



87. Эдвард Хоппер (Edward Hopper).
Утреннее солнце (Morning Sun)
1952
Columbus Museum of Art
Columbus, Ohio

ЦВЕТОВЫЕ ИМПРЕССИОНИСТЫ

Мы познакомились с некоторыми наиболее известными теоретиками цвета. Их идеи заставили других художников и мыслителей срочно пересмотреть свое мнение по данному вопросу. Три очень отличающихся друг от друга личности, помимо своих основных интересов уделявших много внимания цвету, указали нам новые пути для его изучения.

Анри Мишо, художник и писатель, 1899–1984

Анри Мишо (Henri Michaux) посвятил свою жизнь писательскому творчеству, живописи и путешествиям. Каждое его занятие оказывало влияние на другое. Но невозможно определить, писательство ли заставляло

его заниматься живописью, или, наоборот, живопись писательством. В любом случае его творческое воображение сформировалось под действием многих факторов. Сам Мишо считал, что на его творческую активность сильно повлияли "восхитительные поездки за вдохновением".

Анри Мишо начинал, как писатель. В 1925 году он попал на выставку работ Пауля Кле (Paul Klee), Джорджио де Кирико (Giorgio de Chirico) и Макса Эрнста (Max Ernst). Их сюрреалистический живописный мир цвета и форм заставил Мишо взглянуть на искусство по-новому. Он не просто любовался произведениями мастеров, а переживал их, как, наверное, переживали их сами создатели. Не смотря на то, что Мишо нигде было учиться этому специально, он предельно ясно понял одну вещь: в дальнейшем надо

попытаться объединить свой писательский талант с мастерством живописца. Конфликт между этими весьма разными видами творчества раздражал его. Мишо попытался превратить внутреннее творческое разногласие в союз, сделав свой внутренний мир видимым. В 1937 и 1938 годах он рисует плотными цветами по черному грунту. Он изобразил черной краской хрустальный шар, в котором силуэты людей и пейзажи превращаются в видения. Возможно даже провести параллель между его творчеством и рисунками на черной доске Рудольфа Штайнера (Rudolf Steiner). Мишо, как и Штайнер, создавал картины с текстом, объясняя, что текст – основная тема его картин.

Позже Мишо стал использовать в своей работе прозрачные цвета. Обстоятельства вынудили его сделать

несколько сотен рисунков в течении нескольких недель. Некоторые из них содержат ясные намеки на экспрессионизм. Мишо все меньше занимался писательским творчеством и все больше отдавал себя живописи. Он удивительно красиво оценил работы Пауля Кле: "... линии мечтают. Никто никогда не позволял линиям мечтать."

Эксперименты с галлюциногенами, в частности, с мескалином, изменили чувственность и сознание Мишо. В этом – объяснение многих его рисунков и картин. Присутствующие в них формы и экспрессивная сила слов, которые он писал, приобрели совершенно иной смысл. Его "мескалиновая графика" имеет очень специфическую морфологию и повлияла на его художественную деятельность последнего периода.

Изменить сознание можно многими способами. Опыт такого типа открывает людям путь внутрь самих себя. Срывается покров повседневной суеты и подсознание начинает давать свежую пищу воображению. Цвета и формы воспринимаются иначе, и это отражается и на точности деталей и на видении действительности в целом.

Для большинства людей такие путешествия в подсознательное совершенно безвредны, пока предпринимаются из интереса. Человек под воздействием мескалина ведет себя очень спокойно и заинтересован в накоплении собственного опыта, в то время как, например, алкоголь делает человека шумным и агрессивным.

В течении этого творческого периода Мишо ограничил писательскую деятельность и дал себе волю, как рисовальщику и живописцу. Отдавая должное Джорджио де Кирико, Мишо писал:

Наркотик, останавливающий боль во внутренностях, / так же останавливает время, / деля часы длиннее, / строит башню / и зовет назад прошедшие столетия / отдавая город храмам и богу.

Магия

Многие люди пробуют стремиться к духовным сущностям, используя методы факиров. Это – ошибка. Все до одного должны искать собственные пути. Если я хочу, чтобы появилась

живая лягушка (мертвая лягушка гораздо проще), то я не применяю к себе никакого насилия. Я просто начинаю рисовать в своем уме. Я делаю эскиз берега реки, подбирая зеленый цвет очень тщательно, и потом жду появления воды. После этого я опускаю в воду палочку, и когда она становится мокрой, я свободен. Мне нужно только набраться терпения, и скоро лягушки появятся, прыгая и ныряя.

Потом я делаю ночь, очень теплую ночь, и если я / пойду по берегу с фонарем, то увижу их задолго до того, как они начнут квакать.

Это не имеет ничего общего с тем, но я должен сказать о том, что вот-вот случится со мной, потому что оно близко: я собираюсь ослепнуть.

Рудольф Штайнер, основатель антропософии, 1861-1925

Рудольф Штайнер (Rudolf Steiner) – основатель антропософии, универсальной духовной философии людей и всего мироздания. Его деятельность в первой четверти XX века вызвала сильный резонанс во многих умах. Его учение и мировоззрение повлияло на развитие медицины, социологии, экономики и образования. Оно не представляло собой альтернативу перечисленным наукам, но призвано было расширить круг изучаемых ими вопросов и дополнить новыми идеями. Придуманные им для образовательной науки так называемые школы Вальдорфа или его *Духовнонаучные основы успешного развития сельского хозяйства* вызывают интерес и сегодня. Штайнер так же указал новые направления в развитии искусства. Он был творчески активным сам и своей работой, своей преподавательской деятельностью и собственным примером заставлял быть творчески активными других художников.

Штайнер прочитал более 5000 лекций, и часто сопровождал свои выступления рисованием на доске. Эти рисунки нельзя назвать антикварными до сих пор – его техника живописи намного опережала свое время. Созданные Штайнером очаровательные и чувственные образы, несомненно, вдохновляли других художников, но в то же время оставались неизвестными общественности более 70 лет. Так как темы его рисунков тесно связаны с темами его лекций, их почти невозможно правильно интерпретировать. Во время лекций Штайнер рисовал

88. Анри Мишо (Henri Michaux).
Без названия.
Из серии мескалиновых рисунков.
1969



Внешнее тепло, тепло, которое мы ощущаем, прикасаясь к предметам, внешнее тепло, приносимое нам по воздуху – если оно поглощается телом человека, то должно преобразовываться так, что тепло, уже существующее в человеке, если можно так выразиться, перемещалось бы в другую плоскость, отличную от внешней. Тепло, поглощаемое нашим телом, должно так измениться внутри нас, что наш организм во внешнем тепле вступал бы в процесс самостоятельно.

Организм должен участвовать в процессе, даже при минимальном количестве внешнего тепла. А сейчас представьте, что я гуляю, и то ли из-за холода, то ли потому, что дует ветер, я не могу так быстро, как мне хочется, превращать вселенское тепло в свое собственное. Я рискую нагреться от вселенского тепла как кусок дерева или камень, или другой предмет, нагреваемый внешней средой. Но так не случится. Я не опасуюсь беспрепятственного проникновения внутрь меня внешнего тепла, будто я на самом деле такой предмет. Я имею возможность делать из внешнего тепла внутреннее, улавливая его частички своей кожей. Если я не буду этого делать, то замерзну. Такова суть внутреннего процесса замерзания. Внутренний холод уничтожается внешним теплом, поглощаемым организмом.

(Источник: Rudolf Steiner, *Der Mensch als Zusammenklang des schaffenden, bildenden und gestaltenden Weltenwortes. Zwölf Vorträge* (GA 230). Eleventh lecture, 10 November 1923, Dornach/Switzerland 1993)



цветным мелом по черной доске. Нам известно более 1000 его рисунков, каждый из которых имеет размеры 1 x 1,5 м. Все они опубликованы в 28-томном собрании его работ.

Лекции Штайнера содержат интересные мысли о различных качествах и свойствах цветов. Штайнер различал четыре «картинных» цвета (picture colours) и три «сияющих» (glowing colours). Картинные цвета – черный (black), зеленый (green), «цветок персика» (peach-blossom) и белый (white). Черный – это духовный образ смерти (минералы); зеленый – это мертвый образ жизни (царство растений); «цветок персика» (цвет плоти) – живой образ души (царство животных); белый – духовный образ ума (царство людей).

Желтый, синий и красный цвета Штайнер называл светящимися, так как в их пределах всегда что-нибудь сияет. Желтый (сияние ума) сияет наружу от центра, делаясь ярче и не признавая никаких ограничений. По сравнению с ним синий (сияние духа) требует сильной насыщенности снаружи и хочет быть ярче по направлению внутрь. Красный (сияние жизни) занимает пространство равномерно, «не хочет ни сиять, ни сдерживаться – он утверждает самого себя» (Источник: Rudolf Steiner, *Das Wesen der Farben*, GA 291, Dornach 1991).

Штайнеровская евритмика (eurythmics) – антропософическое ис-

кусство движений человеческого тела, сопровождаемых устной речью, вокальной или инструментальной музыкой. Через движения евритмика пытается выразить метафизическую составляющую прозы, поэзии и музыкальных произведений, их духовное содержание. Штайнер совершенствовал евритмику с момента ее создания в 1912 году до конца свой жизни, и называл этот новый вид искусства продолжением гетевских метаморфоз (трансформаций) в область человеческих движений. Он называл евритмические звуки-декламации «видимым языком», а евритмическое сопровождение к музыкальным произведениям – «видимыми песнями».

Штайнер разработал абсолютно новый метод освещения сцены во время проведения евритмических представлений. Согласно евритмическим предписаниям чтение поэмы или исполнение музыкального произведения должны сопровождаться цветным освещением. Штайнер отказался от концентрированных форм сценического освещения – от обычных для театров пятен света (spotlights). Он хотел заливать сцену мягким, рассеянным, но интенсивным светом, и делать это как можно равномернее, создавая световое пространство, «ограждающее» последовательность движений. В первом евритмическом театре Goetheanum в Дорнахе (Dornach) близ Базеля (Basle) он решил установить осветительное оборудование нового типа. Его разра-

боткой и изготовлением занялся молодой коллега Штайнера, Эренфрид Пфайффер (Ehrenfried Pfeiffer), сведущий в вопросах электричества и позднее ставший первым директором-осветителем Goetheanum. Пфайффер нашел приемлемое решение. Для того, чтобы создать ровное освещение похожее на дневное, под его руководством были изготовлены прожекторы не с вогнутыми, а с выпуклыми отражателями, покрытыми слоем мела для наибольшего рассеивания света. Эти прожекторы установили на высоте 6 метров по обеим сторонам сцены, а рампу сделали максимально широкой. При желании можно подсчитать, сколько источников света потребовалось для освещения главной сцены в Goetheanum (ширина сцены 24 м; глубина 17,5 м; высота 22 м).

Необходимая интенсивность и разнообразие цветовых эффектов обеспечивались шестью цветами вверху и внизу сцены: белым, красным, желтым, синим, зеленым и фиолетовым. При их смешении получалось огромное число оттенков и яркостей. Штайнера интересовало не только пространство, заполненное цветным светом, но и цветные покрывала и вуали на актерам. Он думал над тем, каким образом можно заставить их менять цвет, появляться или исчезать.

Как можно использовать цветное освещение в евритмических представлениях? Штайнер никогда не выдумывал правила, он всегда руководство-

90. РАДУГА: СТРАХ И СМЕЛОСТЬ

Радуга, если взглянуть на нее с во-
ображением, покажет нам и появление
духовности и ее исчезновение. Она на
самом деле удивительным образом по-
казывает нам что-то вроде духовной
волны. Можно заметить, что возвы-
шенная сущность, проявляющаяся в
ней, возникает от сильного страха, и
достигнуть ее можно, обладая исклю-
чительной смелостью. При взгляде на
красно-желтый цвет в душе появляется
страх, а если смотреть на сине-фиоле-
товый, – отвага. Следует сказать, что
такие вещи нужно знать для понима-
ния мудрецов, живших в XI, XII и XIII
века. Тот, кто пришел позже, не будет
понимать больше, потому что нельзя
понять Альбертуса Магнуса (Albertus
Magnus), обладая только современны-
ми знаниями. Его нужно читать осведом-
ленным о тех духовных материях,
которые были для него реальностью.
Только тогда можно понять, как он
пользуется словарем, выражая свои
мысли.

(Источник: Rudolf Steiner, *Mysterien-
stätten des Mittelalters. Zehn Vorträge*
(GA 233a). First lecture, 4 January 1924,
Dornach/Switzerland 1991)

вался своим художественным ин-
стинктом. Сохранились цветковые
аранжировки более чем 400 поэм и
большого количества музыкальных
произведений, сделанных самим
Штайнером и его коллегой Пфайффе-
ром. Например, для стихотворения
Гете *Haueel (Gefunden)* он дает сле-
дующие указания:

“Ich ging im Walde
so für mich hin,
und nichts zu suchen,
das war mein Sinn.

белый выше
синий ниже
Бродил я лесом...
В глуши его
Найти не чаял
Я ничего.

Im Schatten sah ich
ein Blümchen stehn,
wie Sterne leuchtend,
wie Äuglein schön.

добавить крас-
ный выше
Смотрю, цветочек
В тени ветвей
Всех глаз прекрасней
Всех звезд светлей.

Ich wollt es brechen,
da sagt es fein:

Soll ich zum Welken
gebrochen sein?

добавить синий
ниже
Простер я руку
Но молвил он:

“Ужель погибнуть
Я осужден?”

Ich grub's mit allen
den Würzlein aus,
zum Garten trug ich's
am hübschen Haus.

белый выше
красный ниже
Я взял с корнями
Питомца рос
И в сад прохладный
К себе отнес.

Und pflanzt es wieder
am stillen Ort;
nun schweigt es immer
und blüht so fort.

добавить крас-
ный ниже
В тиши местечко
Ему ответ
Цветет он снова
Как прежде цвел.

Костюмы:

I. Синяя вуаль, желтое платье.

II. Зеленая вуаль, красное платье.

Стихотворение читали два испол-
нителя. Обычно освещение рассчи-
тывалось на полную строфу; измене-
ние цвета внутри строфы было ис-
ключением. Часто давались указания,
как надо смешивать цвета. Например:
“Яркий свет = нижняя половина и пол-
ностью верх. Умеренный белый ниже
= верхний свет доминирующий, а

нижний белый просто контрапункт,
не уничтожающий верхний свет.”

Сопровождая музыку, освещение
меняется соответственно характер-
ным особенностям музыкального
произведения. Как правило, нужно
удерживать свет по возможности спо-
койным, но в нужный момент быстро
менять один цвет на другой. Это тре-
бует тонкого художественного вкуса
от человека, ответственного за осве-
щение. Штайнер хотел сделать цвет-
ное освещение еще одним художест-
венным элементом в своих разработ-
ках, основанных на ритмическом дви-
жении. Цветом он хотел выражать ос-
новные психологические настроения
стихотворных или музыкальных про-
изведений. Он считал, что мажорные
тона, радость, бодрость, активность
больше подходили для красного, жел-
того, белого; уныние, меланхолия,
минорные тона больше подходили
для темных цветов. Штайнер не при-
знавал явную цветовую символику и
даже натуралистические цвета, указа-
ние на которые в произведении
встречалось в явном виде (синее море
= синий цвет).

Приведенный ниже отрывок из
штайнеровских лекций показывает,



как Штайнер советовал аудитории воспринимать цветное освещение во время евритмических представлений:

“Уважаемые зрители, которые видели наши евритмические представления, уже обратили внимание на то, что недавно мы добавили световые эффекты к сценографии, созданной перемещениями и движениями отдельных индивидуумов или целой групп людей. Это освещение не имеет натуралистической зависимости от отдельных жестов. Последовательность световых эффектов, которую мы создали, играет в евритмике такую же роль, какую играет последовательность нотных знаков в музыке. Евритмический образ размещается внутри подходящей световой последовательности, которая теперь по праву называется евритмическим освещением.”

Людвиг Виттгенштайн, философ, 1889–1951

Людвиг Виттгенштайн (Ludwig Wittgenstein) часто говорил, что его сочинения понять не просто. Кто-нибудь еще должен заниматься тем же, чем до последнего времени занимался и он, а потом этот кто-то должен был обнаружить, что некто по имени Людвиг Виттгенштайн уже все описал, сформулировал и сделал правильные выводы.

Карьера Виттгенштайна складывалась из весьма разных видов деятельности. В это кроется основная причина того, почему его философские наблюдения непонятны и спорны.

Виттгенштайн учился механике и математике, и его образование, несомненно, должно стать отправной точкой для интерпретации его философских взглядов. Его монография по логике и философии *Tractatus Logico-Philosophicus* написана в начале века. Мыслительной работой он занимался в основном в Англии, на должности профессора философии. Виттгенштайн был беспокойным и часто недовольным собой; он работал и учителем начальной школы, и архитектором, и был даже скульптором-любителем. В 1914 году он записался добровольцем в армию. Во время Второй мировой войны он работал лаборантом в медицинской лаборатории. Он часто бывал в Норвегии, в США и в своей родной Вене. В путешествиях он продолжал работать, что видно из его дневников.

В 1930 году Берtrand Расселл (Bertrand Russell) обратил внимание

на слова Виттгенштайна о том, что синий цвет мог бы быть так же красным или зеленым, и что последовательность таких превращений является пространством для цветов. Расселл нашел, что это неправильно. Синий – один из этих цветов, и бессмысленно утверждать обратное. “Есть пространство для цветов, – продолжал Расселл, – и пространство для звуков. Геометрию пространства для цветов создают различные связи между цветами.”

С 1926 по 1928 год Виттгенштайн работал архитектором в Вене. Кажется довольно необычным, что философ захотел связать себя таким ремеслом. Но Виттгенштайн и в этой профессии установил себе планку на максимальную высоту, точно так же, как он делал это в любом другом виде деятельности. Palais Wittgenstein, дом в Kundmanngasse, в Вене, был построен по чертежам Пауля Энгельманна (Paul Engelmann), увидевшего связь между философским мышлением Виттгенштайна и его занятиями архитектурой.

Форма здания соответствовала неоклассическим стандартам. Ее образовывали кубы различных размеров, изготовленные из камня, металла и стекла. Пространства в здании были самых разных – но выдержанных в духе гармонии, – пропорций, а окна располагались так, чтобы пропускать максимум света в скромные, по-спартански обставленные комнаты. Свет и цвет в Palais Wittgenstein стали основными элементами декора. Виттгенштайн сам разрабатывал для проекта различные детали, такие, например, как радиаторы отопления или дверные ручки.

Виттгенштайн нашел творческое применение своему техническому образованию, и теперь смотрел на свой мир, совершенный внутри самого себя, созданный безошибочным соединением геометрических форм. Виттгенштайн разработал для Palais Wittgenstein электрическую систему и упростил световое оборудование до одноламповых светильников. Их конструирование завершилось после долгих размышлений и обсуждения многих вариантов.

Философская проничательность Виттгенштайна часто оказывалась под влиянием его математических знаний. Одно из его последних сочинений, *Замечания о цвете* (*Bemerkungen über Farbe*), было опубликовано через год после его смерти. Написано оно очень простым и чистым языком, но в нем чрезвы-

чайно трудно обнаружить понятные всем смысловые образы. Неподготовленному читателю слова Виттгенштайн кажутся живущими в изоляции. Виттгенштайн часто задает себе вопросы, касающиеся его же утверждений. Замечания Виттгенштайна о цвете и свете отделены от реальности и не имеют ничего общего с нашим научным мировоззрением. Замечание к его наиболее важному труду, к *Tractatus Logico-Philosophicus*, так же относится к его философской интерпретации цвета: “Эта книга будет понятна лишь тому, кто сам выразит такие же мысли, или им подобные.”

Из *Замечаний о цвете* Виттгенштайна:

26. Это подозрительно, но люди думают, что могут различать три основных цвета, а многие даже четыре. Некоторые настаивают, что зеленый – промежуточный цвет между синим и желтым, но я, например, чувствую, что это неправильно, и я делаю это совершенно в стороне от любого опыта.

Синий и желтый, подобно красному и зеленому, кажутся мне противоположностями, но, может быть, просто потому, что я имею обыкновение видеть их как противоположные точки на хроматическом круге.

Почему вопрос о количестве чистых цветов так важен для меня (психологически, так сказать)?

27. Я, кажется, вижу одну вещь, которая важна логически: если мы называем зеленый промежуточным цветом между синим и желтым, то так же возможно, например, называть этот цвет слегка-голубоватым-желтым или слегка-желтоватым-синим. Эти выражения ничего не говорят мне, но не скажут ли они что-нибудь кому-нибудь еще?

Так что если кто-нибудь захочет назвать цвет стены красновато-желтым, я мог бы предположить, что окажусь способен выбрать один из многих оттенков. Но если кто-нибудь назвал бы цвет слегка-голубоватым-желтым, то я не смог бы показать ему образец. Я хочу сказать, что могу представить себе цвет в одном случае, но не могу в другом. Это вводит в заблуждение, поскольку в любом случае не предлагается обдумывать образ, возникающий перед внутренним взором.

28. Так как есть такая вещь, как красивая походка, и есть такие люди, которые не имеют ее, то можно



было бы также думать, что существует целый диапазон различных впечатлений от видения одного цвета.

Например, попросите кого-нибудь сравнить холодный цвет с теплым. Но все ли знакомы с теплыми и холодными цветами? Если вы, конечно, не научили их просто называть конкретные дизъюнкции одних цветов или других.

Например, если было бы возможным для художника не иметь никакого понятия о четырех чистых цветах, неужели не оказалось бы нелепым говорить с ним о таких вещах?

34. Вещи бывают раскаленными докрасна (red-hot) или раскаленными добела (white-hot), но как назвать вещи, нагретые до коричневого цвета (brown-hot) или серого (grey-hot)? Почему их нельзя назвать раскаленными в меньшей степени, чем добела?

35. Сказано, что свет бесцветен. Если это так, что чувства тоже большей частью бесцветны.

42. Мы говорим о темно-красном цвете, но не о черно-красном.

65. Коричневый свет. Что если кто-нибудь придумает коричневый светофор?

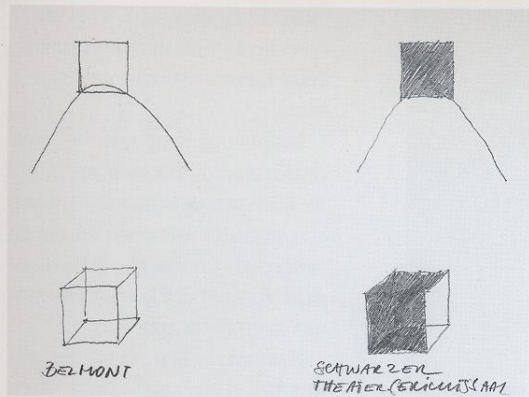
76. Рунге (Runge) говорит, что есть прозрачные и непрозрачные цвета. Но это не сказывается на живописании куса зеленого стекла или иного зеленого в кусе зеленой материи.

90. Я сомневаюсь, чтобы замечания Гете о характерах цветов оказались полезными для художников. Для художников-любителей – в особенности.

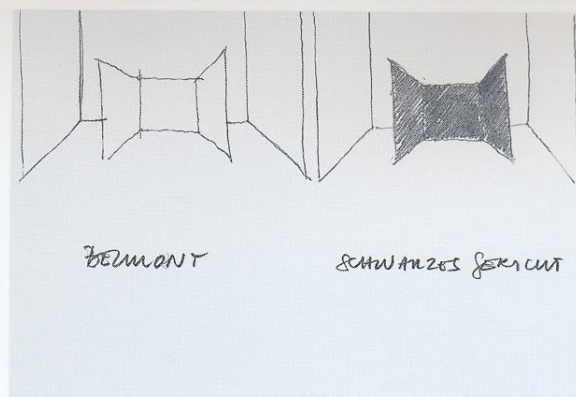
152. Разве невозможно глянцево-черному (gloss black) и матово-черному (matt black) иметь другие цветовые имена?

324. Полутемнота (semi-darkness) могла бы быть изображена в полутемноте. И сценическое освещение могло бы быть полутемным (сценическая живопись).

91. Людвиг Виттгенштайн (Ludwig Wittgenstein). Зал на первом этаже Palais Wittgenstein. Вена, 1929. Верхнее освещение электрической лампы мощностью 200 Вт под шелковым абажуром



92



93

Я ПРОХОЖУ СО СВОИМ ФОНАРЕМ...

Герберт Капшльмюллер
(Herbert Kapplmüller)

*Кто знает белый,
Но живет в черном –
Познал мир.*

Лао Цзы

Настал конец Бельмонте, однообразному, замкнутому, яркому и нематериальному миру Порции, белому кубу 4 x 4 x 4 м, из шекспировского *Венецианского купца*. Бассанио выбрал правильный ларец, а Порция в мужском костюме отправилась в Венецию, выдавая себя за ученейшего

законоведа. Два рабочих сены с ведрами краски и большими кистями превращают белое пространство в черное пространство – ПАУЗА – зала суда в Венеции (илл. 92, 93). В этой театральной последовательности слышится легкий свистящий звук задвигаемых бархатных занавесей, постукивание закрывающихся жалюзи, грохот оконных ставней в домах среднего класса XIX века. В ней видится параллель между окнами и лампами; свет, считавшийся естествен-

ным дневным и проникавший в комнату через окно, внезапно становится агрессивно белым, подобным свету электрической лампы без абажура (илл. 94-96).

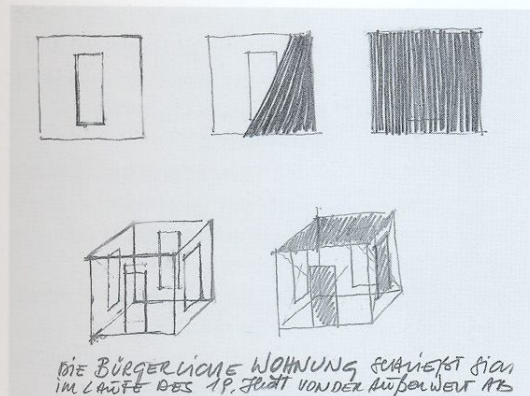
Были сделаны попытки смягчить искусственный свет, и рассеять холодный и строгий дневной по комнате. Окна и лампы закрыли муслином и марлей. Одновременно сделали более плотными и темными абажуры и шторы.

Черный суд на сцене и затемненная комната среднего класса напоминает о проблемах, с которыми столкнулись граждане *Schilda*, оказавшиеся в ратуше без окон:

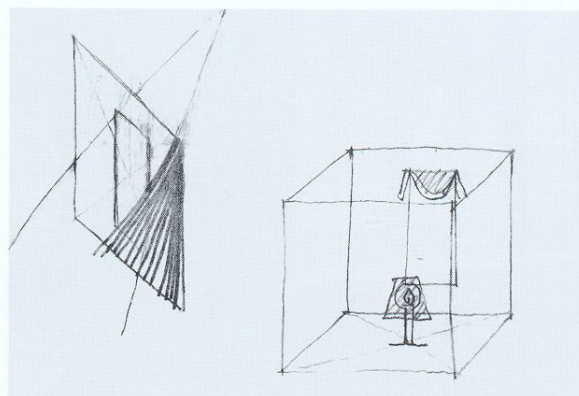
Когда работа была закончена / *Lales (the Lales)* захотели войти в ратушу / и освятиться тут же к чести всего *Stultorum* / и потом от имени всех дураков попытаться / собрать первый совет: но когда они все вошли с должным уважением / то увидели, что там было абсолютно темно / и они едва узнавали друг друга. Об этом они не побеспокоились / и не удивились этому / хотя причина была. Возможно, что-то отсутствовало в здании / что-то, позволяющее свету падать вниз и там оставаться.

