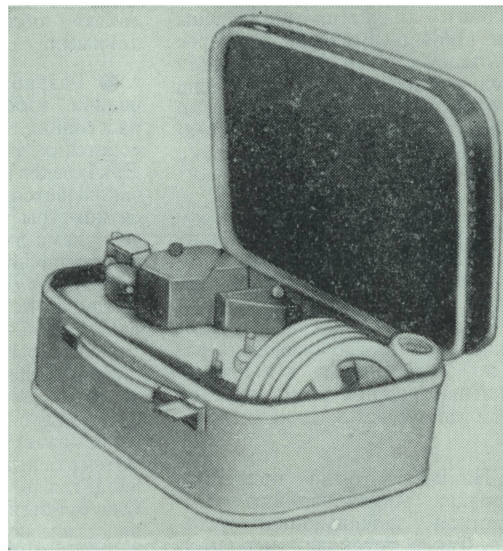
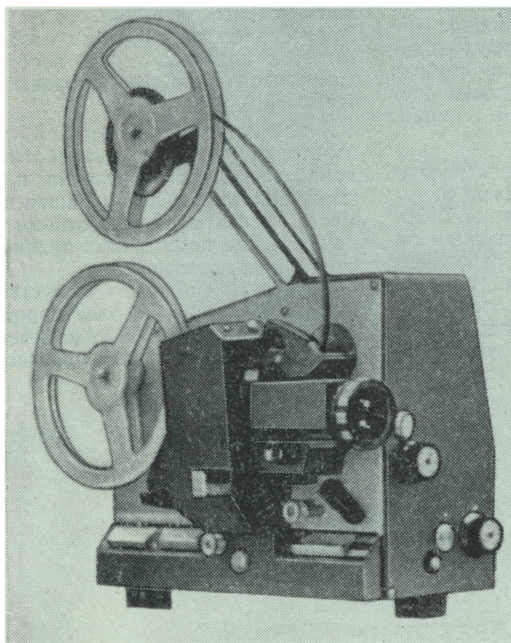
гл. И.

ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ КИНОПРОЕКТОР «КВАНТ»

Ленинградское объединение оптико-механических предприятий разработало новый любительский кинопроектор «Квант»; он относится к группе кинопроекторных аппаратов типа КПЛ-8-50, рассчитанных на демонстрацию 8-мм любительских кинофильмов без звука, а также со звуковым сопровождением с помощью магнитной приставки при пользовании кинолентой с магнитной дорожкой или магнитофона с синхронизатором СЭЛ-1.

Основные технические характеристики:

формат фильма — 8 мм;
 размеры кадрового окна — 3,25×4,4 мм;
 механизм прерывистого транспортирования фильма — грейферный;
 частота кинопроекции — от 12 до 26 кадр/сек с плавным переходом скоростей;
 при покадровой проекции кадры сменяются вручную;
 кинопроектор имеет обратный ход с проекцией фильма без звукового сопровождения;
 лентопротяжный тракт — открытого типа;
 лента заряжается в фильмовый канал автоматически и вручную;
 емкость бобины — 120 м;



перемотка фильма — механическая (ускоренная) и ручная;
 источник света — лампа накаливания К-14-90/166, 90 вт со встроенным отражателем;
 кинопроекторный объектив с переменным фокусным расстоянием от 15 до 25 мм и относительным отверстием 1:1,4;
 полезный световой поток при работающем обтюраторе и номинальном напряжении питания лампы — не менее 50 лм при равномерности освещения экрана не ниже 70%;
 угол подъема оптической оси — 6°;
 теплозащитная заслонка — центробежного типа;
 привод — однофазный асинхронный электродвигатель, напряжение питания — 127/220 в;
 система синхронизации с магнитофоном — электрического типа.

При работе с магнитной приставкой кинопроектор устанавливается на нее, напряжение питания подается на приставку от кинопроектора.

Кинопроектор имеет гнездо для подключения настольной лампы, выключаемой автоматически в момент включения кинопроекторной лампы.

Кинопроекторная лампа имеет ступенчатое включение через балластные сопротивления.

Механизм установки кадра в рамку имеет расширенный предел регулировки — 1 кадр ± 0,5 мм.

Габариты кинопроектора (без футляра) 322×255×172 мм.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

● На Выставке достижений народного хозяйства подведены итоги 1964 г. Большой интерес посетителей неизменно вызывал раздел советской кинематографии, в течение сезона здесь побывало около 2,5 млн. человек. В настоящее время началась подготовка к новому сезону.

● В составе Технического Совета Госкомитета Совета Министров СССР по кинематографии образована экономическая секция, задачей которой является улучшение организации научно-исследовательских и методологических работ по экономике и дальнейшее повышение уровня экономической работы в области кинематографии.