Кто сказал / что свет и день не могут попасть в мешок / как вода попадает в ведро? Никто из нас никогда не пытался сделать это: вот почему чего-то не хватает / но мы пока оставим все на своих местах. Если удастся / мы получим кредит / и нас будут долго хвалить, как изобретателей нового искусства. Если это не будет работать / то вполне подойдет для наших дурацких планов.

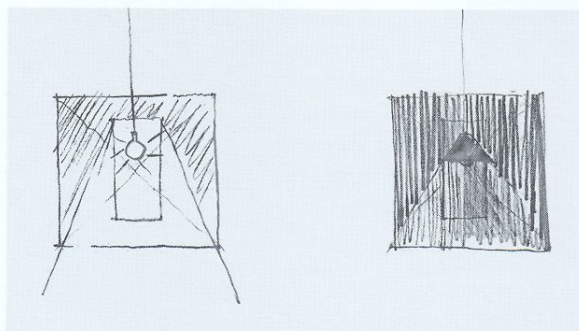
Это совещание порадовало всех *Lales* до такой степени / что они решили / следовать ему со всей должной торопливостью. И по этой причине после полудня / когда солнце сияло наилучшим образом / они исполнили свою клятву для новой ратуши / каждый с сосудом / чтобы, как они думали, можно было бы поймать день и нести его. И другие тоже принесли / кирки / лопаты / мотыги / вилы и другие вещи / потому что были озабочены тем / чтобы не наделать ошибок. Чтобы скорее прозвучал сигнал / один из них рассказал об увиденном им чуде / и все начали работать. Многие из них имели большие мешки / и позволяли Солнцу освещать их дно / затем быстро завязы-



94



95



96

58

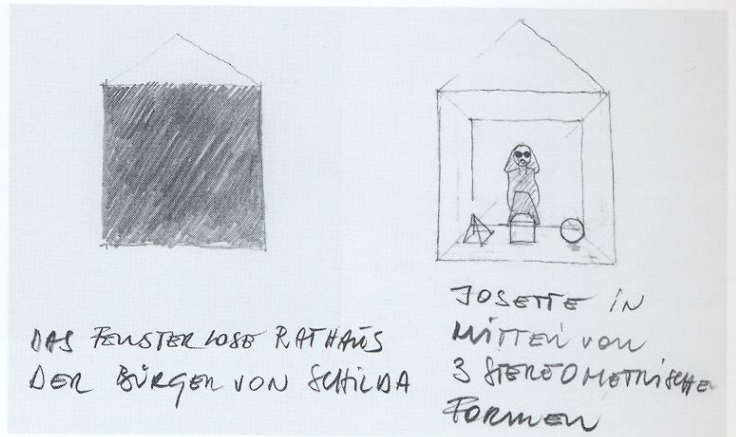
вали их / и шли вместе с ними в здание / чтобы вытрясти там день. И они убедили себя / что мешки были тяжелее / чем когда они были пустыми. И другие делали то же самое / с другими закрытыми сосудами / такими, как горшки / чайники / бочки / и другими похожими вещами. Одни загружали день в корзину вилами / другие лопатами; остальные закапывали его в землю. Не надо забывать одного *Lale* / который думал, что может поймать день мышеловкой / и силой затащить его в дом. Чтобы сократить длинный рассказ: все до одного делали так / как хотели их глупые головы.

И те многие вещи, которыми они делали общее дело / из-за того, что Солнце сияло / с таким усердием и искренностью / полностью износились / и разрушились от жары. И их труд стоил так же немного / как труд огромных гигантов / которые складывали в кучу большие горы / в надежде достичь небес. И в конце концов они сказали: теперь это станет тонким искусством / когда нас кто-нибудь похвалит.

(Источник: *Lale- und Schiltbürgerbuch*, 1597/98) (илл. 97).

Это та же самая темнота, в которой слепая Жозетта из *Слепой (Des aveugles)* Эрве Гибера (Hervé Guibert) стремится прийти к внутреннему соглашению.

Когда Жозетте было десять лет, мать закрыла ее в комнате с препятствиями, считая это частью ее образования. Жозетта сразу же определила по запаху, что в комнате находится человек. Она начала задавать ему вопросы и угрожать. Но никакого человека в комнате не оказалось, и Жозетта выдумала змею. Она представляла ее себе такой же огромной, какими зрячие люди представляют себе доисторических животных. Чтобы змея ее не ужалила или не укусила, Жозетте нужно было стать как можно меньше. Жозетта не двигалась с того самого момента, как попала в комнату. Наконец, она решила пойти на ощупь вдоль ближайшей стены и таким образом обойти комнату кругом. Она хотела заплакать, чтобы мать пожалела ее. Жозетта присела на пол. Мочевой пузырь наполнился, но Жозетта воздержалась и поднялась снова. Она вытянула обе руки и бросилась вперед, но сразу же споткнулась, потому что одно из препятствий – имевшее форму пирамиды, – которую мать установила для нее, было не выше ее



DAS FENSTER LOSSE RAHMENS
DER BÜRGER VON SCHILDA

JOSETTE IN
MITTEN VON
3 STEREO METRISCHE
FORMEN

97

бедра. Жозетта немедленно нашла край и почувствовала низ одной из сторон. Она стала искать начало, но одна поверхность переходила в другую, которая переходила в следующую, и так без конца. Жозетте не приходило в голову, что это пустотельный объект, но подумалось о машине со скрытым механизмом, и она обошла вокруг пирамиды три раза, прежде чем обнаружила, что может ее повернуть, взявшись за один из краев. Потом она нащупала квадратную поверхность. По этому предмету я могла бы побарабанить, сказала она себе, но только не сейчас. Она продолжила исследование и приняла верное решение не перемещаться по прямой линии. Жозетта стала кружиться вокруг одной точки и время от времени снова оказывалась рядом со стеной. Она не обращала внимания на желеобразные ступки, которые мать наклеила на стены. Ее правая нога, которую Жозетта всегда выставляла вперед первой, ударила по сфере, тут же укатившейся прочь. Я должна быть аккуратнее, если хочу выжить в этом хаосе, подумала она и хотела идти дальше, но ее нога наткнулась на сферу снова. Жозетта опустилась на четвереньки представив себе, что находится в муравейнике или в системе канализации, и заснула. Когда она проснулась, то прижимала сферу к своему животу. Жозетта качнулась на сфере и потянулась вперед обеими руками, чтобы заставить сферу катиться под собой. Я – панцирь, сказала она сфере, а вы моя черепаха, бедная черепаха. Жозетта оставила сферу себе. Продолжив путь вокруг комнаты, она осознала, что не наткнулась на пирамиду снова, и в то же время он довольно ясно почувствовала, что от нее ускользнул новый объект. Она поставила свою сферу на пол. Возможно, здесь все на магнитах, сказала он себе, когда сфера осталась на

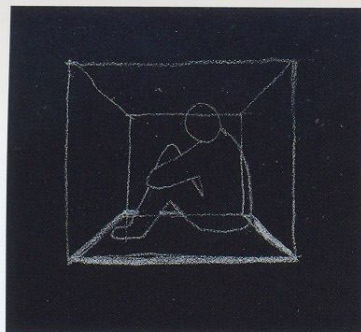
месте. Жозетта быстро посчитала в уме и пришла к выводу, что объект, которого он еще не коснулась, должен находиться в трех шагах слева от нее и в трех шагах позади. Объект оказался кубом, и она присела на него отдохнуть. Пирамида снова оказалась в пределах досягаемости. Жозетта выдавила у нее низ и одела на голову, словно шляпку. Потом она взяла сферу в руки и стала ждать. Она придет и заберет меня, сказала себе Жозетта. Ее мать ждала за дверью с ватой и настойкой арники для лечения ушибов, но Жозетта не ушиблась. Твоя сделка с жизнью состоялась, сказала мать, пережившая ужасное беспокойство, доставленное тремя жалкими картонными фигурами.

(Источник: Hervé Guibert, *Des aveugles*, Gallimard 1985).

И я сижу в непонятной темноте под большим столом. В тишине сила воображения значительно увеличивается. Обоняние, осязание, слух и вкусовые ощущения делаются острее и тоньше. Попытка восстановить погибший мир дневного света по запомнившимся зрительным образам напомнила мне старый сценический художественный метод рисования белым по черному грунту (илл. 98).

Но время от времени легкий ветерок шевелит скатерть на столе, и свет врывается в тонкие горизонтальные щели, окружившие меня прямоугольником и определившие измерения другого пространства (илл. 99).

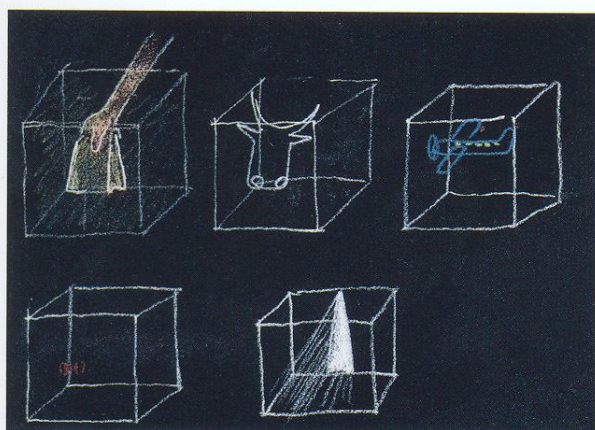
Я вспоминаю Луи Кана (Louis Kahn). Он захотел сделать рисунок, на котором был бы виден свет, и из которого было бы понятно, что там, где черный, никакого света нет. И чем больше он прикасался своим карандашом к бумаге, чем больше следов оставлял, тем больше он понимал, что света нет там, где есть черные штрихи.



98

Я доволен полным света мешком в своей руке, которая стала ярко-красной. Это компактный фонарь, переносной прожектор в черном ящике модели. Я мечтаю о неоновых инсталляциях Лучио Фонтана (Lucio Fontana), световых рисунках Пикассо (Picasso), об ультрафиолетовом свете (UV Light) и ультрафиолетовом цвете (UV colour) в черном театре. Внезапно кот Бременских Музыкантов прыгает в лицо шпиону, посланному грабителями. Тот испуган и поцарапан, потому что подошел слишком близко. В темноте он ошибочно принял горящие кошачьи глаза за угли (илл. 101, 102).

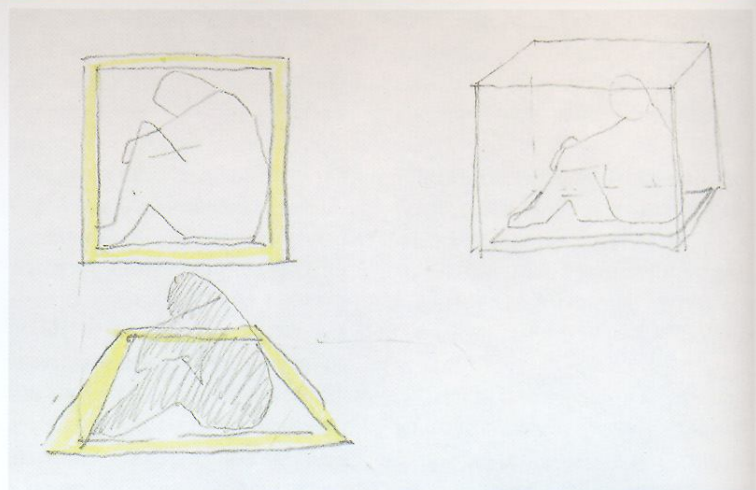
Луч света проникает через центральную щель в занавесе модели и поэтому освещает всю модель целиком. Так ослепляет свет, проникающий в комнату через вход, и кинжал в руке филистимлянина пронзает искаженное от боли лицо Самсона (картина Рембрандта *Ослепление Самсона* (*Blinding of Samson*) из Штедель-



101

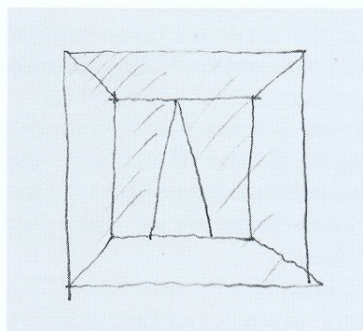
шевского института искусств во Франкфурте (Städelsches Kunstinstitut in Frankfurt)) (илл. 100).

Луч света вырывает меня из темноты. Солнце представлено в моей мо-

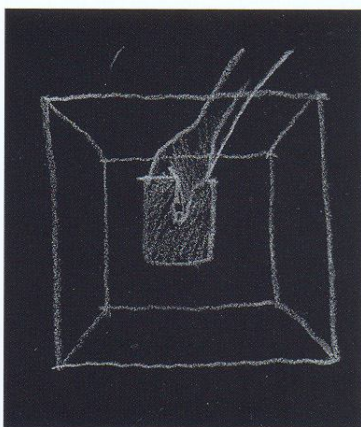


99

дели сцены таким образом, что растворяет любое видимое качество и создает яркое пространство, не размещая его в темноте. Не в этом ли осуществление старых человеческих мечтаний о возможности замены дневного света искусственным?



100

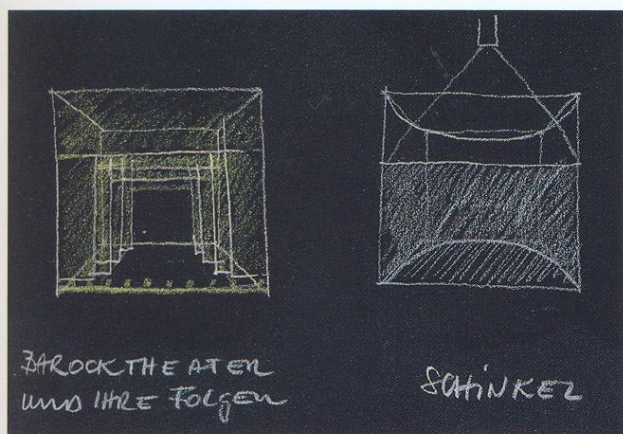


102

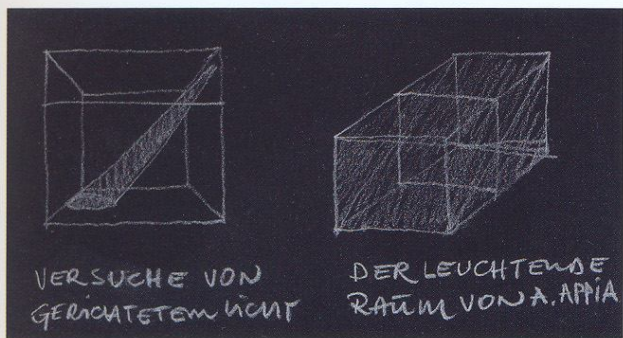
Театр долгое время обходился без света, приходящего сверху и обеспечивающего все без исключения яркостью и формой. Сценическое освещение барокко, в котором весь свет

строился по законам центральной перспективы, оказалось дискредитированным в XVIII веке. Буржуазный реализм, рожденный в XVII веке голландской живописью, требовал конкретной работы со светом на манер рисунков в технике чиароскуро. Театральное освещение еще не могло соперничать с освещением на вышеупомянутой картине, повторить на сцене его взаимосвязь между светом и тенью. Сценическое освещение развивалось в театре барокко вместе с его фундаментальными принципами, сохранившимися в XIX веке. Оно размещалось строго симметрично, и было неярким. Оно могло только создать окно света: боковое освещение в просцениуме и в кулисах – одни кулисы освещали другие; нижний свет, освещающий актеров спереди и снизу; контурный (border) свет, установленный по контуру просцениума. При этом центр сцены оставался неосвещенным. Эрнст Теодор Амадей Хоффманн (E.T.A. Hoffmann) саркастически заметил, что лица актеров, освещаемые снизу, превращаются в отталкивающие, гримасничающие маски.

Технические специалисты и театральные работники пытались совершить нечто по тем временам совершенно невозможное – они пытались найти способ менять нижнее и верхнее освещение. Антуан-Лоран Лавуазье (разработавший в 1770 году теорию горения) говорил: "Различные режимы естественного освещения могут быть выражены верно: яркий солнечный свет, мрачное освещение грозового неба, восход или закат Солнца, ночь, полнолуние, и т.д. Все это достигается с помощью параболического или более простого сферического отражателя, установленного на дуге в передней части сцены."



103



104

Этот новый способ освещения ознаменовал конец сценической живописи и старых способов создания иллюзий (например, рисование неба на холсте). Изменилась архитектура, которая своими тремя измерениями откликнулась на появление в театре электрических прожекторов (илл. 103).

Адольф Аппиа (Adolphe Appia) назвал реальный свет оппозиционным по отношению к живописному. Он разрабатывал сценическое освещение в своем собственном стиле. Аппиа создал реальное пространство для представлений и оживил его светом. Он ясно и логично объяснил разницу между основным освещением и акцентирующим. Действие у Аппиа определялось творческой силой света, и частично сценографией: например, время дня на сцене устанавливалось с помощью наклонного луча, обозначающего Луну, факел или что-нибудь подобное.

Эдвард Гордон Крейг (Edward Gordon Craig) придумал свою оснастку для освещения – первый световой мост. Он предложил светить прожекторами в любом направлении, затемнять их или выводить на полную мощность, рассеивать, фокусировать и окрашивать их лучи в разные цвета. Поток света, ставший у него частью сценографии, помогал ему выявлять в темноте актерскую индивидуальность.

Аппиа чувствовал, что единственным логичным следствием от этих нововведений станет трехмерная сценография с “гибким” световым дизайном. Освещение, соответствующее новым принципам, Аппиа впервые опробовал в Хеллерау (Hellerau) около Дрездена. На потолке аудитории он укрепил прожекторы, становившиеся видимыми только во включенном состоянии, и гигантскую систему затенения. Современник Аппиа писал: “Аудитория в Хеллерау была сияющим пространством, а не пространством, в котором горел свет. Сегодня небесное сияние – не тот луч света, который католики призывали выглянуть в голубой просвет между облаками. Теперь оно движется по вертикали, в двух измерениях, и движение его невидимо.” (илл. 104).

Первоклассные диоптрические цвета:

Пространство, которое мы видим пустым, неизбежно имеет характеристику прозрачности, настолько объемлющей, насколько мы хотим. Теперь, если это пространство заполнить так, чтобы наши глаза не были осведомлены о его заполнении, то в результате мы получим материальную, более или менее осязаемую прозрачную среду, подобную воздуху или газу, жидкости или твердому веществу. Просвечивающая непрозрачность происходит от прозрачности. Она может преподнести себя нам, как я вижу, тремя способами. Полная непрозрачность белая, наиболее безразличная, первый непрозрачный наполнитель для пространства. Сама по себе прозрачность, увиденная эмпирически, является первой

степенью непрозрачности. Дальнейших степеней непрозрачности, вплоть до непрозрачного белого, бесконечно много.

(Источник: Johann Wolfgang von Goethe, *Farbenlehre*, 1810)

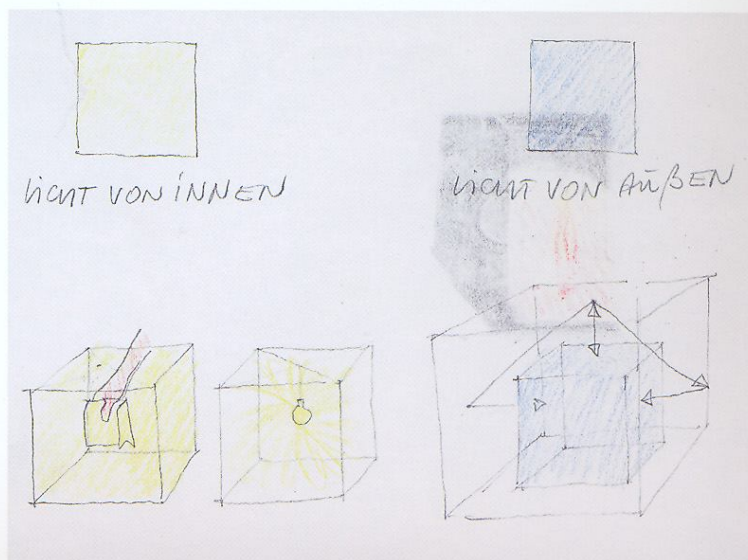
Это сияющее, нематериальное и лишённое теней пространство впервые реализовал в просцениуме Макс Келлер в *Münchener Kammerspiele*. Он сделал его абсолютно прозрачным для аудитории, и когда занавес поднимался вверх, и возникали зрительные образы, то чувство пространства поддерживалось только ощущением расстояний, движением света и игрой актеров.

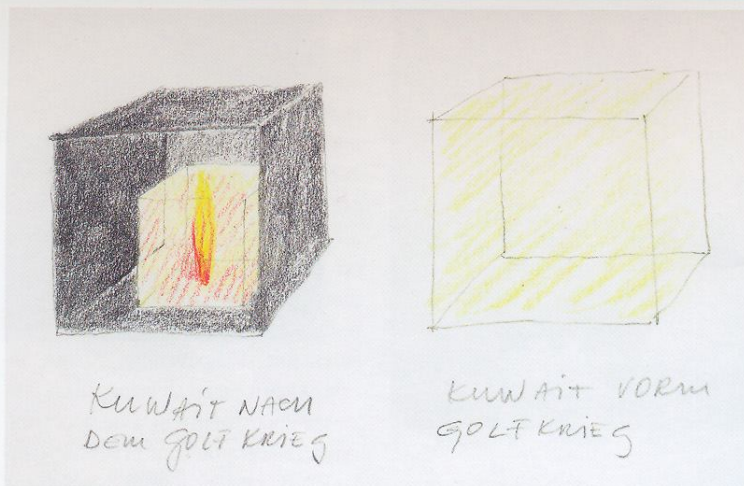


105

Образы не были иллюзорными, как это практиковалось в эпоху Сезанна (Cézanne) и кубизма. И они не были копией окружающей действительности. Они отражали собственную действительность, они были вещью в себе. Кубизм изобретал в образах четвертое измерение. Трехмерная одновременность, помещенная в два измерения, сделала видимым время, которое

106

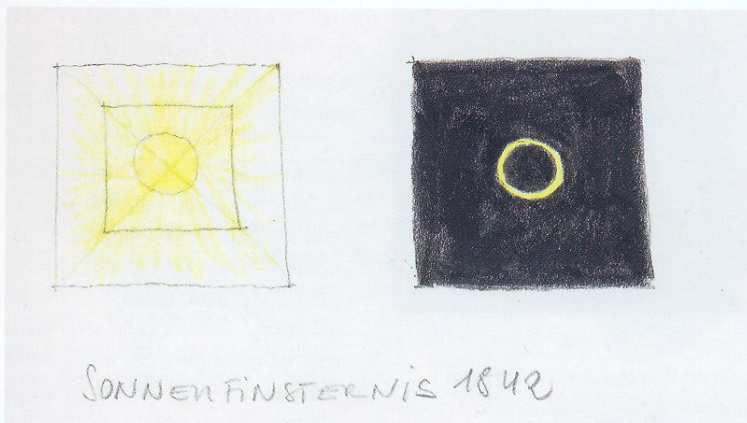




KUWAIT NACH
DEM GOLF KRIEG

KUWAIT VORIM
GOLF KRIEG

107



SONNENFINSTERNIS 1842

108

требуется, например, для того, чтобы увидеть каждую грань куба, если идти вокруг него, или увидеть лицо и профиль (мультиплан). Это фундамент всего, чем мы занимаемся сегодня. Имеем ли мы театральных работников и зрителей, когда-либо все-таки смотревших на вещи, как на логические выводы из них?

Ганс Седлмайр (Hans Sedlmayr), известный историк австрийского искусства, смотрел на это мнимое прометеевское воровство следующим образом:

Свет заменили цветом во времена Сезанна. Все достоинство, энергия и сила света, которые использовались отдельно от цвета и имели перед ним приоритет, теперь перешли к нему. Этими качествами надежно наделялись земные субстанции, а у цвета они вызывают страшные апокалиптические извержения. Цвет стал суррогатом света, хотя и находится внутри него.

(Источник: Hans Sedlmayr, *Der Tod des Lichts*, 1964).

С тех пор, как я установил электро-станцию для сценического освещения под своим столом. я сидел в своем фонаре – счастливым, в заполненном светом мешке, – и изумлялся чудесно-

му свету, приходящему снаружи, великоленному изнутри, и равномерно пылающему (илл. 106).

Когда 8 июля 1842 года произошло затмение Солнца и дневное небо Кувейта потемнело от облаков дыма, кубы трансформировались в гигантском масштабе. Яркий, дневной экстерьер (белый куб) превратился в гигантский интерьер (черный куб), освещаемый так же ярко, как днем, горящими факелами нефтяных месторождений (илл. 107, 108).

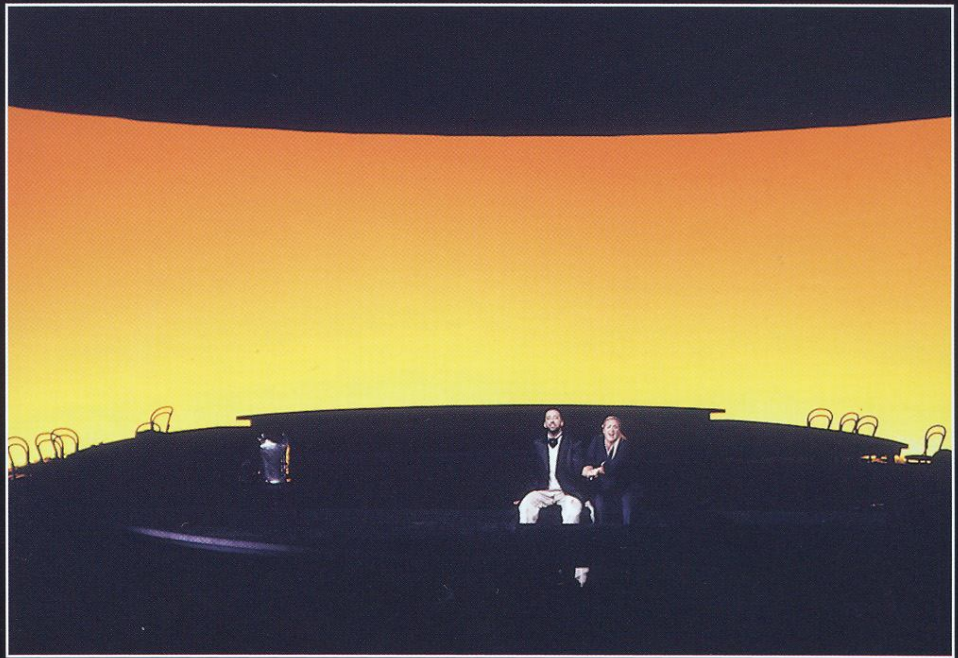
Адальберт Штифтер (Adalbert Stifter) высказался по поводу того же затмения:

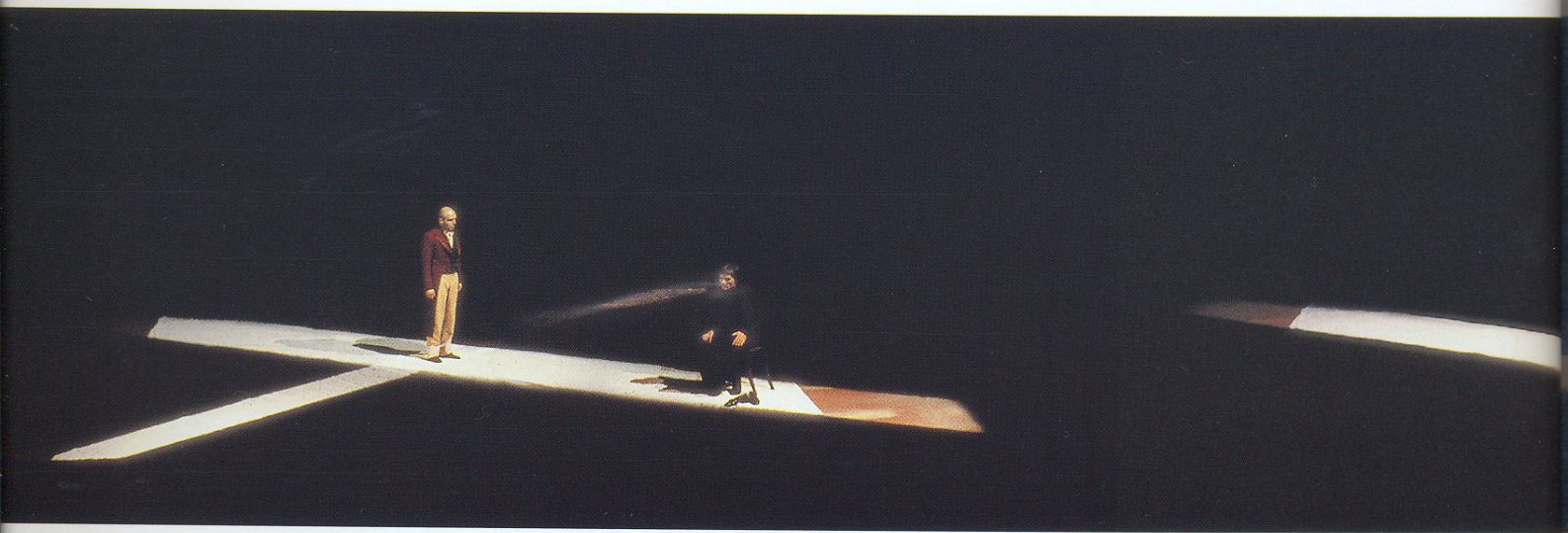
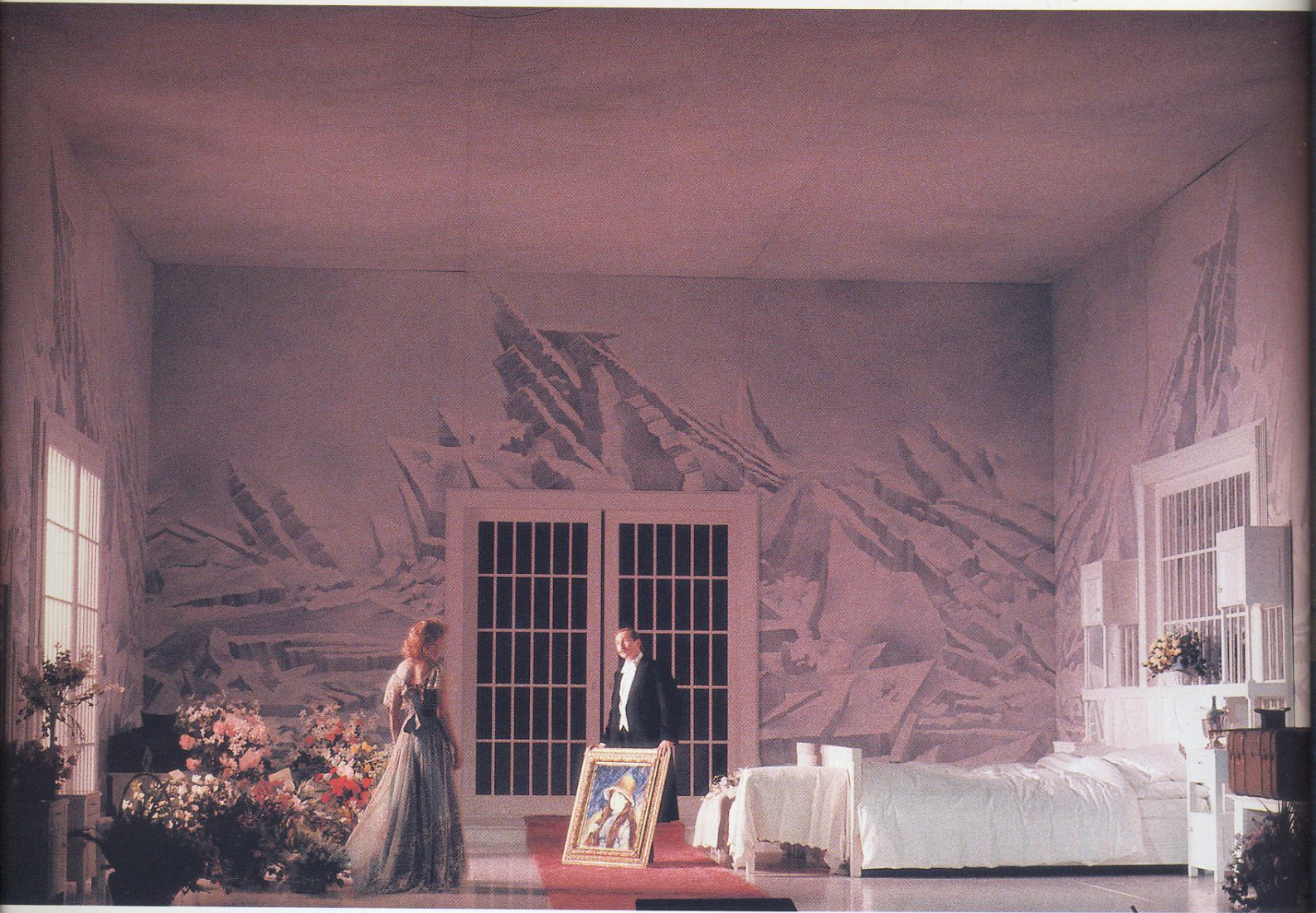
В конце концов эффект стал виден так же и на Земле. Чрезвычайно узкий сияющий серп появился в небесах. Река больше не мерцала, превратившись в ленту из серой тафты, кругом лежали вялые тени, ласточки встревожились, красивое приглушенное сияние неба потускнело, как если бы оно погасло от дуновения начинающегося холодного бриза, и мы почувствовали этот неописуемо странный свинцовый свет, нависший над лугами, не было никаких изменений в игре света над лесом, и мир лежал перед нами, но не мир сна, а мир бесси-

лия – бледность покрыла поля, и они бледнели все больше и больше, – тени наших фигур лежали пустыми и бессмысленными напротив стен, лица стали пепельными, – это постепенное умирание среди свежести раннего утра утомляло. Все однажды исчезнет и однажды возродится; последняя капля света скалась на верхнем крае диска из раскаленного добела расплавленного металла, и мы начали получать свой мир назад – это он вытолкнул ту каплю, и Солнце как будто чрезвычайно обрадовалось своей победе, и немедленно засиял первый солнечный луч, и второй нашел себе место – и прежде, чем мы успели воскликнуть “Ах!”, в первой вспышке первого атома умирающий мир исчез, а наш живой вернулся обратно.

*Если лампа разбита,
Свет лежит в пыли мертвым*
Перси Биш Шелли

Herbert Kapplmüller
Designer and director, holds the chair
of stage and costume design at the
Mozarteum University, Salzburg



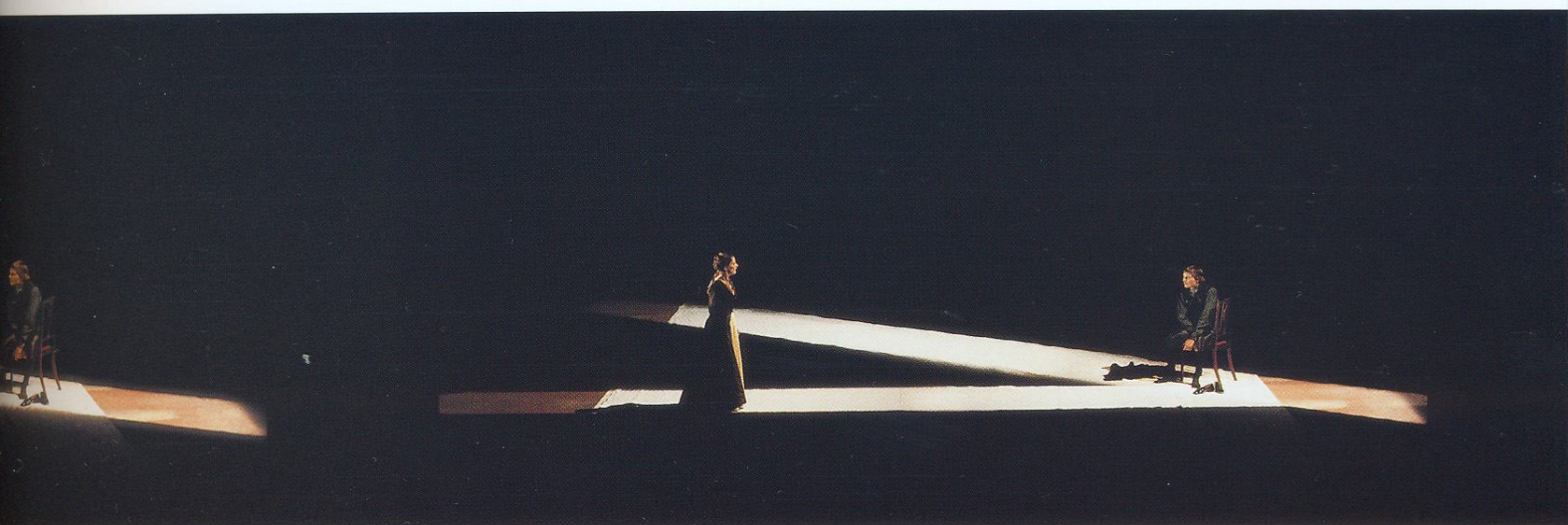


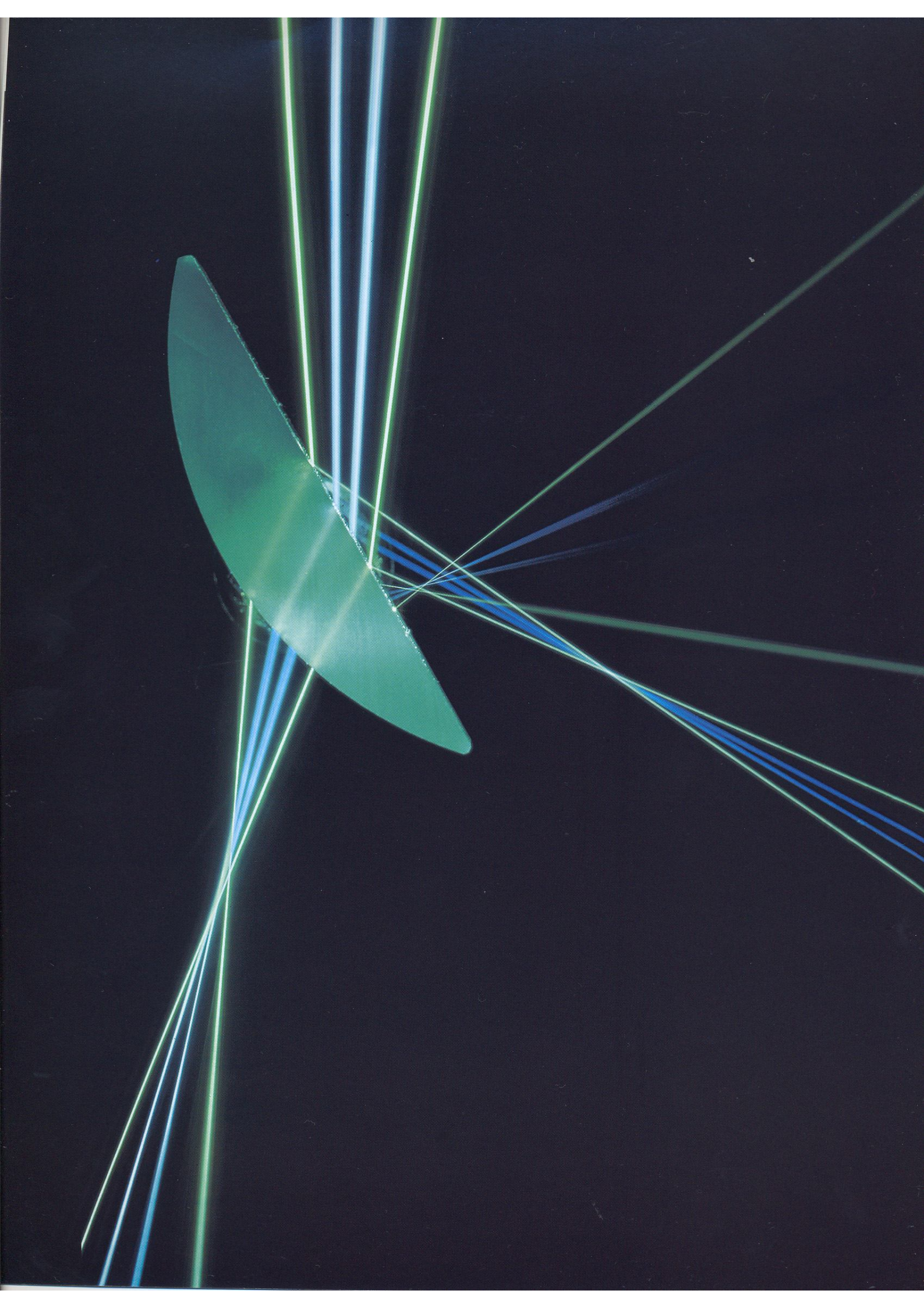
112-113, илл.верху:

Карл Штернхайм (Carl Sternheim). *Сноб (The Snob)*. Режиссер: Ханс-Рейнхард Мюллер (Hans-Reinhard Müller). Художник-постановщик: Юрген Роуз (Jürgen Rose). Münchner Kammerspiele.

114-116, илл.внизу:

Иоганн Вольфганг фон Гете (J.W. v. Goethe). *Торквато Тассо (Torquato Tasso)*. Режиссер: Эрнст Вендт (Ernst Wendt). Художник-постановщик: Йоханнес Шюц (Johannes Schütz). Münchner Kammerspiele, 1981





Все, от чего зависит направление, концентрация или дисперсия света в театре, определяется законами оптики. Поэтому необходимо знать, как эти законы связаны с оптическими устройствами, применяемыми для освещения сцены. Оптические устройства – это не только известные всем линзы, но прежде всего системы линз и, конечно же, отражатели (рефлекторы), помогающие реализовать их многочисленные возможности.

Основные понятия

- **Оптическая ось.** Линия, соединяющая центры кривизны всех отражающих и преломляющих поверхностей в центрированной системе; центральная линия системы линз; конструктивная ось отражателя.
- **Фокальная точка.** Точка на оптической оси, в которой сходятся после отражения или преломления лучи, падающие параллельно оптической оси.
- **Фокусное расстояние.** Расстояние от линзы или системы линз до фокальной точки.

Свет – форма энергии, для передачи которой материальная среда не нужна. Но свет взаимодействует с той материей, сквозь которую проходит. Такая материя называется оптической средой. При переходе из одной оптической среды в другую на поверхности раздела скорость света меняется. Способность оптической среды изменять скорость света характеризуется ее *показателем преломления* (n), равным отношению скорости света в вакууме к скорости света в этой среде. Процесс изменения скорости зависит от строения самой среды, длины волны светового излучения, температуры, и, что особенно заметно в жидких и газообразных средах, от давления.

При переходе из одной среды в другую лучи света меняют направление в зависимости от показателя преломления другой среды. Лучи отклоняются от первоначального направления в сторону оптической оси или от нее. Рассеяние световых лучей в среде носит линейный характер. Из двух сред с разными показателями преломления среда с более высоким

показателем имеет большую *оптическую плотность*, среда с менее высоким – меньшую.

Ниже приведены показатели преломления (без учета давления и температуры) наиболее важных оптических материалов :

Воздух	$n = 1,00$
Вода	$n = 1,33$
Стекло	$n = 1,45 - 1,80$
Алмаз	$n = 2,42$

Точку схождения лучей, преломленных оптической средой, называют *фокальной точкой*. Понятие фокальной точки используется так же для сходящихся лучей, отраженных вогнутым отражателем. Расстояние от преломляющей или отражающей поверхности до фокальной точки называется *фокусным расстоянием*.

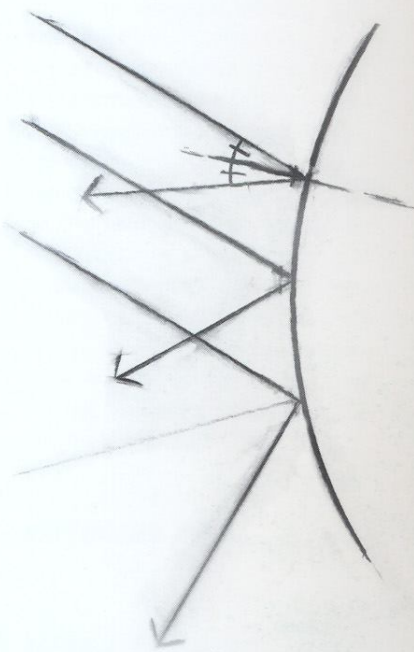
ОТРАЖЕНИЕ. СФЕРИЧЕСКИЕ ОТРАЖАТЕЛИ

Отражение

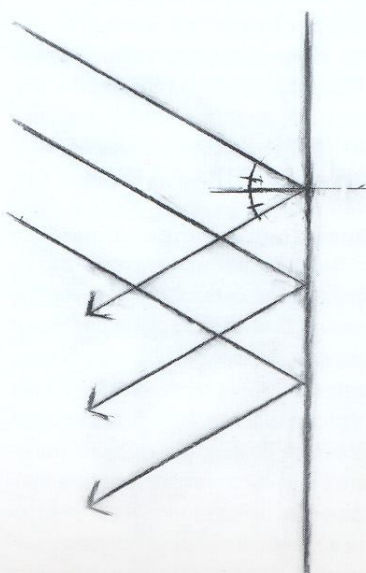
Луч света отражается от среды, если он не проходит сквозь нее, а полностью или частично отклоняется ее поверхностью. Угол падения лучей равен углу их отражения. Если угол падения равен 0° (вертикаль по отношению к плоской поверхности), то свет возвращается обратно вдоль направления падения.

Отражение от криволинейной поверхности

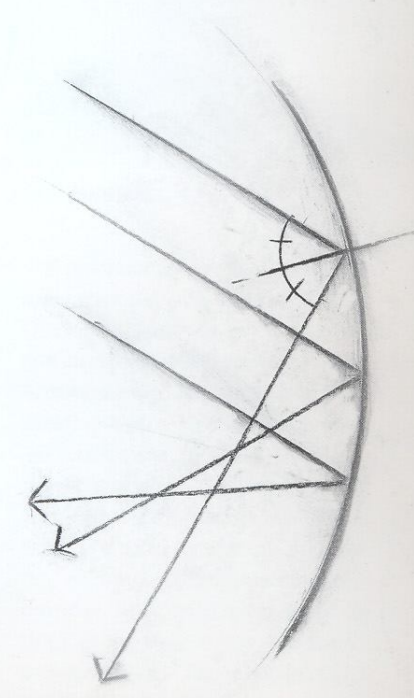
Законы отражения применимы к отражателям любого типа, независимо от того, концентрируют они отраженный свет (вогнутая поверхность) или рассеивают (выпуклая поверхность).



119. Отражение от сферической выпуклой поверхности (рассеивающий отражатель)



118. Отражение от плоской поверхности

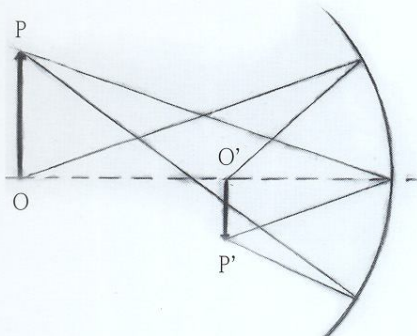


120. Отражение от сферической вогнутой поверхности (собирающий отражатель)

117. Преломление лучей в плосковыпуклой цилиндрической линзе. Аргон-ионный (argon-ion) лазер излучает в синей и зеленой частях видимого спектра. Его излучение расщепляется на четыре отдельных луча, падающих на установленную под углом плосковыпуклую цилиндрическую линзу. Хорошо видны потери на отражение и фокусировка лучей, прошедших через линзу. Из-за цветового порока линзы синий луч преломляется сильнее зеленого.

Изображения, формируемые криволинейными отражателями

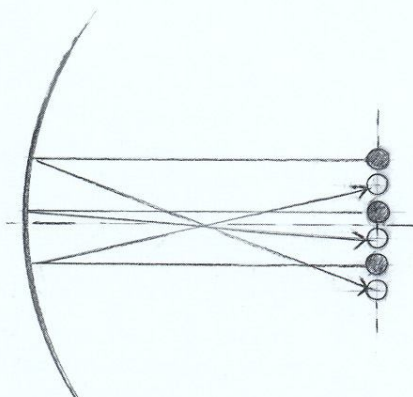
На илл. 121 показано, как формируется изображение некоторого объекта. Такой эффект не часто применяется в театре, но приводится здесь потому, что сферические отражатели используются в театральных прожекторных и проекционных технологиях.



121. Изображение, полученное отражением от криволинейной поверхности

Сферические отражатели

Сферический отражатель отражает свет обратно к лампе, и этот отраженный свет можно использовать. Источник света нужно поместить в фокальной точке отражателя, и тогда перевернутое изображение раскаленной нити появится рядом с настоящей нитью накала.



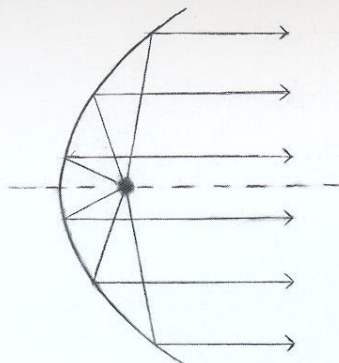
122. Изображение нити лампы при отражении от сферического отражателя

АСФЕРИЧЕСКИЕ СИММЕТРИЧНЫЕ ОТРАЖАТЕЛИ

Эллипсоидные отражатели

Эллипсоидные отражатели – это асферические отражатели с поворачиваемой осью симметрии. Они имеют две фокальные точки. В одной находится источник света, другая используется как точка фокуса для проецирования. Такие отражатели используются в фокусирующих системах профильных прожекторов. Они недороги и являются одним из основных элементов конструкции театральных прожекторов.

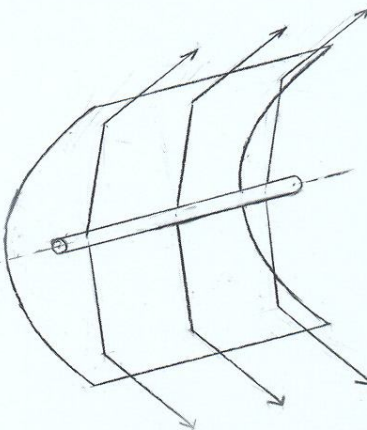
Параболические отражатели



123. Траектория движения лучей в параболическом отражателе

Параболические отражатели – это асферические симметричные отражатели с одной фокальной точкой. Если в этой точке поместить источник света, то отражатель будет отбрасывать аксиально-симметричный свет. Чем меньше по размерам источник света и чем больше фокусное расстояние отражателя, тем аккуратнее и собраннее окажется луч. Идеальным источником света для таких отражателей являются ксеноновые или низковольтные лампы.

Параболоцилиндрические отражатели



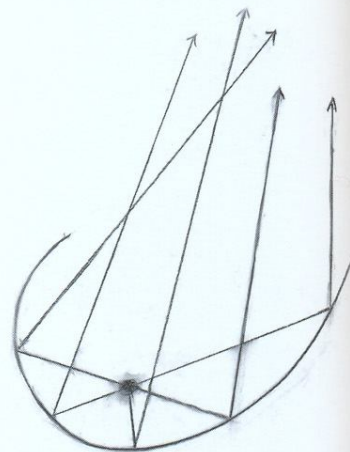
124. Траектория движения лучей в симметричном парабоцилиндрическом отражателе

Параболоцилиндрические отражатели используются вместе с лампами

накаливания протяженной формы. Внешне такие отражатели напоминают корыто с поперечным сечением в виде параболы или эллипса. В случае параболического поперечного сечения свет от такого отражателя отражается полосой перпендикулярно оси лампы.

АСИММЕТРИЧНЫЕ ПАРАБОЛОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ОТРАЖАТЕЛИ

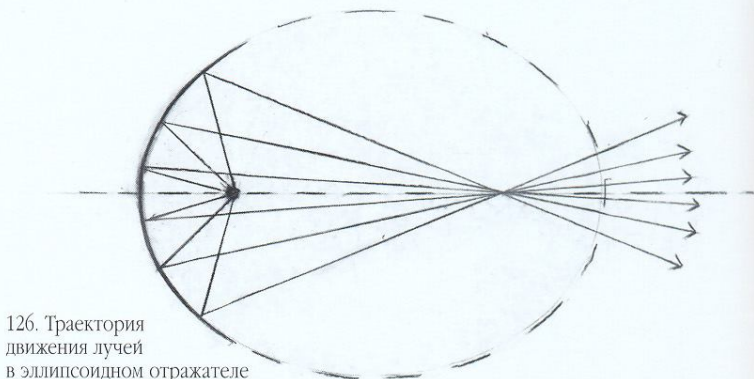
Асферический асимметричный парабоцилиндрический отражатель не отражает свет одинаково обеими сторонами относительно оси лампы, а смешает “центр тяжести” отраженного света на одну сторону.



125. Траектория движения лучей в асимметричном парабоцилиндрическом отражателе

ИЗ ЧЕГО ДЕЛАЮТСЯ ОТРАЖАТЕЛИ?