● На ВДНХ была продемонстрирована двухканальная стереоцветная телевизионная установка. Такие установки используются в тех случаях, когда необходимо вести наблюдение за процессами, происходящими в местах, где присутствие человека нежелательно, например, в опасных зонах атомных реакторов, в химических лабораториях и т. п.

● Госкомитет по радиоэлектронике отметил премиями работы конструкторов-радиолюбителей, создавших миниатюрные телевизоры «Космонавт» (автор К. Самойликов) и «Малахит» (автор Г. Алексаков). Телевизор «Космонавт» имеет экран размером 30×40 мм и линзу, которая вдвое увеличивает размеры изображения. Он принимает три программы. Вес телеви-

зора около 3 кг. Телевизор «Малахит» обладает аналогичными данными.

● Разработан новый способ передачи изображения на дальние расстояния. Его предложили двое советских ученых (Д. Лебедев и Д. Лебедев). Способ Лебедевых заключается в том, что передаются контуры изображений. В пункте приема по этим контурам восстанавливается полное изображение. Авторами была исследована способность человеческого глаза из всего увиденного выделять только контур. Последний несет информацию, минимально необходимую для понимания того, что изображено. Специальный прибор записывает изображение в виде математического кода, который вводится в электронную машину. Она оставляет только ряды чисел, представляющие математическую запись контуров изображения. Специальное устройство по этим цифрам воспроизводит изображение передаваемого оригинала. Получены хорошие экспериментальные результаты. Передача изображений контурами возможна по кабелю, радиорелейной линии и т. п.

● На Московском электроламповом заводе закончились испытания нового кинескопа 47ЛК2Б. По своим техническим данным он не уступает лучшим зарубежным образцам. Размер экрана по диагонали 47 см. Одно из основных достоинств кинескопа — взрывобезопасность. Благодаря этому он может использоваться без защит-

ного стекла. Значительно увеличены контрастность, фокусировка и яркость изображения (последняя в четыре раза). Гарантийный срок работы кинескопа — два года.

● В лаборатории института «Гипроморнефть» успешно используется телевизионная аппаратура для наблюдения за состоянием гидротехнических объектов, находящихся под водой.

● В конце 1964 г. на Шосткинском химзаводе вступил в строй цех фильмокопий, выпускающий короткометражные фильмы для массового проката и телевидения. Производительность цеха в год — 30 млн. м пленки.

● На Переславской фабрике кинопленки впервые в Советском Союзе создана отечественная электроротаторная (пластикатная) пленка. С помощью электронно-копировального аппарата на эту пленку можно скопировать любой текст, схемы, чертежи, рисунки. Полученная матрица идет на ротатор, с которого дается необходимое количество экземпляров материала.

В научно-исследовательской лаборатории фабрики разработана новая технология получения пластикатной пленки, позволившая на много снизить ее себестоимость при высоких показателях технической характеристики.

В 1964 г. фабрика выпустила первые 5 тыс. кв. м электроротаторной пленки. В 1965 г. намечено наладить ее массовое производство.

Технический редактор Н. Матусевич

А 02907.
6 п. л. (9,94 усл.).

Сдано в производство 11/XII 1964 г.
Уч.-изд. л. 10,2.

Подписано к печати 22/I 1965 г.
Цена 68 коп.

Формат бумаги 84×108¹/₁₆
Тираж 5 030 экз. Зак. 682

Московская типография № 13 Главполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров СССР по печати. Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30.

CONTENTS

Science and Technology

An Objective Criterion for Informational Capacity in Cine-Photographic Materials. G. A. Istomin 1

Various simple numerical evaluation methods designed to give account of an objective measure of informational capacity in photographic materials by just one parameter, are studied. The best compliance with visual perception of image detail is achieved, if, as criterion, the width of a black strip contrast function is used, with a section cut equal to minus one. For transfer (frequency-contrast) function this criterion corresponds to a frequency by an output coefficient of 0.8. The use of the efficient sections above or below optimum level leads to essential decrease of correlation with visual perception.

On Electron rastering of Half-Tone Images. G. N. Gryazin 13

Problems are considered, bearing on the use of electron rastering in images at operational transmission of half-tone images through electric communication channels. Comparative specification is given of various electron rastering modes.

Spectral Sensitivity Estimation Method for Some Light Receptors. Ya. Polashek 17

It is shown that rapid orientation definition of spectral sensitivity in some light-sensitive receptors (receivers) is of utter importance for television technique and the choice of cathode-ray tubes. To this effect, a test-table has been elaborated. It is performed in two versions with different shape of colour elements. Required properties in colour and gray elements of the table in their size relations are considered.