Большинство современных отражательных систем изготавливается из алюминия. Поверхность отражателя в зависимости от его назначения полируется до блеска или делается матовой и шероховатой. Посеребренные или покрытые слоем оксидов металла сферические стеклянные зеркала используют в качестве отражателей в том случае, когда предъявляются повышенные требования к их точности,



126. Траектория движения лучей в эллипсоидном отражателе

теплостойкости и эффективности. Такие отражатели называются инфракрасными или холодными.

Зеркальное покрытие на стекле состоит из многочисленных интерференционных слоев, пропускающих инфракрасные лучи. Это означает, что тепловое излучение выходит наружу через стенки отражателя, и количество тепла, переносимого лучами света, снижается приблизительно на 75%.

ЛИНЗЫ

Что такое линза?

Оптические линзы, подобно отражателям и другим отражающим поверхностям, используются для фокусировки и рассеяния лучей света. Линза изготавливается из стекла или пластмассы и имеет по крайней мере одну поверхность сферической формы. Поверхность линзы является границей между двумя оптическими средами, и на этой поверхности происходит преломление лучей света.

Существуют линзы следующих типов:

Выпуклые линзы (собирающие)

Выпуклые линзы уменьшают vergence (апертурный угол) светового луча. Середина выпуклой линзы толще ее краев.

Вогнутые линзы (рассеивающие)

Вогнутые линзы увеличивают vergence светового луча. В середине вогнутая линза тоньше, чем по краям.

Выгнуто-выпуклые линзы (положительный мениск)

Линзы такого типа используются прежде всего в проекционных технологиях, для которых необходимы оптические системы с небольшими фокусными расстояниями. Такую форму имеют линзы Френеля.

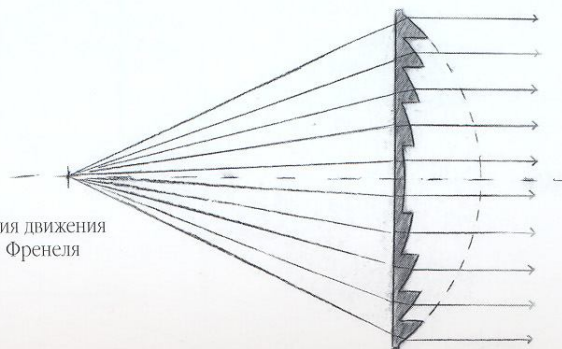
127. Собирающие линзы – положительные линзы. Уменьшение vergence



128. Рассеивающие линзы – отрицательные линзы. Увеличение vergence



130. Траектория движения лучей в линзе Френеля



129. Цветовой порок плосковыпуклой линзы

Хроматическая aberration в линзах

Неодинаковое преломление в линзах световых волн различной длины обусловлено физическими свойствами света. Коротковолновые синие лучи преломляются сильнее длинноволновых красных. Поэтому внешняя граница вторичного спектра имеет красноватый оттенок. Это явление особенно заметно в прожекторах с оптическими системами, состоящими из одной линзы.

Потери на отражение и поглощение в линзах

Потери на поглощение возникают при прохождении луча света через вещество линзы. Свет частично отражается при входе в линзу и при выходе из нее. Потери на отражение зависят от показателя преломления вещества линзы.

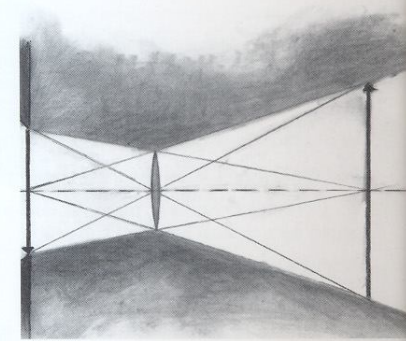
Линза Френеля

Эту выпуклую линзу изобрел французский физик Огюстен Френель (Augustin Fresnel) в 1800 году. С 1930 года ее стали использовать в конструкциях театральных прожекторов. Линза Френеля состоит из concentric rings. Радиус кривизны каждого кольца направляет попавший в него свет в общую фокусную точку. Основным достоинством линзы Френеля является ее небольшая толщина. Появляется возможность изготавливать линзы большого диаметра, одновременно уменьшая поглощение ими тепла. В отличие от плоско-выпуклой линзы, толщина линзы Френеля

не зависит от диаметра и фокусного расстояния. Материалом для линз Френеля служит боросиликатное стекло, на которое изменение температуры не оказывает никакого влияния. Поверхность линзы Френеля неровная и шероховатая, и поэтому наличие concentric rings не портит световое пятно. Луч прожектора с линзой Френеля кажется очень рассеянным (угол раскрытия достигает 60°), и поэтому хроматическая aberration совершенно незаметна.

Линзы Френеля могут быть закаленными и незакаленными. Возможно так же нанесение на заднюю поверхность линзы жаростойкого покрытия, увеличивающего срок службы светофильтра.

ВЕРГЕНЦИЯ ЛУЧА

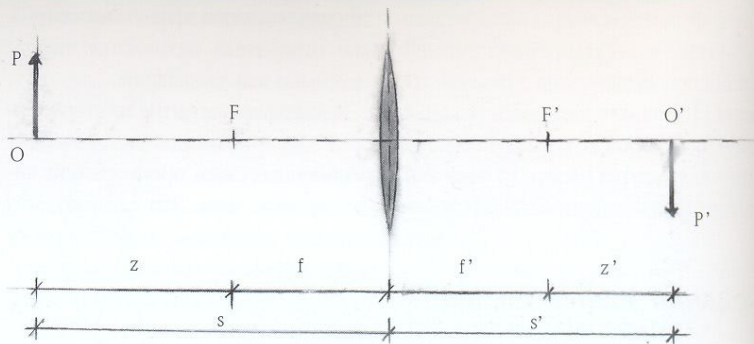


131. Вергенция лучей

В создании изображений участвует ограниченная часть световых лучей. Она определяется апертурами ирисовой диафрагмы, оптической системы, отражателя, и т.д. Полученный в результате пучок светового излучения мы и называем световым лучом. Размеры светового луча определяются углом его раскрытия или vergence. Если луч выходит наружу расширяясь, то такой луч называется дивергентным. Если такой луч выходит наружу суживаясь, то он называется конвергентным. Таким образом vergence лучей определяет характер изображения.

ОПТИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

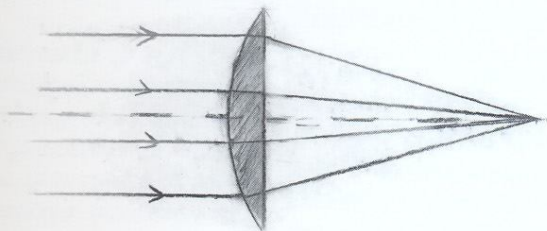
Выпуклые (собирающие) линзы – самые распространенные в прожекторных (spotlight) технологиях. Например, получить изображение с помощью двояковыпуклой линзы можно тремя способами (илл. 136-138). Экспликация символов, входящих в формулы, приведена на илл. 135.



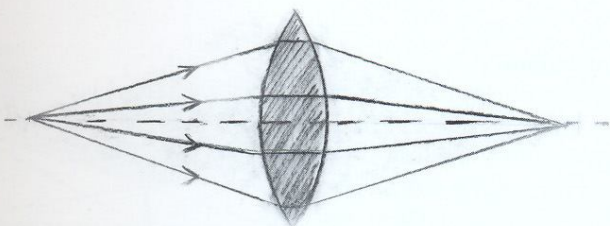
135. ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

O – осевая точка объекта; z – расстояние от осевой точки объекта до фокальной точки со стороны объекта;
 O' – осевая точка изображения; z' – расстояние от осевой точки изображения до фокальной точки со стороны изображения;
 P – не-осевая точка объекта;
 P' – не-осевая точка изображения;
 y – размер объекта (P1-P2);
 y' – размер изображения (P'1-P'2);
 F – фокальная точка со стороны объекта; n – показатель преломления воздуха;
 F' – фокальная точка со стороны изображения; n' – показатель преломления вещества линзы;
 f – фокусное расстояние со стороны объекта; r – радиус кривизны линзы;
 f' – фокусное расстояние со стороны изображения; d – диаметр линзы;
 s – расстояние от осевой точки объекта до центра линзы; e – толщина линзы;
 s' – расстояние от осевой точки изображения до центра линзы;

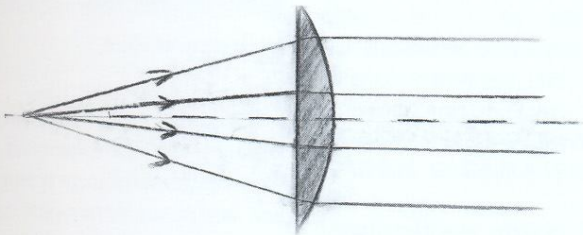
ЛИНЗЫ НА ПУТИ СВЕТОВОГО ЛУЧА



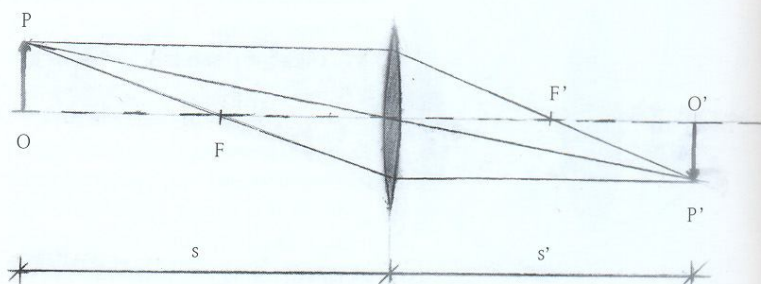
132. Расстояние от объекта равно бесконечности; расстояние до изображения равно f



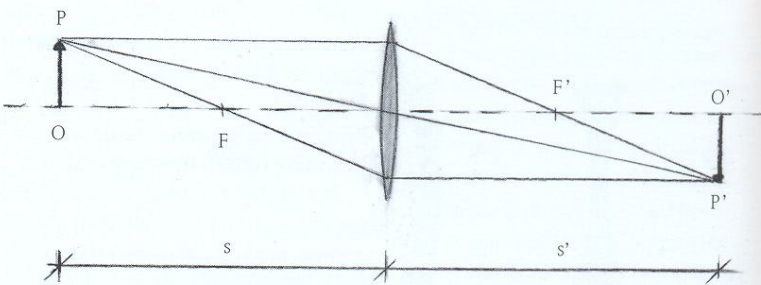
133. Расстояние от объекта равно расстоянию до изображения



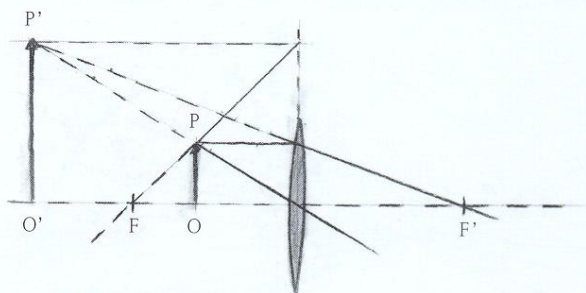
134. Расстояние от объекта равно f ; расстояние до изображения равно бесконечности



136. Оптическое уменьшение. Если $s > s'$, то изображение меньше объекта. Изображение действительное, перевернутое; $s > 2f$



137. Оптическое изображение в масштабе 1 : 1. Если $s = s'$, $f = f'$, то размер изображения равен размеру объекта. Изображение действительное, перевернутое; $s = 2f$



138. Оптическое увеличение. Если $s < s'$, то изображение больше объекта. Изображение мнимое, прямое; $s < f$. Такой эффект дает увеличительное стекло

Расчет фокусного расстояния

Для расчета фокусного расстояния (f) плосковыпуклой линзы нужно знать ее диаметр (d) и толщину (e).

$$r = \frac{d^2}{8e} + \frac{e}{2}; \frac{1}{f} = \frac{n' - n}{r}; f = \frac{r}{n' - n}$$

Фокусное расстояние выпуклой линзы или объектива можно определить практическим способом. Мы знаем, что фокусное расстояние выпуклой линзы постоянного диаметра уменьшается с увеличением кривизны поверхности линзы. Если установить линзу (или систему линз) напротив товарного знака, нанесенного на лампу, то можно получить четкое изображение этого знака на освещенной поверхности. Расстояние от линзы до поверхности будет приблизительно равно фокусному расстоянию линзы.

Объективы

Конструкция объектива проектора (projector) напоминает конструкцию фотообъектива. Эффективность проектора находится в прямой зависимости от его объектива, и поэтому предпочтение в проекторных технологи-

ях отдается объективам с большими апертурами. Объектив проектора выполняет функции, обратные функциям фотообъектива. Перед его компактной оптической системой ставится задача образования луча света, параметры которого определяются расстоянием до плоскости изображения. Для больших расстояний нужны объективы с большим фокусным расстоянием, для небольших расстояний – широкоугольные объективы.

Апертура линзы определяется отношением ее диаметра к фокусному расстоянию. Чем больше это отношение, тем ярче изображение, создаваемое объективом.

Объективы с переменным фокусным расстоянием

Объективы с переменным фокусным расстоянием (zoom-объективы) – это оптические системы, фокусное расстояние которых можно изменять. Изменение фокусного расстояния производится перемещением отдельных линз в объективе. Плоскость проекции при этом не смещается, и это позволяет увеличивать или уменьшать размеры проецируемого изображения. Яркость изображения по сравнению с обычным (не zoom) объективом уменьшается, поскольку дополнительные линзы так же поглощают свет.

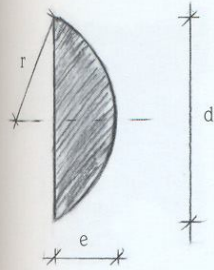
Слайд-проекторы

Слайд-проектор используется для создания неподвижных изображений. Его оптическая схема (илл. 141) не зависит от размера проецируемого изображения. Луч света слайд-проектора фокусируется оптической системой, называемой конденсором. Световой

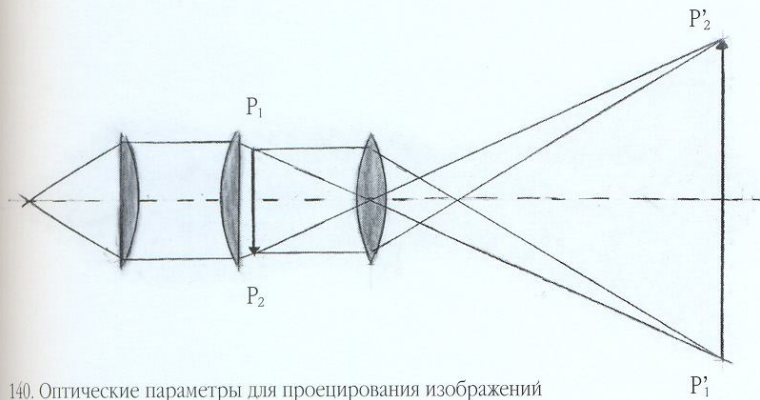
луч равномерно распределяется по поверхности слайда, проникает сквозь него и устремляется к проекционной линзе. Размеры создаваемого при этом изображения зависят только от фокусного расстояния объектива. Апертура проектора определяется конденсорной оптической системой. Простой конденсор для апертурных углов от 30° до 40° состоит из двух плосковыпуклых линз. Для больших углов в конденсор встраивают третью линзу в форме положительного мениска. Свет, испускаемый лампой в противоположном от объектива направлении, утилизируется сферическим отражателем. Поскольку линзы конденсора подвергаются значительной тепловой нагрузке, для их изготовления часто используется жаропрочное стекло. Их уже не охлаждают водой, как это делалось в недалеком прошлом.

Фильм-проекторы

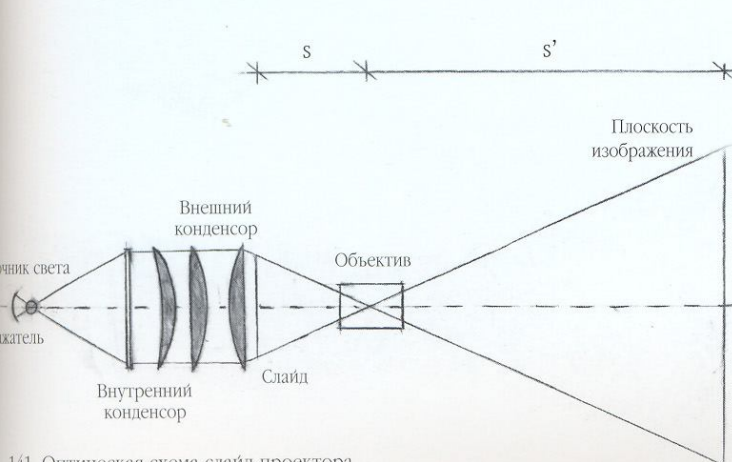
Фильм – это подвижное проекционное изображение. Фотографии фаз движения (кадры на пленке), сменяющие друг друга с большой скоростью, человеческий глаз воспринимает как одно непрерывное динамическое целое. Пока один проецируемый на экран кадр сменяется другим, луч света проектора перекрывается непрозрачной заслонкой. Кадр за кадром пленка протягивается механизмом, который называется “мальтийский крест”. Оптические схемы фильм-проектора и слайд-проектора аналогичны друг другу. Мощные фильм-проекторы, используемые в театрах, оснащаются ксеноновыми лампами, иногда – металлогалоидными или другими газоразрядными лампами дневного света.



139. Параметры плосковыпуклой линзы для расчета фокусного расстояния



140. Оптические параметры для проецирования изображений



141. Оптическая схема слайд-проектора

Определение фокусного расстояния f для проецирования изображений:

f – фокусное расстояние линзы; Или $\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = V$.

$y = P_1 - P_2$ – размер слайда;

$y' = P'_1 - P'_2$ – размер изображения;

s' – расстояние от фокальной точки линзы до плоскости изображения;

s – расстояние от фокальной точки линзы до плоскости слайда;

Эти параметры находятся в следующем соотношении:

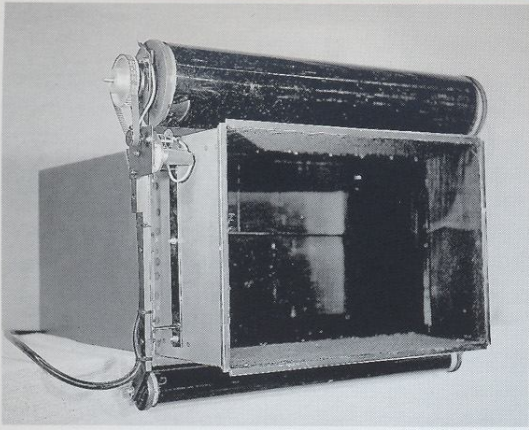
Размер изображения / Размер слайда = $\frac{y'}{y} = V$ Или $f = \frac{s' \times s}{s' + s}$

(V – коэффициент увеличения); (см. так же стр. 186)

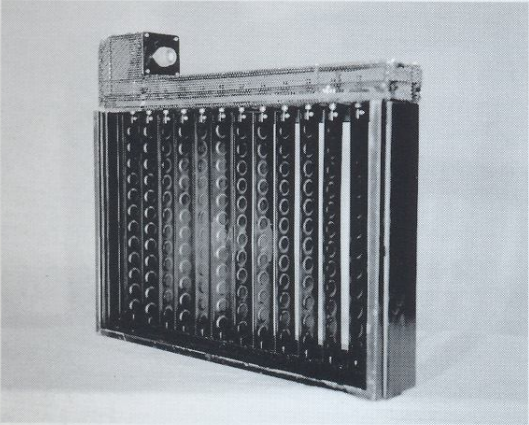
Фокусное расстояние линзы рассчитывается следующим образом:

На практике можно использовать следующее уравнение:

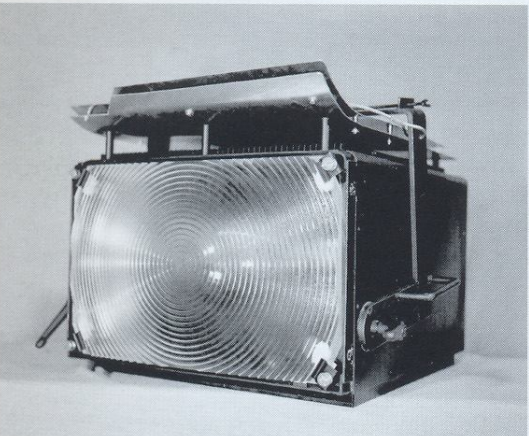
$f = \frac{s'}{V + 1}$ Или $f = \frac{s' \times y}{y' + y}$



142. Скроллер, установленный на механической заслонке (douser). Рулон цветной пленки намотан на нижнюю катушку и может перематываться на верхнюю по команде с пульта управления



143. Механическая заслонка с электронным дистанционным управлением, изготовленная по размеру линзы

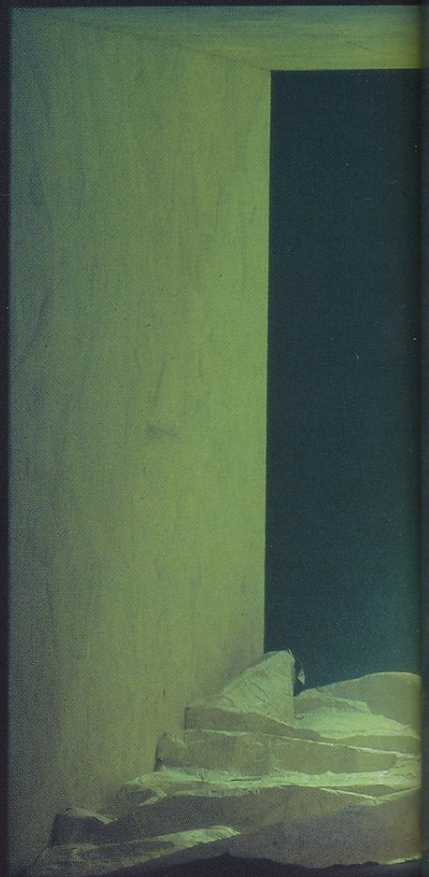


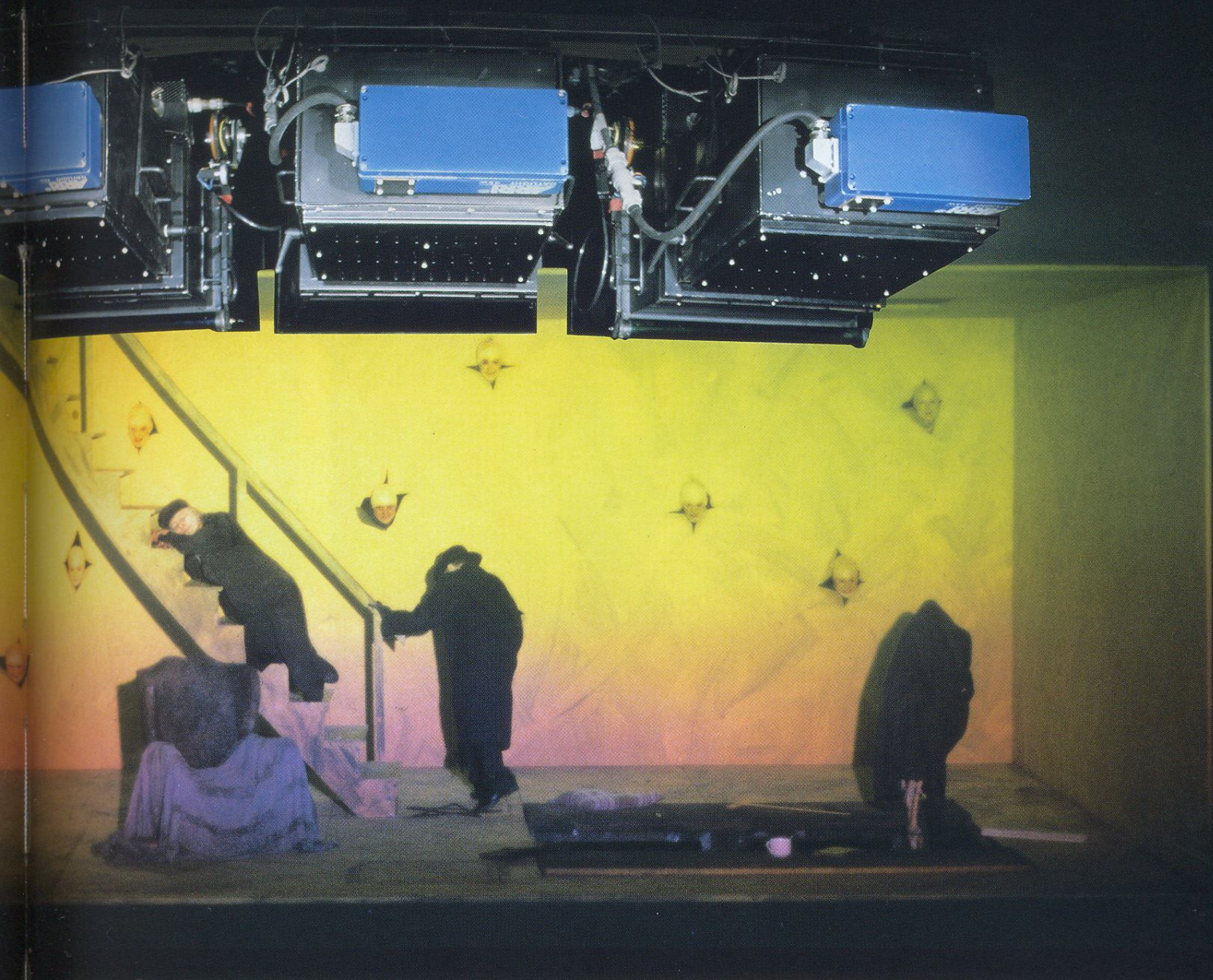
144. Специальная модель, вид спереди. Линза Френеля имеет форму прямоугольника. Сверху установлены пластины, рассеивающие тепло

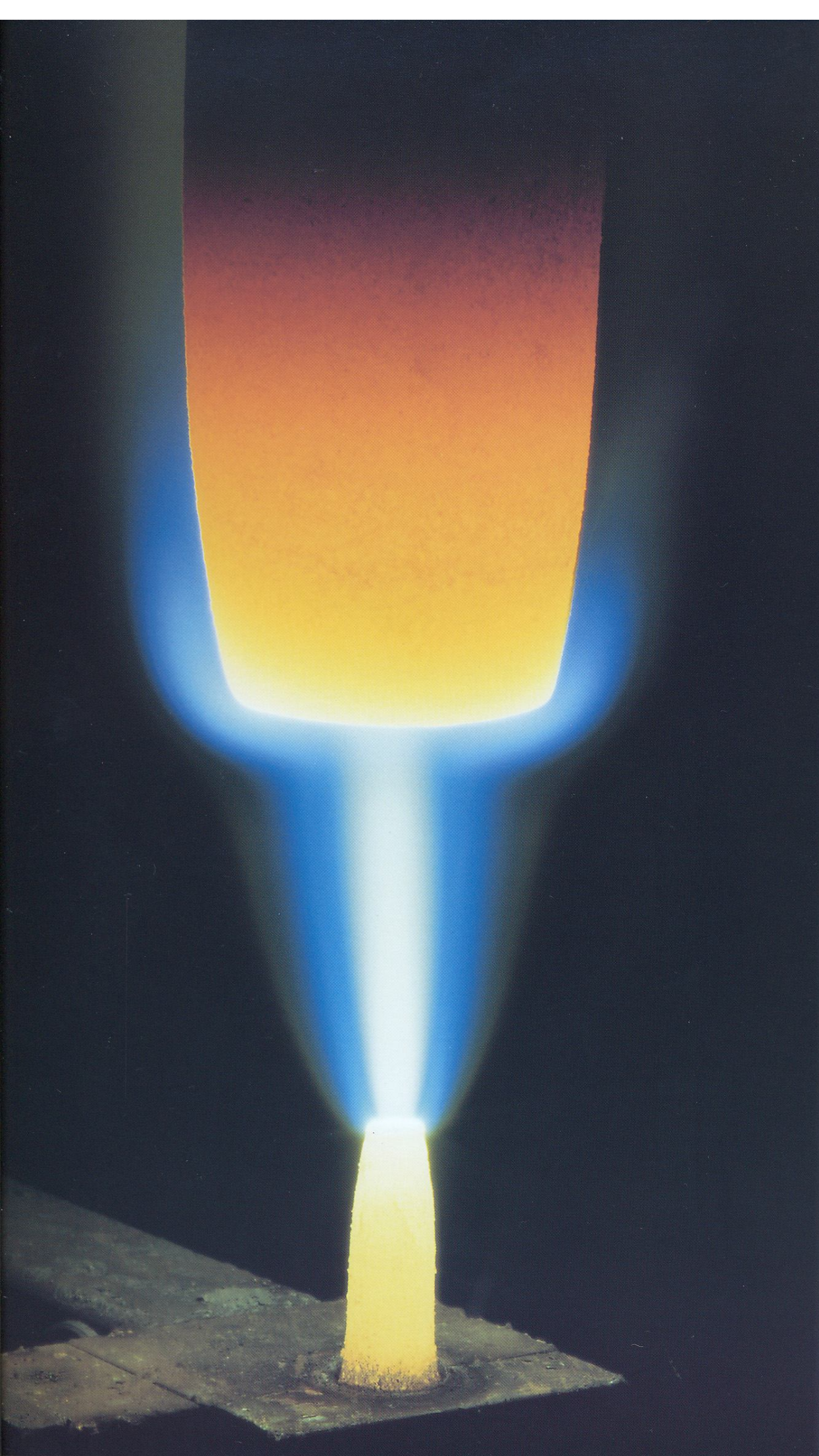
145. Справа сверху: три специальных прожектора с лампами НМ1 мощностью 4000 Вт. Корпус уменьшен до предела ввиду ограниченности пространства и других особых требований. Устройство зажигания установлено на задней части прожектора; правый и левый прожекторы оборудованы скроллерами. На илл. показано изменение цвета от желтого к красно-фиолетовому (red-violet).

Эти прожекторы – результат совместной работы театра Münchner Kammerspiele и компании Arnold + Richter

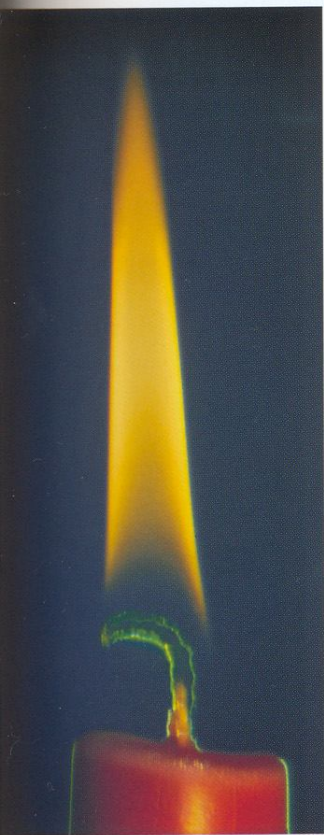
146. Справа, обе фотографии:
И. В. фон Гете (J. W. von Goethe)
Фауст, часть первая (Faust, Part One)
Режиссер: Дитер Дорн (Dieter Dorn)
Художник-постановщик: Юрген Ройз (Jürgen Rose)
Münchner Kammerspiele, 1987







147. Фотография угольной дуги,
выполненная шлирен-методом
(schlieren method)



148. Фотография пламени свечи, выполненная шлирен-методом (schlieren method)

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СВЕТОТЕХНИКИ

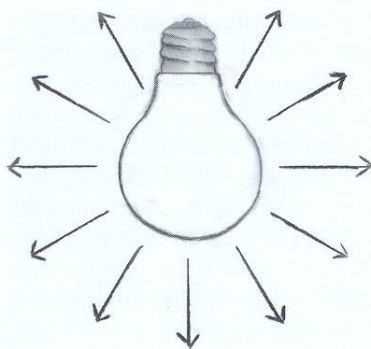
Некоторые основные определения помогут нам правильно определить место источнику света в окружающей его среде.

Световой поток

Световой поток – общее количество света, излучаемое источником во всех направлениях.

Единица измерения: люмен (лм)

Обозначение Φ (фи)



149

Световая эффективность

Световая эффективность – отношение количества излученного света к потребляемой электрической мощности.

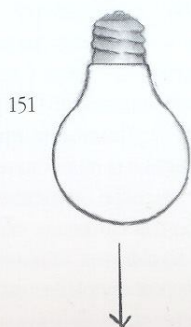
Единица измерения: люмен / Ватт (лм/Вт)

Сила света

Сила света – количество света, излученного в определенном направлении. Согласованная на международном уровне основная единица измерения – кандела. Распределение света по направлениям описывается диаграммой в полярных координатах.

Единица измерения: кандела (кд)

Обозначение: I



151

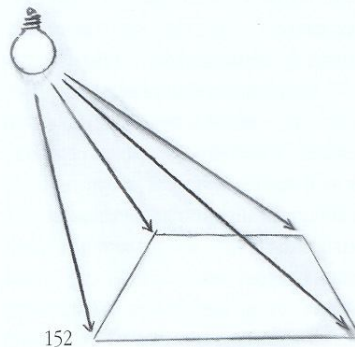
Освещенность

Освещенность показывает, насколько сильно освещается поверхность в зависимости от угла падения световых лучей.

Единица измерения: люкс (лк)

Обозначение: E

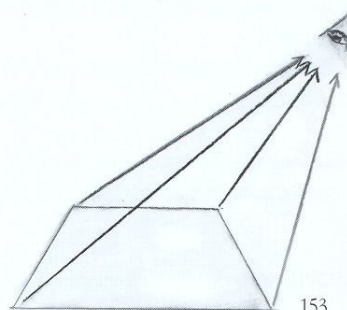
1 лк = 1 лм / м²



Яркость

Яркость – количество света, излучаемого источником или отражаемого поверхностью в зависимости от угла зрения.

Единица измерения: кандела / м²



ЧТО ТАКОЕ ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ?

Лампы различаются по назначению, рабочему напряжению, потребляемой мощности, форме, конструкции цоколя, конструкции и рабочему положению нити или спирали накала (или размеру и форме электрической дуги), сроку службы, световой эффективности, спектральному составу излучаемого света.

В зависимости от способа создания света лампы делятся на две группы:

- Лампы накаливания: световая эффективность от 9 до 32 лм/Вт
- Газоразрядные лампы: световая эффективность от 15 до 190 лм/Вт

Лампа накаливания является тепловым излучателем. Кроме светового, раскаленная нить генерирует тепловое излучение. В свет превращается всего 5-10% подводимой к лампе электрической энергии.

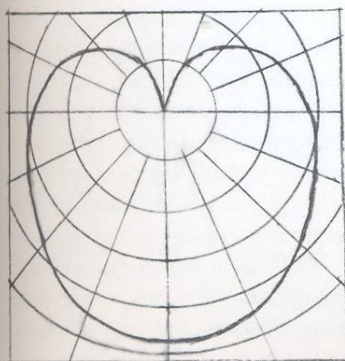
Как она работает?

Свет излучается нитью накала, закрученной в несколько витков. Длина и диаметр нити определяются рабочим напряжением, потребляемой мощностью и температурой накала. В вакууме или в инертном газе нить нагревается до белого цвета (2800 °С и выше). При температуре 3400 °С (3650 К) вольфрамовая нить начинает плавиться. Нить накала бытовой лампы мощностью 60 Вт в развернутом виде имеет длину более одного метра (при толщине 0,01 мм). С повышением температуры нагрева нити возрастает световая эффективность лампы и повышается ее цветовая температура, но сокращается срок службы из-за интенсивного испарения материала нити. Нить становится все тоньше, в какой-то момент перегорает и лампа перестает функционировать. В лампах с вольфрамовой нитью накала недостижимы температуры выше 3400 °С, поскольку они приближаются к температуре плавления вольфрама (см. так же *Цветовая температура* на стр. 27).

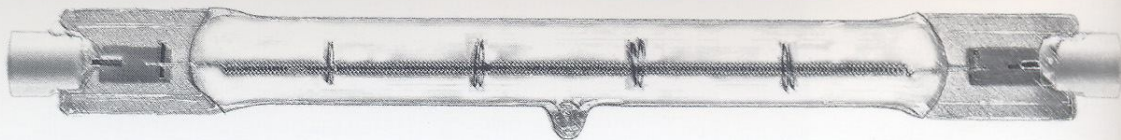
Испарившийся вольфрам оседает на стенках стеклянной колбы. Такой налет поглощает свет и снижает цветовую температуру; стеклянная часть лампы все больше и больше темнеет.

В лампах накаливания, используемых в театрах, вольфрамовые нити установлены иначе. Обычно театрам требуется источник света минимального размера, приближающийся по своим характеристикам к точечному. Чем меньше источник света, тем выше качество создаваемых им оптических эффектов. По этой причине вольфрамовые нити в театральной лампе накаливания аккуратно выстраиваются рядами. Раньше театральные проекционные лампы имели монопланарную (toporlanar) нить накала. Современные лампы имеют бипланарные нити. Лампы с такими нитями светят ярче и, следовательно, находятся ближе к идеальным источникам

150. Диаграмма в полярных координатах



154. Вольфрамowo-галогеновая двухконцовая лампа с кварцевой колбой и керамическим покоем. Такая форма спирали накала получена путем ее сегментации в осевом направлении. Через равные интервалы на спирали на небольших участках с выпрямленной нитью установлены специальные проставки, удерживающие спираль на расстоянии от стенок колбы



света. В двухконцовых (double-ended) лампах (илл. 154) сплошная или сегментированная нить накала располагается вдоль оси лампы. Если лампа низковольтная, то нити накала можно размещать ближе друг к другу.

Образование темного налета на стекле лампы можно замедлить, наполнив колбу газом (азотом, аргоном, криптоном или их смесью), предотвращающим разрушение нити при высоких температурах. Кроме того, плотность почернения можно уменьшить за счет увеличения размеров лампы. Существуют лампы специальной формы, которая способствует конденсации паров вольфрама на тех участках колбы, которые не мешают распространению светового потока. Очень дорогие лампы (например, проекционные) очищают с помощью насыпанной в колбу дроби. Когда лампа работает, дробь находится в нижней части колбы. При почернении лампу встряхивают, и дробь стирает вольфрамовые отложения со стеклянных стенок. Такая конструкция гарантирует большее постоянство цветовой температуры и светового потока.

Лампы накаливания делятся на три категории:

- Вакуумные лампы. Колба без газа; цветовая температура 2300-2700 К.

155. Устройство лампы накаливания.



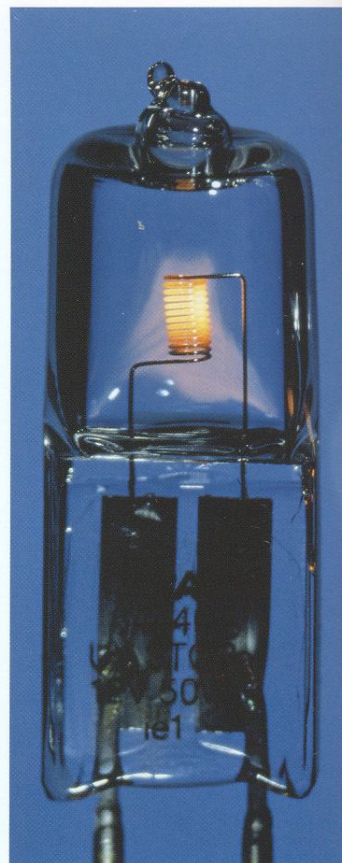
- Газонаполненные лампы. Колба наполнена инертным газом; цветовая температура 2600-3000 К.
- Вольфрамowo-галогеновые лампы. Колба наполнена смесью инертного газа с бромом или иодом; цветовая температура 3000-3400 К.

ВОЛЬФРАМОВО-ГАЛОГЕНОВЫЙ ЦИКЛ

Этот процесс является крупным технологическим достижением в деле предотвращения почернения ламп накаливания. Начиная с 60-х годов прошлого столетия, вольфрамowo-галогеновые лампы находят применение в самых разных областях. Сначала наиболее распространенным галогеном был иод, но в современных лампах обычно используется бром или его соединения. Вольфрамowo-галогеновые лампы изготавливаются для всех диапазонов мощностей. При запуске лампы атомы вольфрама, испарившиеся с раскаленной до 3000 °С нити накала на определенном расстоянии от нее достигают зоны с температурой ниже 1400 °С. Здесь они соединяются с атомами галогена. Такое соединение остается в газообразном состоянии до температуры 250 °С.

Следовательно, температура стенок колбы не должна быть ниже 250 °С. Если колба настолько мала, что ее стенки с внутренней стороны нагреваются до 250 °С, то вольфрамowo-галогеновое соединение на них не оседает. Тепловые потоки внутри колбы возвращают газ-наполнитель обратно к горячей нити, где соединение распадается на составляющие его вольфрам и галоген. Галоген снова возвращается в цикл, а вольфрам возвращается на нить, где оседает на ее относительно холодных и невыгоревших участках.

Для гарантии нагрева всей внутренней поверхности до минимально необходимой температуры колба должна иметь небольшие размеры и изготавливаться из стекла с высокой температурой плавления (например, из кварцевого). Маленькие прочные колбы без риска для пользователя выдерживают высокое давление газа, необходимое для снижения скорости испарения вольфрама. Такие меры продлевают срок службы лампы и повышают ее световую эффективность.



156. Низковольтная лампа с осевой спиралью

Вольфрамowo-галогеновые лампы обладают следующими положительными качествами:

- Стабильным световым потоком
- Стабильной цветовой температурой на протяжении всего срока службы
- Высокой световой эффективностью и/или длительным сроком службы
- Небольшими размерами

Использование на сцене

Зрители не могут определить цветовую температуру непосредственно, хотя могут заметить ее изменение. Если, например, одновременно смотреть на пламя свечи (1500 К) и на ксеноновую лампу (6000 К), то разница в цвете обнаруживается легко. Зрители не могут определить цветовую температуру, потому что у них нет точки отсчета – источника света со стандартной цветовой температурой.

Для кино и телевидения стандартная цветовая температура имеет решающее значение. Одинаковая цветовая температура всех источников света

необходима для студийного освещения. Для съемки при искусственном обычно применяется источники света с цветовой температурой 3200 К.

Тип ламп накаливания для сценического освещения выбирается обычно в результате нахождения компромисса между:

- Большим сроком службы и низкой цветовой температурой
- Малым сроком службы и высокой цветовой температурой

Срок службы ламп с цветовой температурой 3000 К составляет приблизительно 600 часов; с температурой 3200 К – 300 часов; с температурой 3400 К – только 15 часов. По этой причине в театре используются лампы с цветовой температурой 3000 К.

Кривая Планка на илл. 158 отображает ту часть спектра, в которой работают лампы важнейших типов.

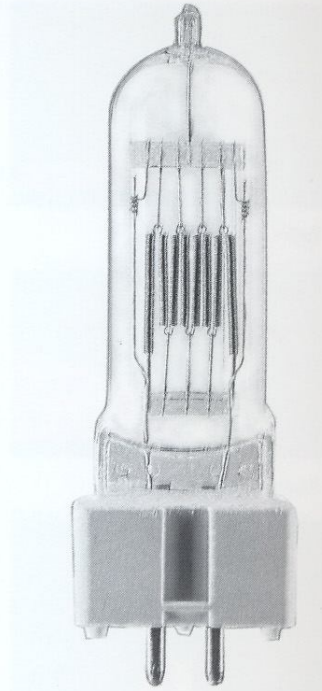
ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ КАК ИЗЛУЧАТЕЛИ ТЕПЛА

В отличие от ламп, предназначенных для общего освещения, к специальным типам ламп для сцены предъявляются следующие требования:

- Большой световой поток
- Большая световая эффективность
- Стабильность цветовой температуры и светового потока
- Точное положение и определенная форма нити накала (источника света)
- Удобная конструкция цоколя

В каталогах компаний-производителей указаны лампы накаливания мощностью до 24000 Вт, но в театрах не используются лампы мощнее 10000 Вт.

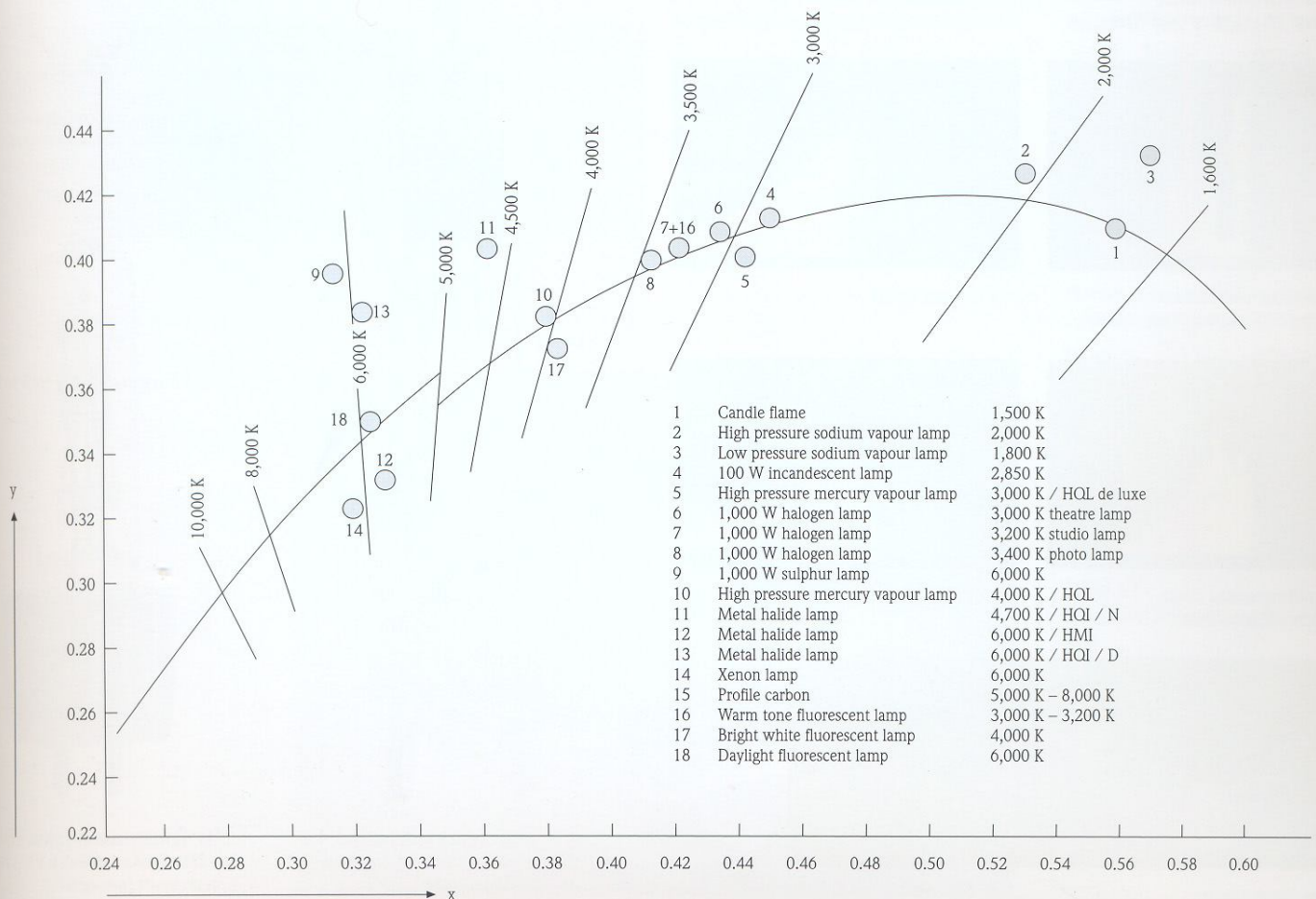
Более высокая световая эффективность (лм/Вт) не только позволяет получать больше света при том же самом энергопотреблении, но и повышает цветовую температуру, поскольку большее количество света излучается в верхней части видимого спектра. Например, если сравнить лампы для повседневного использования с фотолампами, рассчитанными на тот же ток, то окажется, что первые выделяют почти на 80% больше тепла, что означает большее энергопотребление. Чтобы свести к минимуму дискомфорт от теплового излучения, который испытывают актеры на сцене, театрам совершенно необходимы лампы с большой световой эффективностью. В тех случаях, когда требует-

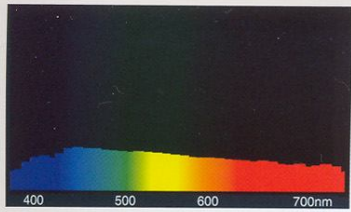


157. Вольфрамowo-галогеновая лампа с кварцевой колбой, монопланарной нитью накала, керамическим основанием и контактными штырьками

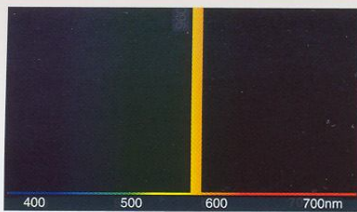
ся высокая интенсивность освещения, небольшой срок службы лампы с большой световой эффективностью с избытком компенсируется низким энергопотреблением и устранением теплового дискомфорта.

158. Цветовое поле CIE с кривой Планка, шкалой Джамда и списком источников света, используемых в театре. Применяется для определения значений x, y выделяемого тепла

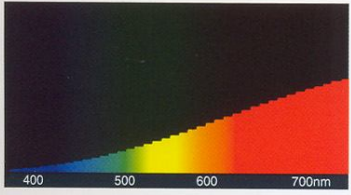




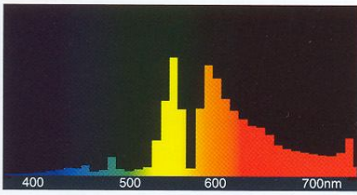
159. Спектр дневного света



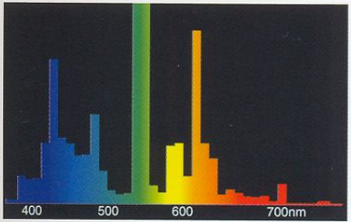
160. Натриевая лампа низкого давления



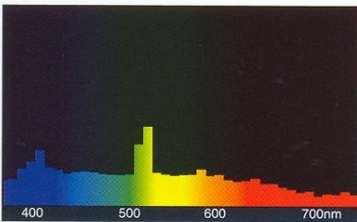
161. Лампа накаливания



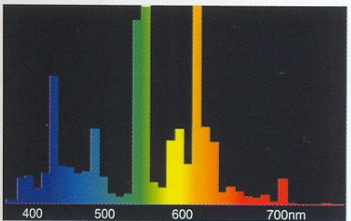
162. Натриевая лампа высокого давления



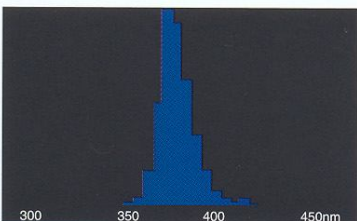
163. Люминесцентная лампа T8 / 26 mm 860 Lumilux Daylight



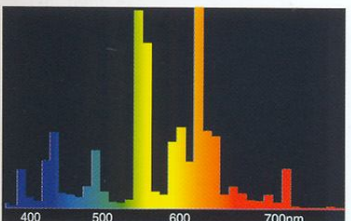
164. Металлогалогидная лампа со спектром дневного света



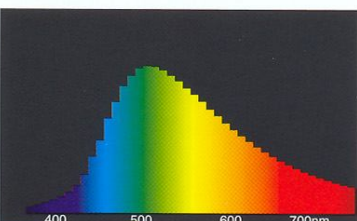
165. Люминесцентная лампа T8 / 26 mm 840 Lumilux Cool White



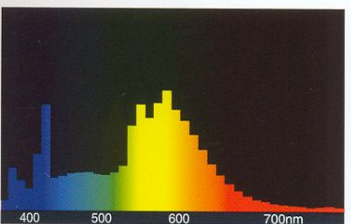
166. Ультрафиолетовая флюоресцентная лампа



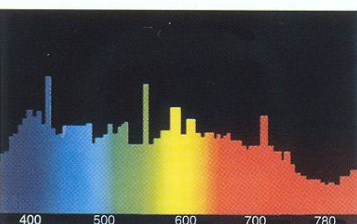
167. Люминесцентная лампа T8 / 26 mm 830 Lumilux Warm White



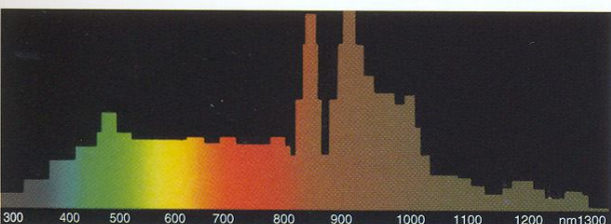
168. Серная лампа



169. Люминесцентная лампа T12 / 38 mm Bright White



170. Металлогалогидная лампа HMI



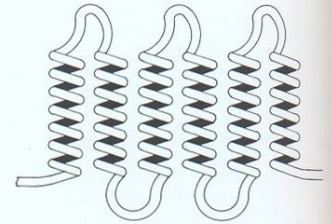
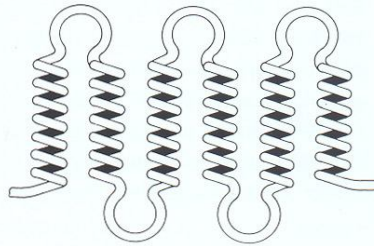
171. Ксеноновая лампа

КОМПАКТНЕЕ И ЯРЧЕ

Яркость

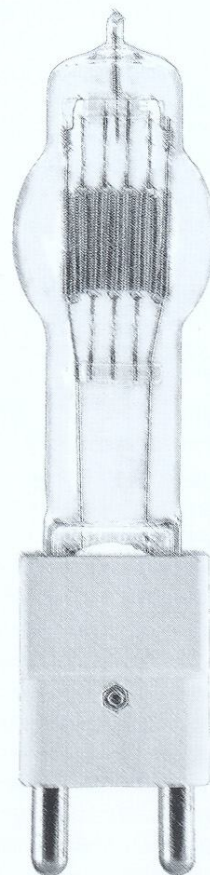
Чем ярче источник света, тем точнее удастся направить излучаемый им свет с помощью отражателей или линз в нужном направлении, избегав при этом нежелательного эффекта рассеивания. Сила света прожектора возрастает вместе с его яркостью. Большая яркость достигается применением небольших по размерам источников света. На практике это достигается путем скручивания нескольких нитей накала в спирали и размещения их в колбе лампы таким

образом, чтобы они не заслоняли друг друга в направлении выхода главного луча. Другими словами, все спирали должны находиться в одной плоскости. Такое расположение называется монопланарной компоновкой уменьшить ширину источника света можно еще больше, и это будет способствовать дальнейшему повышению яркости. Для избежания взаимного нагревания спиралей и возникновения между ними электрического замыкания отдельные секции зоны накала по-прежнему должны располагаться на достаточном расстоя-

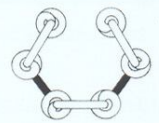


172. Монопланарная нить накала

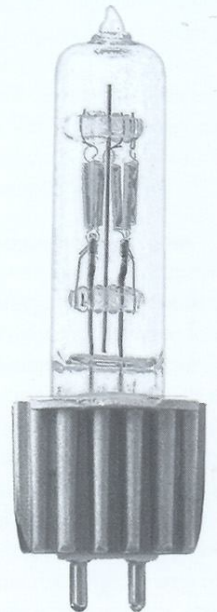
Бипланарная нить накала



173. Кварцевая вольфрам-галогеновая лампа с монопланарной нитью накала



174. Нить накала вольфрам-галогеновой лампы большой мощности



174а. Вольфрам-галогеновые лампы большой мощности (500 и 750 Вт) с холодным покoлем

нии друг от друга. Это расстояние будет больше в лампах с рабочим напряжением 230 В, чем в низковольтных лампах (например, с рабочим напряжением 24 В), у которых, к тому же, нить накала короче.