A Study of Automatic Phase Adjuster System for Colour TV Receiver. L. N. Shche-lovanov 21

The way in which amplification factor of automatic phaseadjusting ring (APA) must be determined, is outlined, wherein there is a tolerance provisioned on the deviation of «sync flash» fluctuation phase from that of receiver subcarrier. APA system stability is examined, an extreme amplification factor is found.

Powerful Transistor Stages with Low Non-Linear Distortions. Yu. I. Tsapin 27

Experimental study results are presented, relating to the parameters of powerful transistors, and the most adequate methods of their selection by pairs is suggested for a pushpull terminal stage by through dynamic slope, ensuring the output of movie transistor amplifiers with low non-linear distortions.

Operation Life of SVD Alternating Current Xenon Lamps as a Function of Ballast Type. D. A. Goukhberg 35

Experimental data are referred to, relating to the dependance of operation life on available cine-projection a. c. xenon lamps, named SVD, on the type of ballast present

in lamp circuit. The mode of electrode destruction is pointed out to be linked to ballast type criterion of operation life, and an explanation is given concerning the relationship observed. It is established that lamp electrode destruction rate depends on conditions of ignition discharge in each half-cycle of current.

About Rational Parameters of Maltese Mechanism in an Universal 35- and 70-mm Motion-Picture Projector. I. M. Fonar, Kr. A. Dobromyslina 42

A comparative calculation of operation life and fidelity is made in a range of maltese mechanisms. A definition of rational parameters for the maltese mechanism of an universal 35/70 motion-picture projector is given.

An Optical Method for Measuring Thickness of Photographic Emulsion Deposit. I. G. Gross, V. I. Leontyeva, V. V. Kazakov 51

Method and control device are described to check the thickness of photographic emulsion deposit during coating onto a moved flexible support in production coating machines.

On the Change of Dimensions in 8-mm Motion Picture Film. Ye. M. Goldovsky 54

Discussion contributions are reviewed, concerning 8-mm cine-film dimensions as discussed at the VI UNIATEC Congress.

The Use of Gyroscopes in Cinematography Technique. N. L. Kulchitsky 61

The principle of gyroscope stabilization for both hand and tripod cinema-cameras during motion picture shots is considered; results from production shots are cited, involving gyro stabilization.

From Production Experience

At the Motion Picture Studios

Cinema Set Finishes from PKhV Films. N. P. Kamynina, V. M. Levin 65

Film Metres in the Roll Calculation by Means of a Nomogram. Ye. A. Zeldin 67

At the TV Stations

A Graduation Procedure for Illumination Measurement. A. L. Levin 69

Designer — Motion-Picture-Camera—Cinema Amateur. A. S. Tikhomirov 71

Design problems are treated in equipment for narrow-gauge 8-mm amateur cinematography.

Foreing Technique

An Exhibition of Motion-Picture and TV Techniques in Milan. V. I. Oushagina 78

A review is given of a television-film camera for motion-picture photography on 16-mm film, professional and amateur projection facilities and film presentation devices from Milan 1964 Exhibition.

Abstracts 82

Scientific and Technological News 92

Kodak

имеет целый ряд фотопленок высокого качества для кинематографии и телевидения

В том числе:

ДЛЯ КИНО

ЦВЕТНЫЕ

- «Истмен», цветная негативная киноплёнка (5251)
- «Истмен», цветная позитивная киноплёнка (5385)
- «Истмен», цветная промежуточная киноплёнка (5253)