Лампы PAR

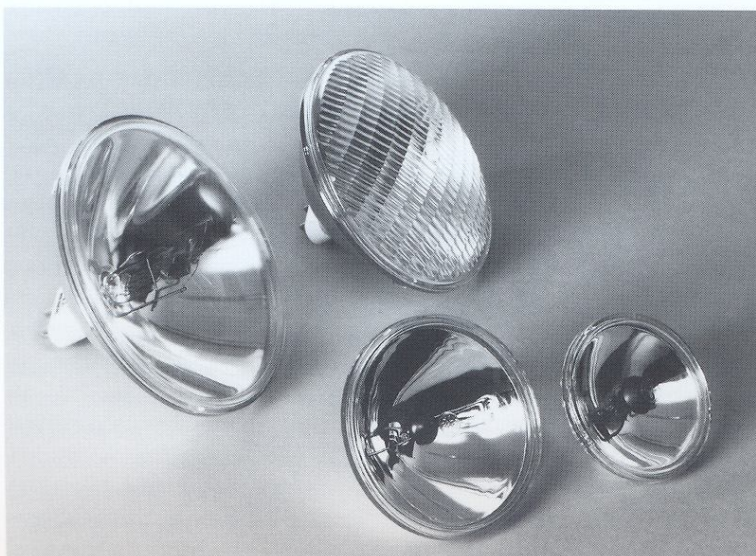
Лампы PAR – это источники света, конструктивно объединенные с параболическим алюминизированным отражателем (PAR – Parabolic Aluminized Reflector). Существуют лампы PAR различной мощности, размеров и углов раскрытия светового луча – от узконаправленных спотов (spot) до широкоугольных светильников заливающего света (flood). Лампы PAR всегда заменяют блоками и не фокусируют.

Тип	Диаметр, мм	Глубина, мм
PAR-36	114	70
PAR-46	146	95-102
PAR-56	178	114-127
PAR-64	203	95-122

В лампе PAR нить накала располагается в фокальной точке параболического отражателя, отбрасывающего лучи с небольшой дивергенцией. Отражатель, нить накала и линза конструктивно объединены в один блок, который довольно прост в эксплуатации и имеет большой срок службы.

Структура поверхности	Угол раскрытия луча	Обозначение	Цоколь
Гладкая, прозрачная	9° – 12°	NSP/CP 60	GX 16 d
Пятнистая (Speckled)	10° – 14°	SP/CP 61	GX 16 d
Морщинистая (Corrugated)	11° – 24°	WFL/CP 62	GX 16 d
С грубыми морщинами (Coarsely corrugated)	70° – 70°	EWf/CP 95	GX 16 d

176. Лампы PAR типоразмеров 64, 56 и 36



Лампы и свет



175. Лампа aluPAR от компании OSRAM. Алюминиевый отражатель. Вес меньше на 66%, а яркость на 10% выше, чем у ламп PAR со стеклянным отражателем

Изменение угла раскрытия луча обеспечивается изменением структуры поверхности наружного стекла (см. таблицу выше). Все, кто имеет дело с театральным освещением, хорошо отзываются о лампах PAR. Например, на лампах PAR-36 создано целое семейство светильников, с помощью которых можно создавать интересные световые эффекты. Эти светильники работают при низком напряжении и потребляют мало энергии.

ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ЛАМПЫ

Газоразрядные лампы в отличие от ламп накаливания (кроме натриевых) имеют:

- Спектр излучения дневного света
- Более высокую световую эффективность
- Низкую механическую чувствительность
- Прогрев до полной силы света – несколько минут

Газоразрядные лампы излучают свет, возникающий в результате электрического разряда в газообразной, жидкой или твердой среде. Окраска излучаемого света зависит от свойств конкретной среды или от свойств комбинации сред.

Лампы низкого и высокого давления

Существуют три категории таких ламп:

- Лампа с короткой дугой (short arc). Электроды расположены близко друг к другу. Это значит, что источник света (электрическая дуга) имеет точечный характер и яркость его очень высока. Лампы с короткой дугой обычно являются лампами высокого давления.
- Лампа со средней дугой (medium arc). Электроды располагаются немного дальше друг от друга. Дуга между электродами имеет форму эллипса, а ее яркость немного меньше, чем у лампы с короткой дугой. Лампы со средней дугой обычно являются лампами низкого давления.
- Лампа с длинной дугой (long arc). Электроды расположены друг от друга на большом расстоянии. О фокальной точке ничего сказать нельзя, так как яркость распределяется по всей длине электрического разряда. Лампы с длинной дугой обычно являются лампами низкого давления.

Лампы низкого давления

Краткое описание:

- Дуговой разряд с горячим катодом (1854 г.)
- Большой объем, занимаемый лампой
- Световой поток средней величины
- Длинная газоразрядная трубка
- Небольшой диаметр газоразрядной трубки
- Равномерная и невысокая яркость по всей длине электрического разряда

Газоразрядные лампы низкого давления имеют форму протяженного цилиндра. Наиболее распространены люминесцентные лампы, к которым относятся натриевые лампы низкого давления. В цилиндрических люминесцентных лампах, называемых еще флуоресцентными трубками, активация светящихся веществ (силикат и фосфат) производится электрическим разрядом в насыщенных парах ртути. Температура стенок трубки при этом равна комнатной, т.е. приблизительно 25 °С. Для облегчения зажигания в люминесцентные лампы добавляется инертный газ низкого давления (неон, аргон или криптон). Разряд создается двумя электродами, обычно имеющими форму спиралей. Внутренние стенки трубки, покрытые флуоресцирующим составом, начинают светиться под воздействием ультрафиолетового излучения, возникающего при разряде в парах ртути.

Световую эффективность люминесцентной лампы можно значительно повысить, если применить другое флуоресцирующее вещество – галофосфат (halo phosphate). Для зажигания разряда две спирали, прикрепленные к двум штырькам цоколя, разогревают цепью накала (через отдельные трансформаторы). В результате вещество-излучатель между витками спиралей нагревается до температуры излучения (600-800 °С). Конденсаторы большой емкости, встроенные в переднюю часть обоих электродов, делают напряжение зажигания лампы ниже напряжения в сети. При подаче напряжения лампа зажигается. Поджиг может быть так же произведен импульсом напряжения 1500 В через цепь стартера.

Лампы высокого давления

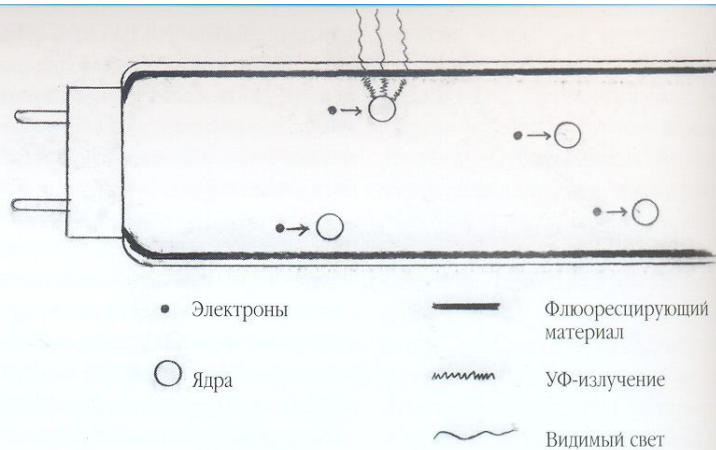
Краткое описание:

- Дуговой разряд с горячим катодом (1906 г.)
- Малый объем, занимаемый лампой
- Большая яркость
- Узкая, концентрированная дуга

В лампах высокого давления разряд обычно происходит при небольших расстояниях между электродами.

При разряде в парах ртути высокого давления образуется меньше ультрафиолетового излучения и больше света, чем в лампах низкого давления. Давление в газоразрядной трубке становится еще больше из-за более высокой температуры разряда.

Разряд начинается с искры между



177. Принцип действия люминесцентной лампы низкого давления

двумя электродами. Вещество-наполнитель (ртуть) должно присутствовать в лампе в количестве, необходимом для обеспечения требуемых световых характеристик. Добавление металлического иодида (иодидов редкоземельных металлов) существенно повышает световую эффективность лампы и улучшает цвет светового излучения. Лампы такого типа называются металлогалогенными.

Для ограничения тока разряда в лампе используется балласт. Поджиг лампы производится встроенными в нее дополнительными электродами или с помощью отдельного устройства. В отличие от люминесцентных ламп многие лампы высокого давления нельзя повторно включить сразу же после выключения. Перед повторным включением лампы должны остыть. Однако кратковременная подача очень высокого напряжения (в десять и более раз превышающего рабочее) на специальное устройство позволяет повторно зажечь большинство типов ламп, даже если они не остыли. Лампы высокого давления чувствительны к температуре стенок трубки.

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

О лампах этого типа подробно рассказывалось в разделе, посвященном лампам низкого давления (см. стр.79). В результате электрического разряда в стеклянной трубке, наполненной парами ртути, возникает большей частью невидимое ультрафиолетовое излучение с длиной волны 253,7 нм. Коротковолновые лучи преобразуются флуоресцирующим покрытием внутренней поверхности газоразрядной трубки в видимые глазом длинноволновые. Окраску света можно изме-

нить путем изменения химического состава флуоресцирующего покрытия. Существует широкий ассортимент ламп различных длин, диаметров, форм и выходных характеристик. Цветовая температура ламп может быть любой из диапазона 2700-8000 К.

Световой поток люминесцентной лампы зависит от температуры. Лампа Т8 (Ø 26 мм) оптимально функционирует при температуре окружающей среды 26 °С. Лампа Т5 (Ø 16 мм) – при температуре 35 °С. Выход по свету у люминесцентных ламп в 10 раз выше, а срок службы в 24 раза больше, чем у ламп накаливания.

Типы:	T12; Ø 38 мм	T8; Ø 26 мм
	T5; Ø 16 мм	T2; Ø 7 мм
Мощность:	4-125 Вт	
Цоколь:	G 5, G 13, R 17d, Fa 6, 2GX 13, G10q, 2G 13, W 4, 3 x 8, 5 d, 4-pin special	
Рабочее положение:	Любое	
Немедленное повторное зажигание:	Да	

Время приработки:
Нет (при использовании с диммерными системами для всех люминесцентных ламп рекомендуется произвести приработку на полной мощности в течение 100 часов. Это послужит гарантией предотвращения почернения, преждевременного отказа и нестабильной работы лампы в штатном режиме)

Димминг: Да

Срок службы:
От 7500 (галофосфатная лампа Т8 с магнитным балластом) до 24000 часов (лампа Т5 НО с электронным балластом)

Цветовая температура:
От 2700 до 8000 К (в зависимости от флуоресцирующего покрытия)

Световая эффективность:
От 30 до 104 лм/Вт

Цветопередача:
Уровень 1-3 (в зависимости от флуоресцирующего покрытия)

Использование на сцене

Эти “народные лампы” довольно интересны, особенно если принять во внимание безотказность их работы. Профессиональных осветителей могут заинтересовать модели 65 Вт/150 см и 40 Вт/120 см диаметром 38 мм, а так же все типы трубок диаметрами 26 и 26 мм. Трубка T12 относится к устаревшим моделям и не соответствует современным требованиям; ее заменили модели T8 мощностью 58 и 36 Вт.

Иногда в люминесцентных лампах наблюдается вихревой разряд (полосатость). Его появление зависит от давления газа в лампе, вида используемого газа, плотности электрического тока в лампе, температуры окружающей среды. Полосатость устраняется в процессе эксплуатации лампы (обычно через 100 часов).

Регулировка яркости. Но как?

Регулировать яркость люминесцентных ламп действительно не так просто. Здесь невозможно уменьшить яркость снижением напряжения (управлением амплитудой напряжения), как это делается в случае резистивной нагрузки. Здесь нужно использовать электронное управление фазой напряжения или диммируемый электронный балласт, управляемый потенциометром. Если оборудование такого сорта недоступно, то эту работу может выполнить специальное дополнительное устройство. Неудобство от использования таких устройств заключается в том, что ими нельзя управлять непосредственно с помощью светового пульта. Впрочем, большинство современных устройств управления яркостью люминесцентных ламп работают по принципу регулировки фазы напряжения или по технологии 1-10 В. Промышленностью же выпускается множество различных приспособлений для встраивания люминесцентных ламп в декорации.

Бесступенчатое регулирование яркости люминесцентных ламп

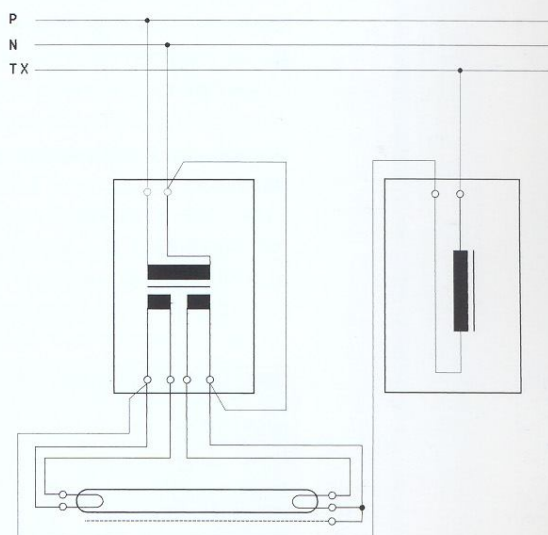
Яркость можно регулировать у всех люминесцентных ламп диаметром 38, 26 и 16 мм. Можно регулировать яркость ламп с изогнутой газоразрядной трубкой (U-образных). Однако для них требуются более дорогие устройства управления. Для избежания несовпадений по уровню яркости лампы необходимо группировать по типам еще на этапе проектирования сценического освещения.

В принципе, для регулирования яркости люминесцентных ламп кроме

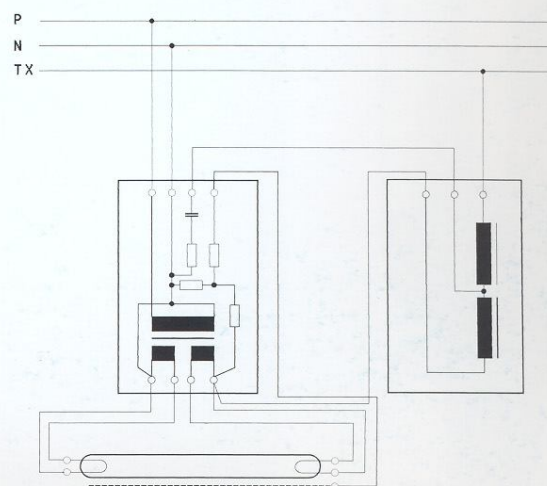
магнитного балласта понадобятся еще трансформаторы для нитей накала. Эти трансформаторы имеют две отдельные вторичные обмотки, каждая из которых разогревает по одному электроду лампы напряжениями приблизительно 6,5 В (обмотка с высоким сопротивлением) и 4 В (обмотка с низким сопротивлением), обеспечивая возможность повторного зажигания после каждого полупериода сетевого напряжения. При нормальной работе (без регулирования яркости) эту задачу решает стартер, который, по сути, накоротко замыкает люминесцентную лампу после подачи напряжения на балласт, создает в балласте за счет самоиндукции бросок напряжения и осуществляет поджиг. В люминесцентных лампах с регулируемой яркостью стартеры должны быть исключены из схемы, а для разогрева спиралей должны использоваться трансформаторы накала. Так как на-

пряжение накала имеет небольшую величину, следует обратить внимание на надежность контакта при подключении лампы к источнику питания. Для люминесцентных ламп с регулируемой яркостью рекомендуется применять специальные патроны.

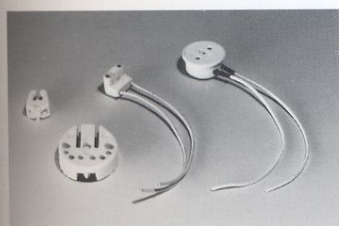
Обеспечьте выполнение всех этих условий и обратите внимание на наличие мерцания в лампах. Мерцание зависит от фосфоресценции люминофора, используемого для окраски светового излучения. Лампы дневного света, например, мерцают сильнее, чем лампы теплого белого цвета. Поэтому, если необходимо менять яркость люминесцентных ламп, последние использовать предпочтительнее. Фосфоресценция является необходимым процессом для заполнения пауз между полупериодами сетевого напряжения. При уменьшении яркости эти паузы становятся более продолжительными. Для повышения качест-



179. Принципиальная электрическая схема люминесцентных ламп с регулируемой яркостью



180. Принципиальная электрическая схема люминесцентных ламп с регулируемой яркостью – выходной контур



178. Различные патроны для люминесцентных ламп

ва управления яркостью к выходу управляющего устройства следует подключить базовую нагрузку (резистор). Если для управления яркостью используется современный цифровой диммер, то необходимость в такой нагрузке отпадает. При проектировании больших инсталляций необходимо выяснить тип спиралей люминесцентных ламп (низкоомные или высокоомные) до заказа трансформаторов накала. Трансформатор накала, разогревающий спираль, может использоваться как с одной, так и с двумя люминесцентными лампами.

При планировании сценического освещения следует предусмотреть несколько дополнительных разъемов для возможного подключения устройств управления люминесцентными лампами. Эти разъемы должны выдерживать напряжение разогрева электродов. Напряжение прямого разогрева должно быть синфазным по отношению к регулируемой фазе. При необходимости использования базовой нагрузки в виде резистора (лампы накаливания) ее следует встроить в схему распределения нагрузки.

Управление люминесцентными лампами Т8

Высокое напряжение повторного зажигания ламп Т8 (диаметр трубки 26 мм) делает их несовместимыми с системами регулирования яркости на основе традиционного балласта и трансформаторов накала. В то же

время некоторые производители предлагают регулировать яркость ламп Т8 с помощью электронных импульсных устройств. Достаточно мощный генератор импульсов VIP-90 (Varintens Intensive Pulser), разработанный одной юго-восточной компанией, является источником высококачественного импульсного напряжения, а так же напряжения накала 4, 6,5 и 8 В с диапазоном регулирования 0-100%. В сочетании с обыкновенным балластом (одна спираль), ограничивающим ток, крутизна его пусковой характеристики может достигать отношения 1 : 100000. При этом отпадает необходимость в дополнительных устройствах зажигания (в ленточных воспламенителях или запальной сетке) и в базовой резистивной нагрузке. С помощью такого генератора можно регулировать яркость любых трубок диаметром 26 мм и мощностью 2 x 18/36/38/58 Вт. Регулировка яркости лампы PL/Delux с цоколем 4-pin и изогнутых люминесцентных трубок возможна, но с ограничениями. Генератор импульсов и ограничитель тока (балласт) следует устанавливать в непосредственной близости от люминесцентной лампы, не группируя вместе разные силовые линии. Для бесступенчатой регулировки яркости в одну группу следует объединять лампы только одинаковой мощности. Генератор импульсов VIP-90 на сегодняшний день является единственным устройством, позволяющим регули-

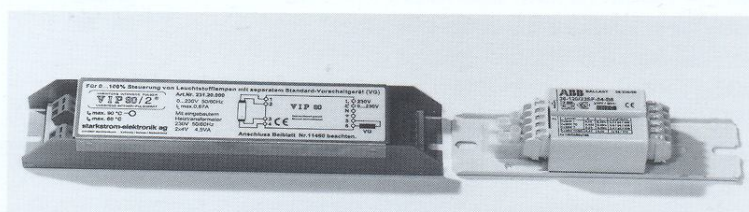
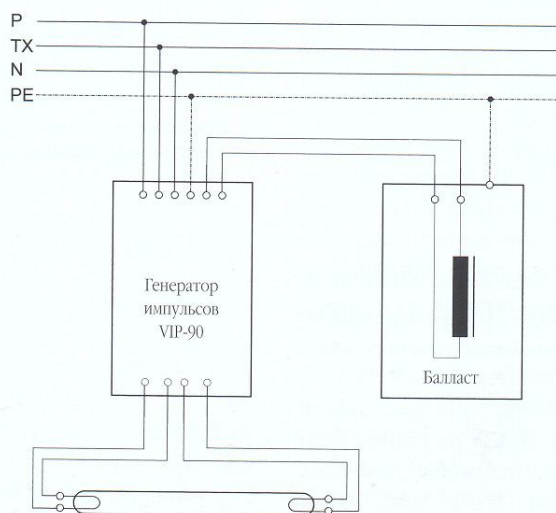
ровать яркость люминесцентных ламп от 0 до 100%. Если такой диапазон регулирования обоснован, то можно подбирать остальные необходимые устройства. Компании OSRAM, ABB и Zumtobel для регулирования яркости предлагают электронные балласты (ECG, Electronic Control Gear), работающие по принципу понижения управляющего напряжения или управления фазой. Последним достижением в этой области стало устройство ECG, работающее на частотах от 25 до 70 кГц и управляемое по протоколу DMX-512 или 1-10 В. Такое решение приемлемо для ламп непрямого света или для ламп фоновое освещения.

Люминесцентные лампы на сцене

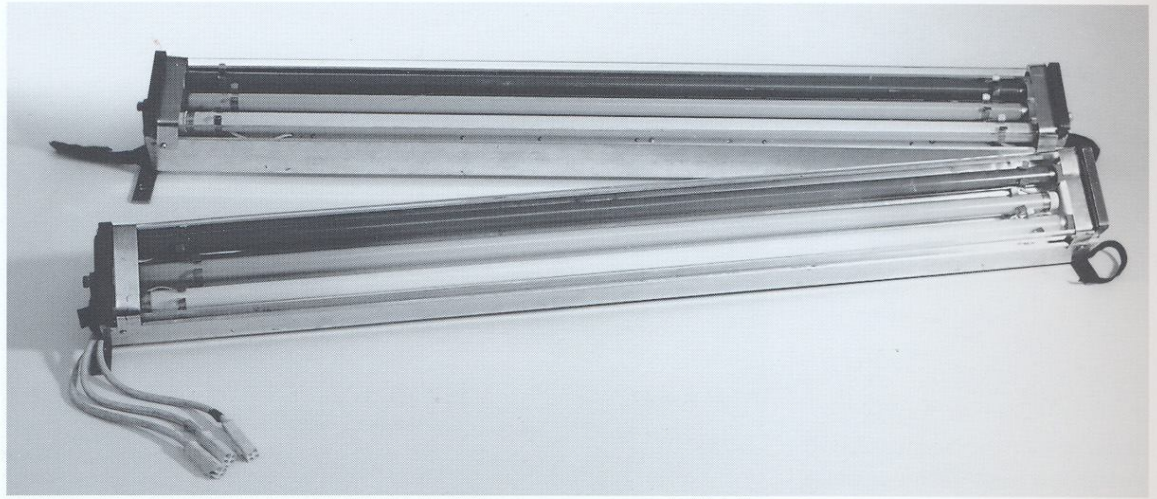
Сложные и дорогие системы управления люминесцентными лампами находят применение благодаря определенным преимуществам таких ламп. Их можно устанавливать в непосредственной близости от элементов декораций, так как они вырабатывают мало тепла и занимают мало места. Эти лампы генерируют световое излучение в пределах угла 360°, заполняя светом большие пространства. При дефиците места или жестких весовых ограничениях трансформатор накала, балласт или генератор импульсов можно установить отдельно – именно для этого и созданы устройства, называемые блоками питания. Рассеянный свет люминесцентных ламп позволяет освещать объекты практически без теней. Диапазон цветовых температур – от 2700 до 8000 К. При отсутствии нужного цветового тона лампу можно просто накрыть или обернуть цветным светофильтром.

Управление люминесцентной лампой Т5

До 2006 года только один производитель предлагал люминесцентные лампы Т5 (трубка диаметром 16 мм) с бесступенчатым регулированием яркости от 0 до 100%. Небольшие размеры этих ламп и световая эффективность, достигающая величины 104 лм/Вт, делают их очень удобными для использования в небольших пространствах и при ограничениях по весу. Однако этот производитель не предлагает готового устройства управления



181. Принципиальная электрическая схема люминесцентной лампы диаметром 26 мм с регулируемой яркостью. Внизу: генератор импульсов с балластом



182. Трехцветный люминесцентный ламповый сегмент с крышкой из материала Macrolon

этим лампами, или даже такого, которое надо собирать самостоятельно.

Люминесцентные лампы диаметром 16 мм требуют бережного обращения. Компания ROSCO предлагает специальные трубки разных цветов, защищающие лампы T5 от механических повреждений и окружающую среду от их ультрафиолетового излучения.