ЧЕРНО-БЕЛЫЕ

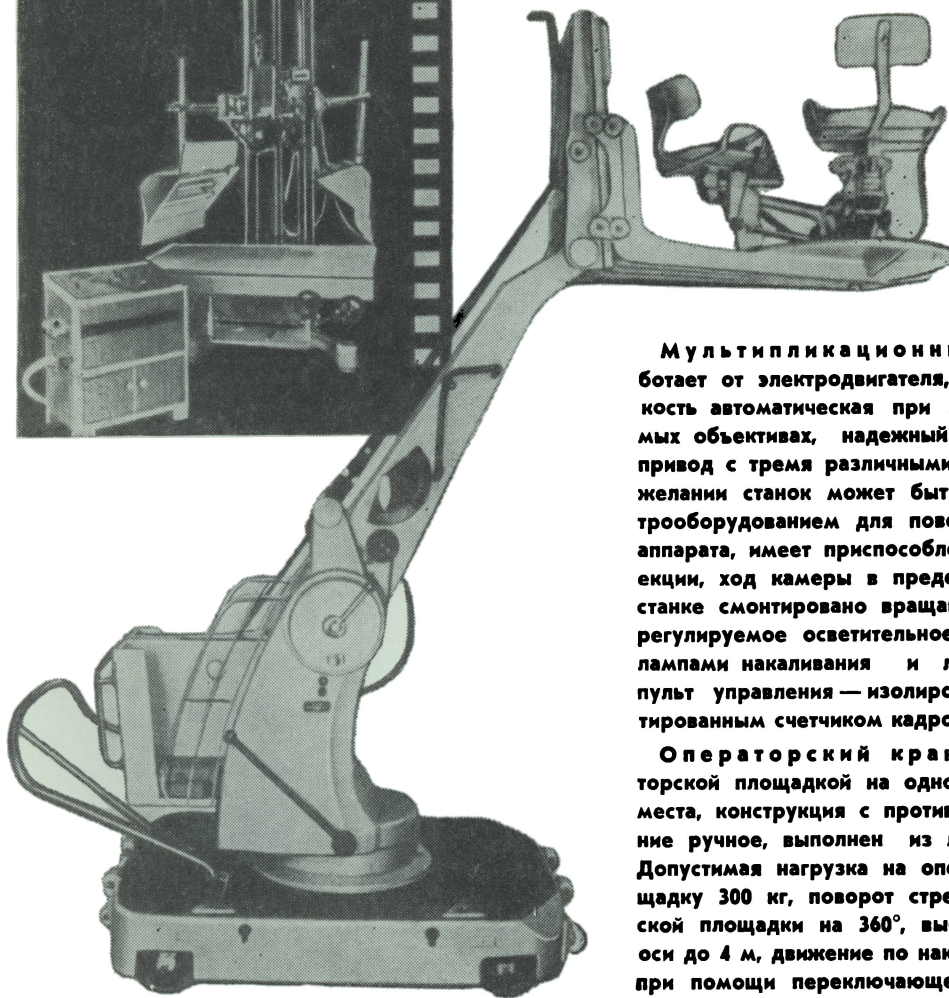
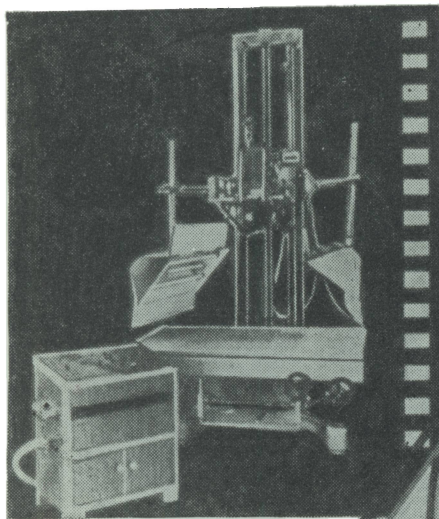
- «Истмен» Дубль-Х, панхроматическая негативная киноплёнка (5222)
 - «Истмен», мелкозернистая позитивная киноплёнка (5302)
- Сведения о материалах для записи и для изготовления дубльнегатива или дубльпозитива высылаем по запросу

ДЛЯ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

- «Истмен» Дубль-Х, панхроматическая негативная киноплёнка (5222)
- «Истмен» Три-Х, панхроматическая негативная киноплёнка (5233)
- «Истмен» для телевизионной записи (5374)

За образцами и подробными техническими данными по плёнкам для кинематографии и телевидения обращайтесь по адресу:

*KODAK LIMITED, EXPORT DIVISION KODAK HOUSE, KINGSMAN, LONDON, W. 5. 2 И
„СОЮЗХИМЭКСПОРТ“, МОСКВА, СМОЛЕНСКАЯ ПЛОЩАДЬ, 22/34*



Мультипликационный станок работает от электродвигателя, наводка на резкость автоматическая при любых применяемых объективах, надежный индивидуальный привод с тремя различными скоростями. При желании станок может быть снабжен электрооборудованием для поворота съемочного аппарата, имеет приспособление для рирпроекции, ход камеры в пределах 2000 мм. На станке смонтировано вращающееся и плавно регулируемое осветительное устройство с лампами накаливания и люминесцентными, пульт управления — изолированный, с вмонтированным счетчиком кадров.

Операторский кран А-201 с операторской площадкой на одно и два рабочих места, конструкция с противовесом, управление ручное, выполнен из легкого металла. Допустимая нагрузка на операторскую площадку 300 кг, поворот стрелы и операторской площадки на 360°, высота оптической оси до 4 м, движение по наклону и по дуге — при помощи переключающегося управления.

Для передвижения кран устанавливается на рельсы с шириной колеи 700 мм, имеет механический и гидравлический тормоза, а также электрическую автоблокировку. По желанию комплектуется дополнительными осями с пневматическими шинами для передвижения по неровной поверхности.



Электроакустическая
лаборатория КГ, Берлин
инж. Гайнц Рихтер

Экспортер: Внешнеторговая организация «Дойче Камера», ГДР, Берлин Ц2,
Вальштрассе, 23

[Faint, mostly illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page. The text appears to be organized into several paragraphs.]



Цена 68 коп.