НАТРИЕВЫЕ ЛАМПЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

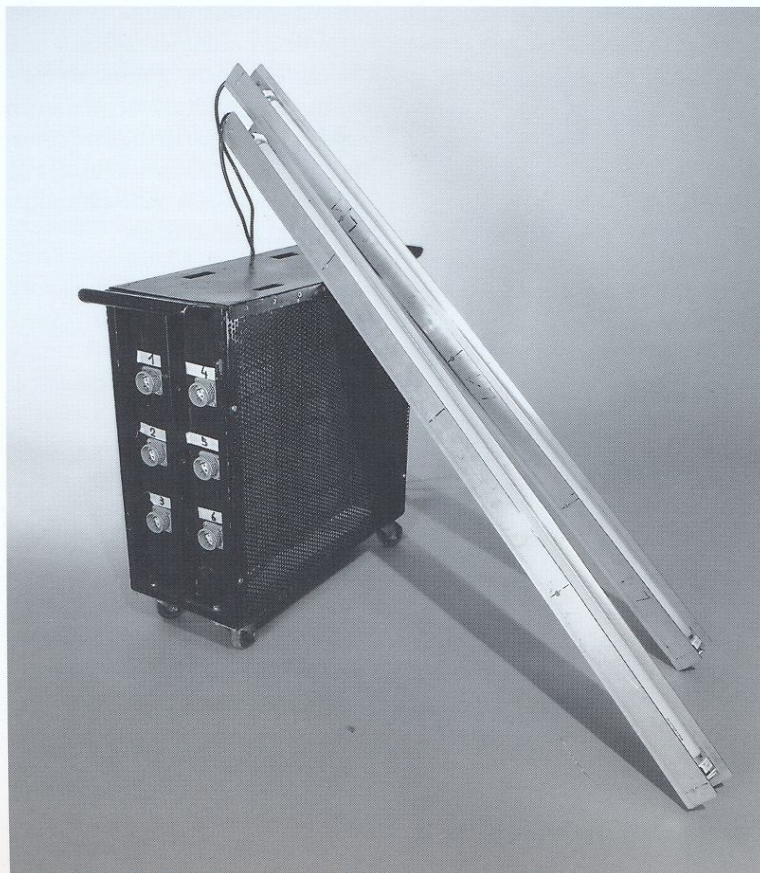
Если лампа холодная, натрий находится в ее колбе в твердом состоянии. Процесс испарения начинается после электрического разряда в газе-напол-

нителе – неоне. Под воздействием выделяющегося тепла натрий начинает медленно испаряться. Натриевая лампа излучает в желтой части спектра (588-589 нм), в той его области, к которой человеческий глаз наиболее восприимчив. Несмотря на потери в балласте, световая эффективность натриевой лампы чрезвычайно высока. Она достигает значения 150 лм/Вт.

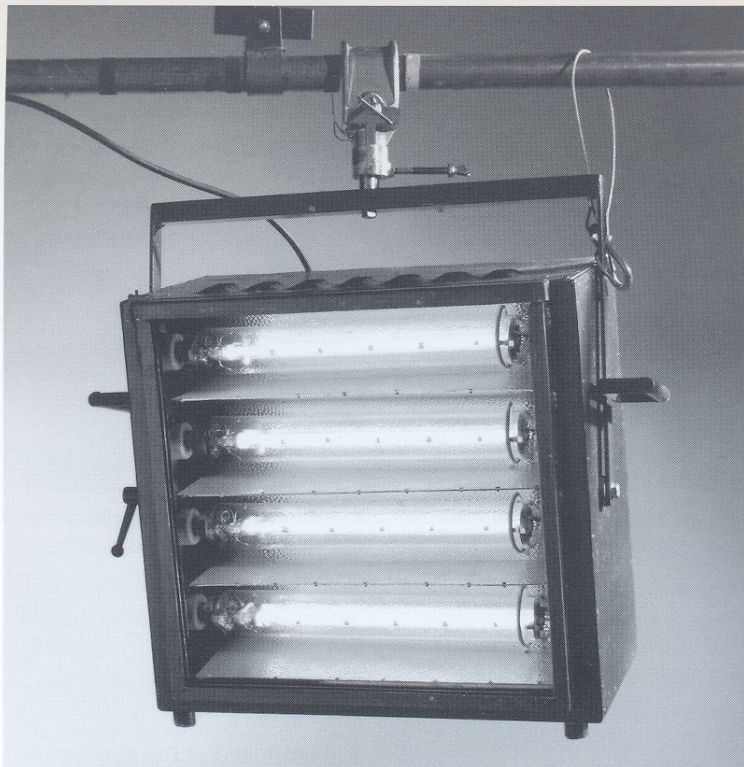
Цветные объекты в свете натриевой лампы низкого давления видятся окрашенными в различные оттенки желтого. Из-за отсутствия хроматической аберрации и большого контраста объекты в свете натриевой лампы имеют исключительно резкие очертания.



184. Натриевая лампа низкого давления мощностью 180 Вт



183. Люминесцентные лампы с регулируемой яркостью и центральный блок питания



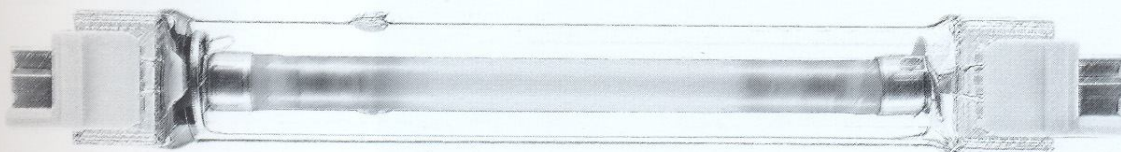
185. Корпус светильника для 4 натриевых ламп низкого давления мощностью 180 Вт. Яркость регулируется самодельной заслонкой

Хроматическая абберация появляется в результате преломления лучей света (различных длин волн) в хрусталике человеческого глаза. Коротковолновый синий свет преломляется сильнее коротковолнового красного. Глаз близорук к синему свету из-за смещения плоскости изображения и дальнозорок к красному. Поэтому при освещении натриевыми лампами зрение становится несколько острее, чем при освещении белым светом.

Мощность:	18-180 Вт
Цоколь:	ВУ 22 d
Рабочее положение:	Основанием вниз, горизонтальное
Немедленное повторное зажигание:	Да (в зависимости от типа)
Время запуска:	10-20 мин (в зависимости от типа)
Димминг:	Нет
Срок службы:	Приблизительно 10000 часов
Спектральный состав излучения:	588-589 нм
Цветовая температура:	1800 К
Световая эффективность:	До 190 лм/Вт
Цветопередача:	Нет

Использование на сцене

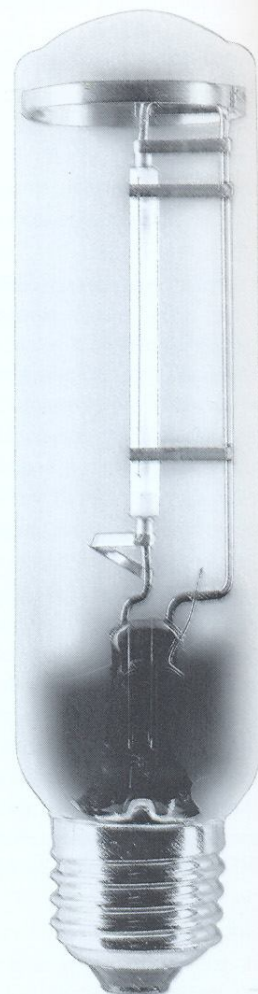
Натриевые лампы низкого давления могут входить в состав любого комплекта оборудования для сценического освещения. Они сложны в обращении, но могут стать альтернативным решением многих проблем. Они испускают монохромный желтоватый свет, в котором краски костюмов и декораций становятся тусклыми и безжизненными: красная роза становится черной, зеленое дерево – серым. Натриевые лампы расширяют выразительные возможности сценического света. Небольшая яркость делает их идеальным источником для освещения поверхностей.



186. Двухконцевая натриевая лампа высокого давления мощностью 400 Вт

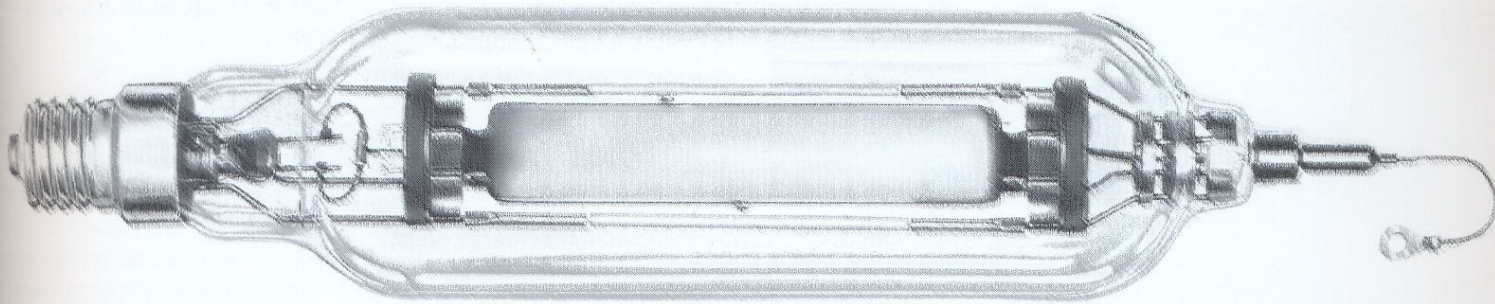
НАТРИЕВЫЕ ЛАМПЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Такие лампы работают при более высоком давлении и температуре наполняющего их газа. Они излучают в красной части видимого спектра. Световая эффективность ниже, чем у ламп низкого давления.



187. Натриевая лампа высокого давления мощностью 400 Вт

Мощность:	40-1000 Вт
Цоколь:	Fc 2, RX 7 s, E 27, E 40
Рабочее положение:	Любое
Немедленное повторное зажигание:	Да (при наличии специальных устройств зажигания)
Время запуска:	Несколько минут (в зависимости от типа)
Димминг:	Ограниченный, до 50%
Срок службы:	Приблизительно 10000 часов
Цветовая температура:	2000-3000 К (свет – желто-оранжевый с красным, 600 нм)
Световая эффективность:	До 140 лм/Вт
Цветопередача:	Уровень 4



188. Металлогалоидная лампа мощностью 3500 Вт для "горячего" поджига

Использование на сцене

Из-за особенностей спектра свет лампы не производит впечатления монохромности. В ее свете цвета на сцене репродуцируются лучше. Лампа освещает поверхности ярче и убедительнее. Так же, как и у лампы низкого давления, ее яркость нельзя снизить больше, чем на 50%.

МЕТАЛЛОГАЛОИДНЫЕ ЛАМПЫ HQI

Металлогалоидные лампы HQI – это усовершенствованные ртутные лампы высокого давления. Добавление к ртути вольфрамово-галогеновых соединений различных металлов и редкоземельных элементов позволило повысить световую эффективность металлогалоидных ламп до 105 лм/Вт. Лампы HQI обладают великолепной цветопередачей. Напряжение поджига металлогалоидных ламп больше напряжения сети, и поэтому для поджига им необходимо специальное устройство, стартер, а так же балласт для ограничения тока. Свет этих ламп очень похож на свет металлогалоидных ламп, которые уже нашли применение в театре. Из-за большой длины дуги они могут использоваться только в прожекторах заливающего света с симметричными и асимметричными отражателями.

Недавно появились новые металлогалоидные лампы с иодидами металлов и редкоземельными элементами. Разработана модель мощностью 150 Вт, излучающая окрашенный свет: оранжевый, зеленый, синий или пурпурный (magenta). Белый свет можно получить аддитивным смешением синего, зеленого и оранжевого.

189. Металлогалоидная лампа мощностью 3500 Вт для "горячего" поджига в корпусе с механическим устройством регулирования яркости

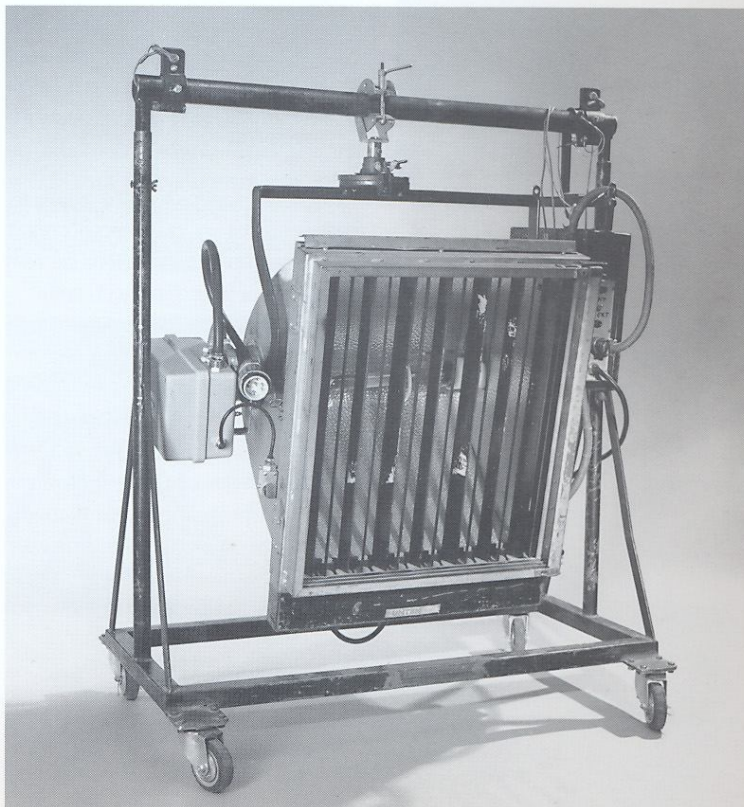
Мощность:	39-3500 Вт
Цоколь:	E 27, E 40, Fc 2, RX 7 s, G 12
Рабочее положение:	Вертикальное, горизонтальное
Немедленное повторное зажигание:	Одноконцовые (single-ended) лампы – обычно нет; двухконцовые (double-ended) лампы – да
Время запуска:	3-5 минут
Диммиг:	Нет
Срок службы:	Приблизительно 6000 часов
Цветовая температура:	4700-6000 К
Световая эффективность:	До 120 лм/Вт
Цветопередача:	Уровень 1

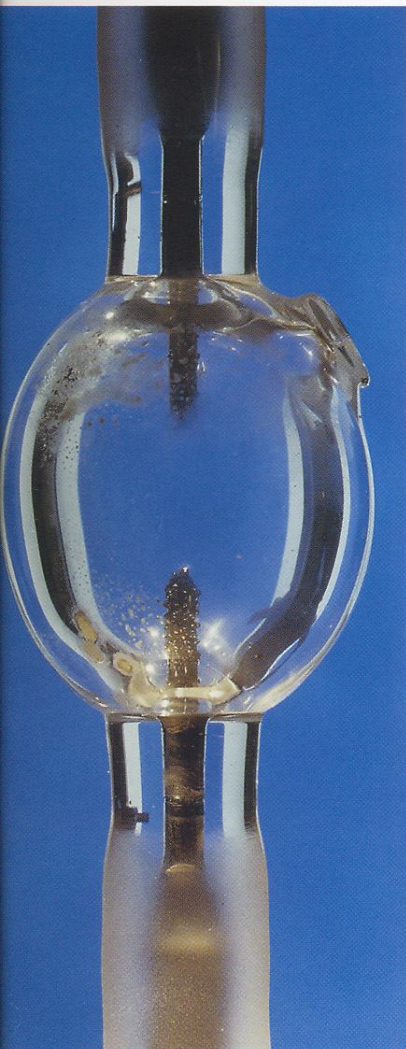
Использование на сцене

Металлогалоидные лампы представляют несомненный интерес для светового дизайна. Подвешенные наверху и направленные вниз, они придадут сцене вид заводского цеха. Но

будьте осторожны – после их выключения некоторое время совсем не будет никакого света. Эти лампы можно будет повторно зажечь только после их остывания (от пяти до двадцати минут в зависимости от типа), а период прогрева продлится от трех до пяти минут. Гораздо проще работать с лампами, которые можно быстро зажечь повторно. Производители предлагают очень надежное оборудование, как нельзя лучше подходящее для сложных условий эксплуатации в театре. К сожалению, у таких металлогалоидных ламп, как и у большинства газоразрядных, яркость не регулируется. Механический диммиг с помощью заслонки (douser) – единственно возможный способ управляемой интеграции искусственного дневного света в общее сценическое освещение.

Металлогалоидные лампы излучают жесткий, осязаемый свет, поскольку





190. Металлогалоидная лампа HMI 1200 Вт / GS

ку спектральный состав их излучений имеет небольшое смещение в сторону голубовато-зеленой зоны. Благодаря большой световой эффективности этих ламп зрители будут лучше видеть. Однако лампы, позволяющие немедленно производить повторное включение, не работают долго, потому что каждое повторное включение сокращает срок их службы. Иначе говоря, они больше подходят на роль источников постоянного света. Но как бы там ни было, каждый, кто увидит холодный, зеленовато-синий заливающий свет, захочет иметь такие лампы у себя в театре.

Посвященным в секреты мастерства известно, какие потрясающие эффекты можно получить во время прогрева лампы. Сцена окрашивается в изумительный холодный зеленый цвет, из которого – если подойти к процессу творчески, – можно выжать очень много. Цветной свет металлогалоидных ламп прямо-таки напрашивается на применение его для подсветки архитектурных сооружений.

МЕТАЛЛОГАЛОИДНЫЕ ЛАМПЫ HMI

В 1970 году компания OSRAM выпустила металлогалоидную лампу HMI (HMI – торговая марка компании OSRAM). Сегодня доступны уже четыре типа таких ламп:

- Одноконцовая без внешней оболочки
- Одноконцовая с внешней оболочкой
- Двухконцовая
- С отражателем

Разрядная камера и колба лампы изготавливаются из кварцевого стекла, одновременно защищающего систему электродов и электрическую цепь.

Лампа наполнена оптимально подобранной смесью соединений редкоземельных металлов: диспрозия, тулия и гольмия. Вольфрамово-галогеновый цикл, похожий на цикл в галогеновых лампах накаливания, предотвращает любое испарение вещества электродов и осаждение его на внутреннюю поверхность колбы. Другие циклы поддерживают необходимую концентрацию паров редкоземельных металлов в горячих зонах дуги разряда. Кварцевое стекло противостоит температурам до 950 °С и давлениям до 35 бар. Для прочности в корпус лампы встроены полосы из молибдена.

Если лампа холодная, вещество наполнителя конденсируется в нижней части колбы (ртуть обычно мелкими каплями, галогениды – в виде цветного осадка). Эти субстанции испаряются приблизительно через четыре минуты после поджига лампы. За это время падение напряжения на дуге, электрическая мощность и световой поток постепенно увеличиваются и достигают номинальных величин. Цветовая температура и ток к моменту вхождения лампы в рабочий режим, наоборот, снижаются. По мере возрастания температуры стенок колбы осаждаемые на них субстанции испаряются в той последовательности, которая указана выше.

Если лампа выключена, немедленное повторное зажигание возможно, но в зависимости от типа лампы. Повторное зажигание требует в десять с лишним раз большего напряжения. Чтобы включить холодную лампу мощностью 2500 Вт, нужно напряжение величиной 5 кВ, а чтобы включить горячую лампу такой же мощности, требуется напряжение величиной уже 45-55 кВ. При таком напряжении в лампе может возникнуть короткое замыкание. Это случается, если корпус лампы имеет дефекты, неисправен цоколь или патрон. Может вызвать проблему так же прокладка электрических кабелей, но, как показывает практика, сегодня проблемы возникают, в основном, с лампами, и чаще всего – с одноконцовыми.

Наполнитель:

- Первая фаза: аргон и ртуть
- Вторая фаза: ртуть-йодид-бромид
- Третья фаза: тулий, диспрозий, гольмий

Срок службы ламп HMI – от 300 до 1000 часов, в зависимости от типа. Срок службы зависит так же от количества включений. В любом случае цветовая температура со временем снижается – приблизительно на 50 К за каждые 100 часов работы. Лампы HMI – популярный источник света на телевидении, в кинопроизводстве и в театрах, потому что у них:

- Спектр излучения похож на дневной
- Цветопередача высочайшего качества
- Большая мощность и световая эффективность.

ДВУХКОНЦОВЫЕ ЛАМПЫ HMI

Это лампы мощностью от 125 до 24000 Вт, с большой световой эффективностью (80-100 лм/Вт), с относительно короткой дугой. Световым потоком этих ламп управлять очень просто, и поэтому они сегодня очень востребованы. Особенно это касается ламп версии GS (Gap Shortened – то же самое, что и Short Arc), выпуск которых начал с 1986 года. Температура цоколя у этих ламп не должна превышать 230 °С.

Мощность:
125-24000 Вт

Цоколь:
X 515, SFC 10-4, SFC 15.5-6, SFA 21-12, K 25 s, S 30 x 70

Рабочее положение:
Горизонтальное, вертикальное (в зависимости от типа)

Немедленное повторное зажигание: Да

Время запуска: 2-4 минуты

Димминг:
Ограниченный

Срок службы:
200 Вт – 350 часов;
575 и 1200 Вт – 750 часов;
2500 и 4000 Вт – 500 часов;
6000 и 12000 Вт – 350 часов;
18000 и 24000 Вт – 250 часов

Спектральный состав излучения:
Дневной, белый

Цветовая температура: 5600-6000 К

Световая эффективность:
До 100 лм/Вт

Цветопередача: Уровень 1

Использование на сцене

Источники искусственного дневного света используются, в основном, в театре – в слайд-проекторах и театральных прожекторах. Для прожекторов они доступны в версиях мощностью до 12000 Вт, для прожекторов с линзами Френеля – до 24000 Вт, для прожекторов следящего света – до 4000 Вт, для профильных прожекторов – от 1200 до 2500 Вт.

В дорогих слайд-проекторах так же используются лампы HMI, но здесь они уже требуют целого комплекса обслуживающих мероприятий.

Все перечисленное оборудование “затемняется” заслонками или фильтрами-клиньями. Свет двухконцовых ламп HMI сильный, сметающий все на своем пути. С помощью корректирующих светофильтров можно согласо-

вать его цветовую температуру с вольфрамово-галогеновыми источниками освещения. Видимая начальная фаза зажигания ламп НМЛ может быть включена в концепцию сценического освещения. В этом случае импульс поджига должен быть скрыт от глаз ручным экраном или заслонкой.

ЛАМПЫ НМЛ НА СЦЕНЕ

Для того, чтобы правильно использовать лампы НМЛ в освещении сцены, нужно соблюдать определенные требования.

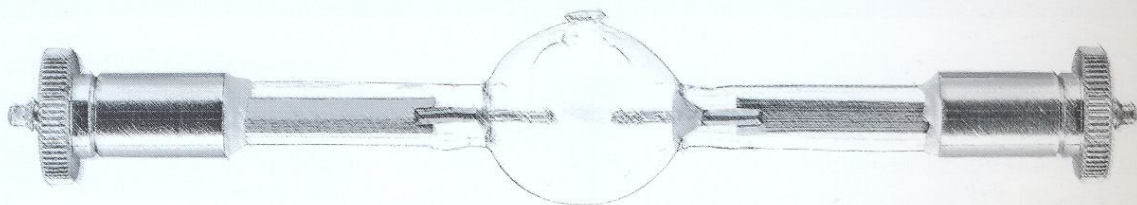
Как уже говорилось, для управления недиммируемыми (on-off) устройствами нужны балласты. Имеет смысл использовать балласты, управляемые по протоколу DMX-512 (Digital MultipleXing; одновременная передача



191. Двухконцовые металлогалогенные лампы. Снизу вверх: 1200 Вт, 4000 Вт, 12000 Вт

Так как светильникам дневного света нужно время на поджиг, эта начальная фаза должна быть замаскиро-

вая дуга вертикальна у одноконцовых ламп и горизонтальна у двухконцовых. Следует напомнить еще раз, что



192. Двухконцовая металлогалогенная лампа с гайками для крепления в патроне

ча нескольких цифровых сообщений одним передатчиком; см. стр. 125). Это избавит от необходимости выполнять отдельные включения. Электрическое оборудование, издающее шум, должно быть размещено на достаточном удалении от сцены. В идеальном случае все балласты должны быть собраны в одном месте. Если позволяют обстоятельства, то балластное оборудование для прожекторов можно разместить в диммерной. Электрические связи между прожекторами и балластами создают помехи в работе акустических систем и поэтому нужно следить, чтобы со сцены не доносились посторонние звуки.

вана заслонками. Но, с другой стороны, эту фазу можно превратить в интересный световой эффект.

Яркость ламп НМЛ регулируется механической заслонкой, перемещаемой вручную или с помощью электродвигателя. Если заслонка имеет реечную конструкцию (жалюзи) то надо позаботиться о том, чтобы рейки поворачивались на угол 90° относительно электродов лампы. Если электрическая дуга располагается параллельно рейкам, то зрители увидят на сцене их четкую проекцию. Электричес-

все газоразрядные лампы предоставляют уникальную возможность создавать реальное затемнение сцены. Остаточное свечение электродов практически незаметно.

Слабым местом этих ламп является шум. В театре он совершенно недопустим. Провода, соединяющие отдельные устройства, необходимые для работы лампы, могут достигать длины 50 м, но их длина зависит еще от площади поперечного сечения проводов, от конструкции разъема и от самой лампы.

193. Театральные светильники НМЛ мощностью 4000 Вт с колорченжерами и механическими заслонками для регулирования яркости. Освещают белую поверхность, отражающую свет на белый матерчатый занавес. Использование непрямого освещения позволяет достичь чрезвычайно однородного распределения света

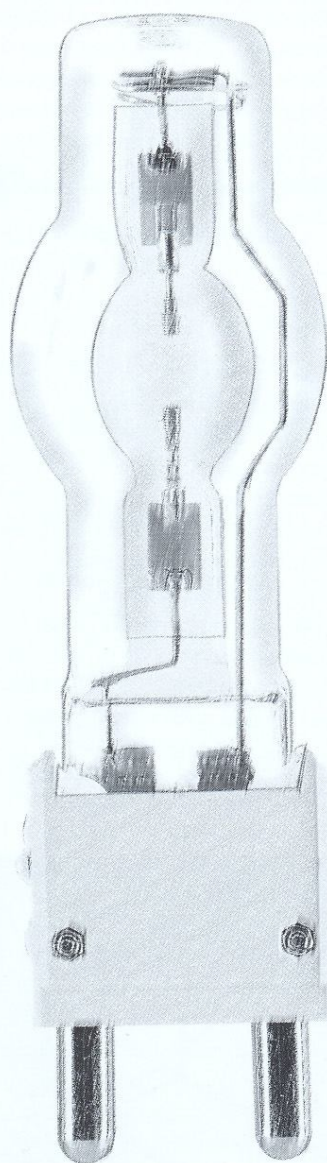


Регулирование ламп НМІ

Невозможно регулировать яркость этих ламп только электрическим способом. Электрическая регулировка производится в диапазоне от 70 до 110%. Ниже 70% цветовая температура лампы начинает заметно меняться, и эта область не представляет никакого интереса. Лучшими регулируемыми устройствами являются балласты, но полностью и мягко с их помощью лампы НМІ все равно затемнить нельзя. Поэтому я предпочитаю работать с механическими диммерами. С механическим диммером цветовая температура лампы НМІ не меняется.



195. Одноконцевые металлогалоидные лампы мощностью 4000 и 2500 Вт



194. Одноконцевая металлогалоидная лампа мощностью 2500 Вт

ОДНОКОНЦОВЫЕ ЛАМПЫ НМІ

Одноконцевые лампы НМІ поставляются с новыми цоколями для беспроблемного использования вместе с прожекторами. Обычно это цоколи G 38 и G 51.

Эти лампы могут быть меньше по величине, чем заявляет производитель. В настоящее время доступны версии мощностью от 125 до 18000 Вт. Почти все они имеют двойную колбу, то есть область разряда в таких лампах окружена дополнительной оболочкой. Электрическая связь с электродами находится как бы между двумя стеклянными стенками. Пространство между двумя стеклянными оболочками обычно заполняется азотом.

Мощность: 200-18000 Вт

Цоколь: FaX 1,5, GZY 9,5, GZZ 9,5, G 22, G 38, G 51, special

Рабочее положение: Любое

Время запуска: До 3 минут (в зависимости от типа)

Димминг: Ограниченный

Срок службы:
200 Вт – 200 часов;
250 Вт – 250 часов;
400 Вт – 650 часов;
575 Вт – 1000 часов;
1200 Вт – 1000 часов;
2500 Вт – 500 часов;
4000 Вт – 500 часов;
6000 Вт – 300 часов;
12000 Вт – 250 часов;
18000 Вт – 300 часов

Спектральный состав излучения: Дневной, белый

Цветовая температура: 5600-6000 К

Цветопередача: Уровень 1

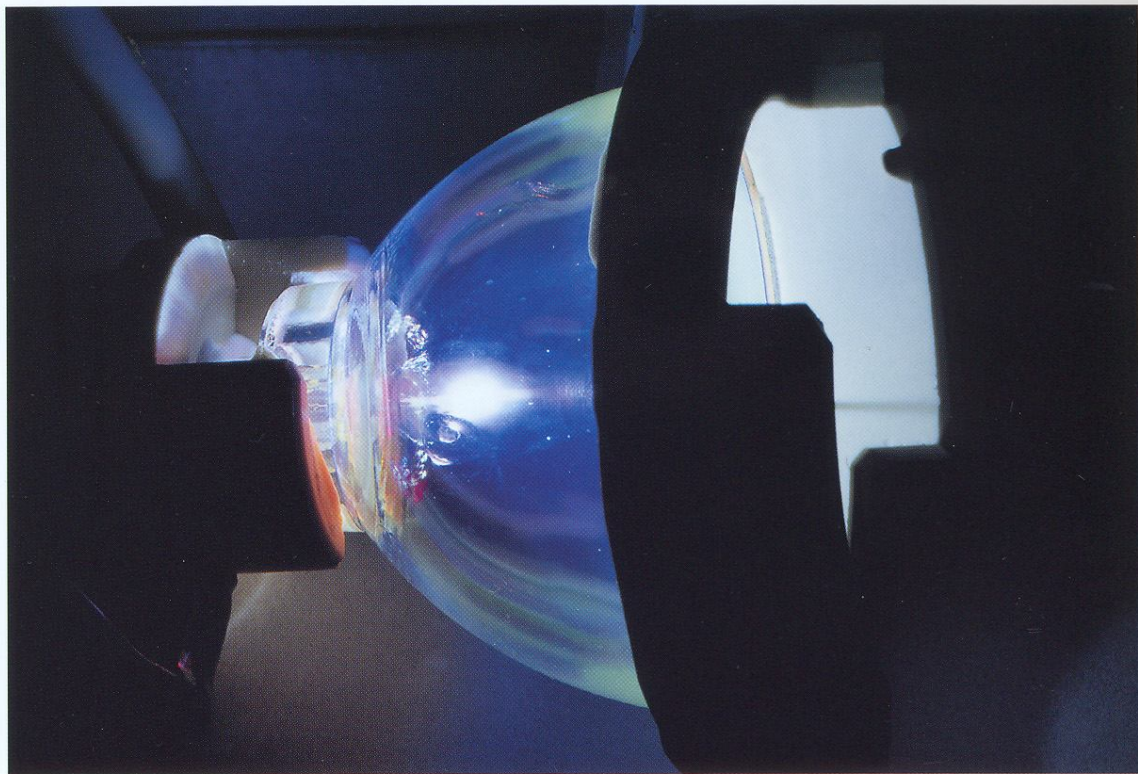
ЛАМПЫ НМІ С ОТРАЖАТЕЛЕМ PAR

Лампы с отражателем (параболическое зеркало со встроенной в него колбой) не являются чем-то новым. На рынке всегда есть несколько ламп такой конструкции, излучающих дневной свет. Например, лампа ARRI-SUN, луч света которой фокусируется присоединяемыми к лампе линзами. Линза Superspot служит для угла раскрытия светового луча 4,5°, линза Spot – для угла 9°, линза Narrow Flood – 10 x 19°, линза Flood – 20 x 40°, линза Fresnel frosted – 40°. Мощные ис-



196. Металлогалоидная лампа PAR-64 мощностью 1200 Вт

точники света и использование цветных светофильтров требуют, чтобы лампы изготавливались из стекла, более устойчивого к температурным воздействиям. С такими лампами наиболее целесообразно применять дихроичные стеклянные светофильтры (см. так же стр. 108).



198. Лампа НТИ с отражателем, мощность 400 Вт



199. Двухконцовая лампа НТИ с гайками для крепления в патроне, мощность 400 Вт

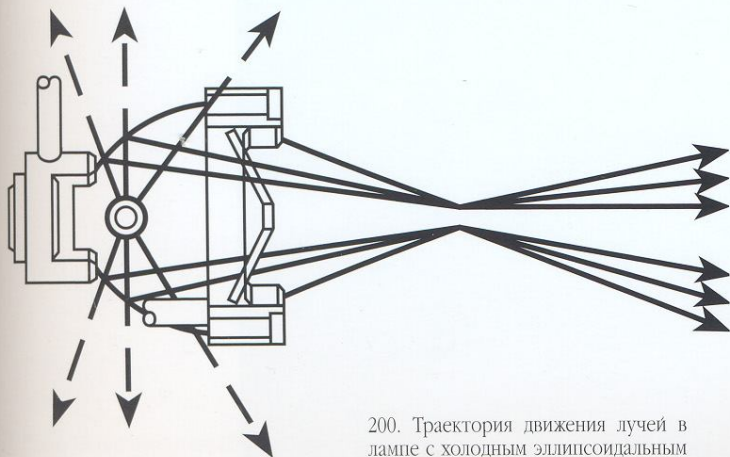
ЛАМПЫ НТИ

Существуют две основные версии этих газоразрядных ламп. Первая – без отражателя, вторая – с эллипсоидальным холодным отражателем. Лампы НТИ представляют собой чрезвычайно яркий источник света с большой световой эффективностью и очень короткой электрической дугой. Этот тип ламп отлично подходит для небольших компактных, управляемых с помощью компьютера, прожекторов

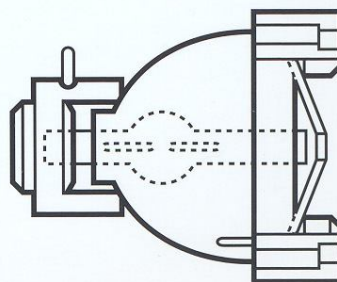
следящего света, обычно имеющих возможность быстро изменять цвет светового луча. Лампы НТИ используются так же в волоконно-оптических устройствах. Лампы НТИ постоянно совершенствуются, на рынке появляются все новые двухконцовые модели. В этих лампах хорошо решена проблема теплового баланса, и поэтому ими оснащаются осветительные приборы с вращающимися “головками” (типа “moving head”). Многим производителям поэтому пришлось разрабатывать собственные технологии производства ламп НТИ. Компания OSRAM назвала свою технологию “XS” (“eXtreme Seal”). До ее появления прочняющая молибденовая фольга в корпусе лампы выдерживала температуру 350 °С, а теперь она получила за-

щитное покрытие и выдерживает температуру 450 °С. Технология XS используется так же в производстве ламп со средней длиной дуги.

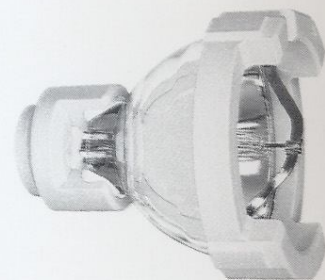
Мощность:	35-4000 Вт
Цоколь:	одноконцовые или двухконцовые лампы
Рабочее положение:	Любое
Немедленное повторное зажигание:	В зависимости от типа
Время запуска:	До 3 минут
Димминг:	Ограниченный
Срок службы:	250-300 часов
Спектральный состав излучения:	Дневной, белый
Цветовая температура:	5500-8000 К (в зависимости от типа)
Цветопередача:	Уровень 1, 1В (в зависимости от типа)



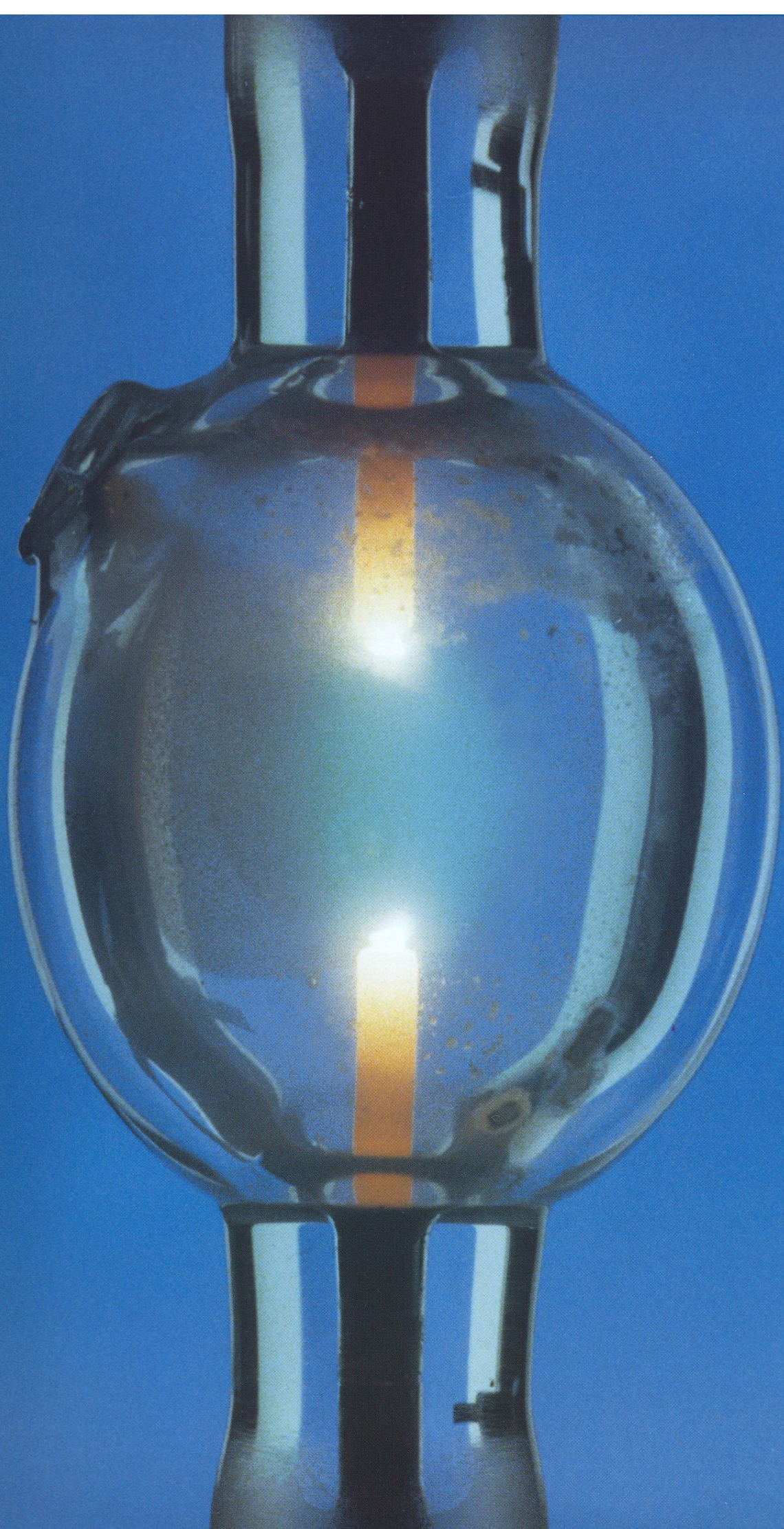
200. Траектория движения лучей в лампе с холодным эллипсоидальным отражателем



201. Положение источника света в лампе НТИ с отражателем



202. Лампа НТИ с отражателем, мощность 400 Вт



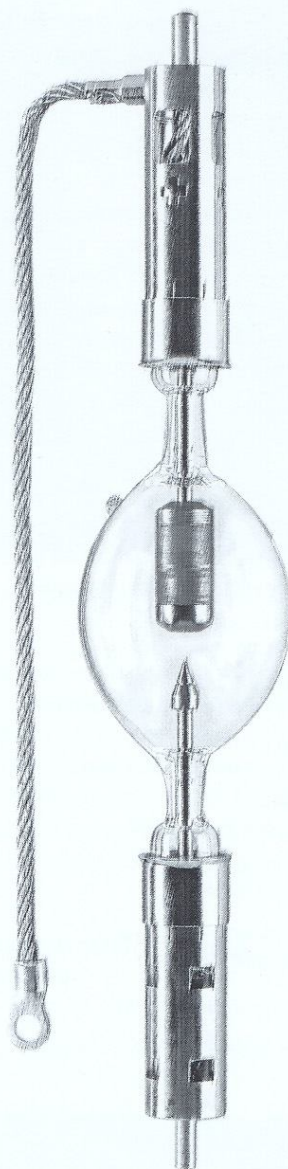
КСЕНОНОВЫЕ ЛАМПЫ

Стеклообразная колба ксеноновых ламп вокруг зоны разряда имеет форму эллипса или сферы. Изготавливается колба из чистого кварцевого стекла, не имеющего дефектов и выдерживающего значительные термические нагрузки. Газ-наполнитель (ксенон) находится в лампе под давлением, увеличивающимся в три раза, когда лампа включена. В зоне разряда друг напротив друга расположены два вольфрамовых электрода. Катод (отрицательный электрод) значительно меньше и тоньше анода (положительного электрода), который становится значительно горячее, чем анод, из-за особенностей физического процесса горения электрической дуги. Большая поверхность нужна аноду для рассеивания избыточного тепла излучением. Каждый электрод присоединяется к вольфрамовому стержню, который в свою очередь присоединяется к цоколю лампы. Концы лампы также изготовлены из кварцевого стекла и находятся внутри металлических трубок цоколей.

Постоянный ток для ксеноновых ламп берется от специальных выпрямителей. Эти устройства питания вырабатывают напряжение холостого хода, по крайней мере в три раза меньше рабочего напряжения лампы. Ксенон в холодной лампе в известной степени является электрическим изолятором, превращающимся в проводник в процессе поджига.

Для инициирования газового разряда в лампе на десятые доли секунды устанавливается высокочастотный высоковольтный разряд (20000-40000 В). Концы электродов находятся друг от друга на расстоянии от 2 до 9 мм (лампа с короткой дугой). Дуга в такой лампе образуется после поджига. Ее яркостью можно управлять в широком диапазоне, меняя силу тока. Эта процедура не изменяет спектра излучения и цветовой температуры ксеноновой лампы, что произошло бы с большинством других источников света. Ксеноновые лампы обладают великолепной цветопередачей и генерируют спектр излучения, близкий к дневному свету.

Световая эффективность ксеноновых ламп находится в диапазоне от 30 до 40 лм/Вт. Ксеноновые лампы не очень популярны среди театральных художников по свету, предпочитающих металлогалоидные лампы со световой эффективностью от 60 до 105 лм/Вт. Но ксеноновые лампы являются



204. Ксеноновая лампа

стандартными источниками света для кино- и видеопроекторов (eidophor-процесс).

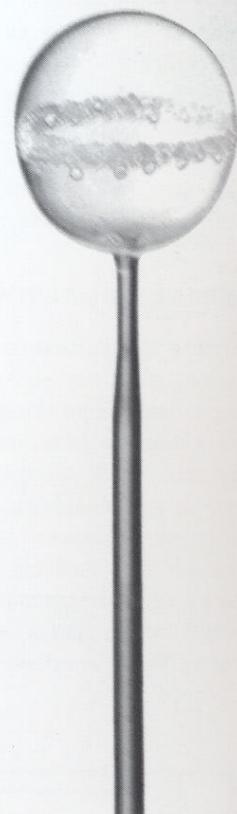
Мощность:	75-10000 Вт
Цоколь:	PSFa 25-10, PSFa 25-12, PSFa 27-10, PSFa 27-12, PSFaX 27-13, PSFaX 27-14, Sfa 30
Рабочее напряжение:	Вертикальное, горизонтальное
Немедленное повторное зажигание:	Да
Время запуска:	Нет (отсутствует процесс испарения)
Димминг:	Да
Срок службы:	До 2000 часов
Спектральный состав излучения:	Дневной, белый
Световая эффективность:	До 40 лм/Вт
Цветопередача:	Уровень 1

Использование на сцене

Ксеноновые лампы используются в прожекторах следящего света, профильных прожекторах, циклограмах заливающего света и в проекторах. Ксеноновые лампы очень неудобны в эксплуатации, потому что снабжение их постоянным током обходится недешево и световая эффективность их сравнительно невысока. Эти лампы повсюду заменяются на металлогалоидные. Компания Altmann Lichtoptik (Германия) недавно запустила в производство профильный прожектор с металлогалоидной лампой и патентованным механическим устройством для регулирования яркости.

СЕРНАЯ ЛАМПА SOLAR 1000

Эта лампа, наполненная смесью сернистого газа и аргона, излучает в спектре дневного света. По новой ламповой технологии газовая смесь-наполнитель начинает светиться при ионизации ее микроволновым излучением. Заключенная в камере из кварцевого стекла ярко светящаяся плазма является источником немерцающего дневного света, сопровождаемого удивительно небольшим количеством тепла. В рабочем режиме колба лампы вращается со скоростью



205. Серная лампа. Диаметр шара приблизительно 3 см. Лампа со стеклянной трубкой вращается с помощью электродвигателя

3400 об/мин. Серная лампа имеет фантастически большой срок службы – приблизительно 60000 часов. Срок службы магнетрона, испускающего ионизирующее микроволновое излучение, приблизительно 15000 часов.

Чаще всего серная лампа используется в комбинации с флюоресцирующей трубкой, устанавливаемой перед отражателем лампы и равномерно рассеивающей свет. Трубка изготавливается из пластика, имеет диаметр 25,4 см (10 дюймов) и длину до 20 м. Внутренние стенки трубки покрыты специальной фольгой, одновременно отражающей и пропускающей свет.

Мощность:	1425 Вт
Цоколь:	Отсутствует
Рабочее положение:	Горизонтальное, вертикальное
Немедленное повторное зажигание:	Да
Время запуска:	4 секунды после включения
Мощность 100%:	20 секунд после включения
Димминг:	Ограниченный, 20%
Срок службы:	До 60000 часов
Срок службы магнетрона:	До 15000 часов
Световая эффективность:	95 лм/Вт
Цветопередача:	Уровень 2

флюоресцентная трубчатая система могла бы быть очень эффективной для сцены, так как раньше не было возможности освещать сцену с помощью длинной прозрачной пластиковой трубы.

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ЛАМПЫ (НЕОНОВЫЙ СВЕТ)

Лампы этого типа могут иметь любую форму (стеклянная трубка-корпус может быть изогнута как угодно), иметь различную длину и быть различного цвета.

Стекло: Стекло:
Бесцветное (для цветного светового излучения)

Стекло: Стекло:
Бесцветное (для цветного светового излучения)

Стекло светофильтра:
Желтое, синее, красное, прозрачное

Светящиеся субстанции:
Более 40 различных цветов

Светящиеся субстанции

Собственно трубки и стеклянные светофильтры без светящихся субстанций предоставляют ограниченное количество оттенков светового излучения, главным образом, только синие и красные тона. Разряд в газонаполнителе имеет различную окрас-

вольфрама и других веществ. Разряд в неоновых трубках происходит в смеси газов, состоящей из паров ртути и инертного газа в качестве основы. Излучение паров ртути содержит устойчивую ультрафиолетовую составляющую, преобразовываемую в видимое излучение флюоресцирующим покрытием стенок трубки.

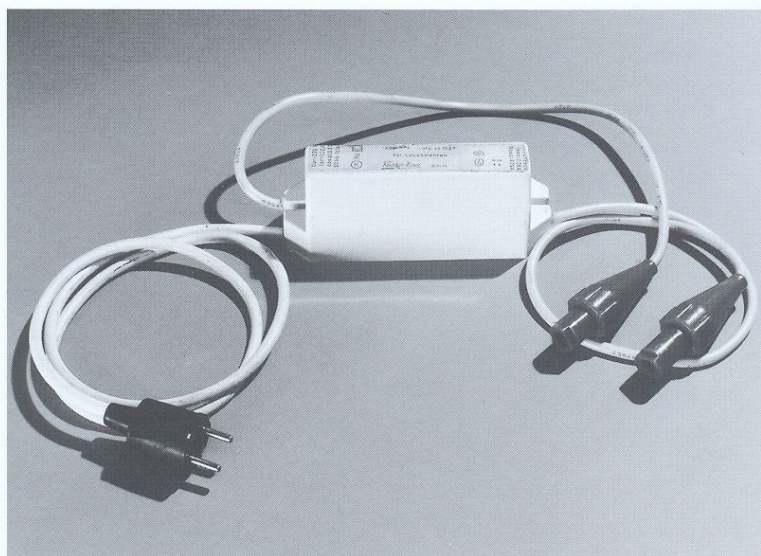
Неоновая трубка

Электропитание к газовому столбу подводится с помощью проволочных электродов, вплавленных в концы трубки. Электрические соединения выполнены медным проводом. Газ-наполнитель – неон или смесь аргона с ртутными парами. Лампа может располагаться в каком угодно положении, и ее длина зависит только от положения электродов (обычно не более 3 м). Срок службы лампы при экономном использовании превышает 10000 часов.

Электропитание

Чтобы зажигать неоновые трубки, напряжения сети недостаточно. Для этого применяются серийно изготавливаемые специальные устройства. Высокое напряжение в них создается трансформатором с большим реактивным сопротивлением. Такие трансформаторы могут вырабатывать напряжение до 10000 В и поддерживать ток в трубке от 15 до 200 мА. Возможно использование трансформаторов и меньшей мощности. В Европе мощные электротехнические изделия для безопасности должны размещаться внутри кожуха, что подробно оговаривается в соответствующих стандартах. Для уменьшения затрат рекомендуется работать с напряжением до 1000 В; для этого существуют трансформаторы, вырабатывающие напряжение 990 В и ток от 40 до 250 мА.

Для зажигания неоновой трубки длиной 1 м необходимо напряжение приблизительно 230 В. Но сюда следует внести поправку на цвет разряда – красный или синий, на форму трубки и ее диаметр. Приблизительно 150 В должно быть добавлено на возмещение потерь энергии в электродах и еще 50% для зажигания разряда в трубке.



206. Высоковольтный трансформатор для напряжения 990 В с высоковольтным разъемом

Использование на сцене

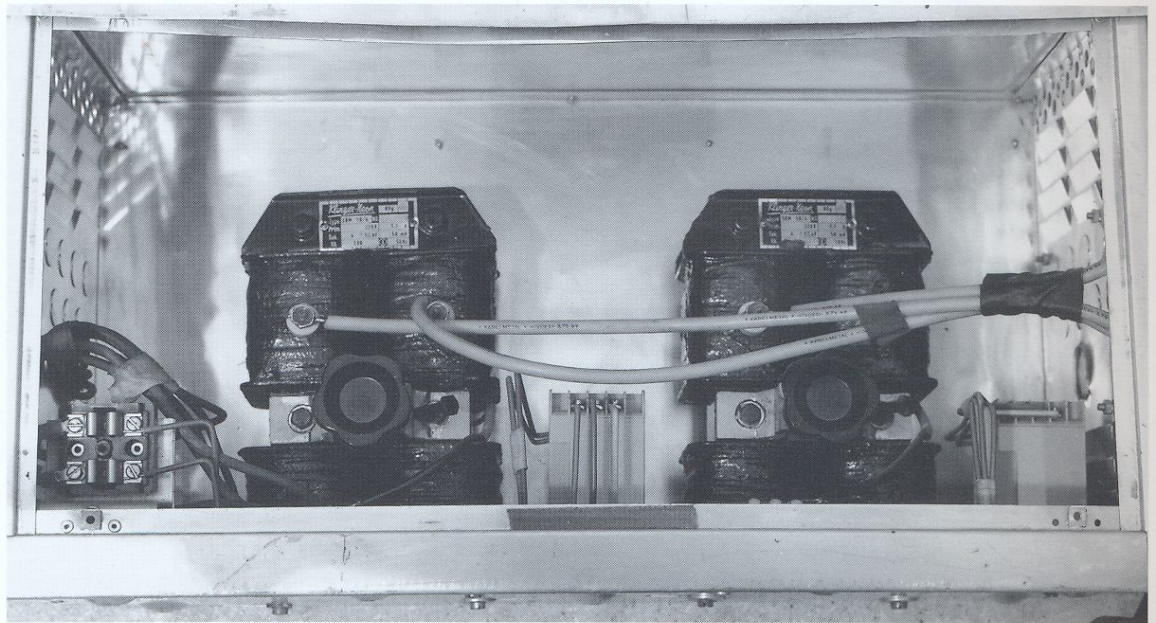
Идеальных источников света не существует. Это связано, главным образом, с неадекватностью работы ламп. Но лампа Solar 1000 – это такой источник света, который превосходно подходит для освещения зданий. А

ку в периферийных зонах стеклянной трубки. Конструкция высоковольтных газоразрядных трубок аналогична конструкции низковольтных, т.е. неоновые трубки так же покрываются изнутри флюоресцирующим слоем фосфатов, силикатов, соединений

Мощность: 23-40 Вт/м

Напряжение: Приблизительно 570 В на 1 м длины для трубки диаметром 20 мм

Цоколь: Болтовое соединение



207. Металлический шкаф с двумя высоковольтными трансформаторами мощностью 4000 Вт

Рабочее положение:	Любое
Немедленное повторное зажигание:	Да
Время запуска:	Отсутствует
Димминг:	Да
Срок службы:	До 10000 часов
Внешний диаметр трубки:	9-35 мм
Температура окружающей среды:	25 °С (оптимально)

Использование на сцене

Неоновыми трубками можно управлять с помощью светового пульта. Трубки не будут мерцать, если они не слишком длинные. Так же, как и низковольтные трубки, неоновые трубки чувствительны к механическим воздействиям, но могут оказаться востребованными из-за эстетичности светового излучения. Неоновый свет имеет небольшую мощность, его недостаточно для освещения поверхностей, но зато он идеален для их отчетливого разграничения. С этой точки зрения неоновые трубки заключают в себе большие возможности для дизайна, так как имеют различные формы и различные цвета. Неоновые трубки очень хороши для создания длинной тонкой линии света. Между двумя соседними лампами должен оставаться промежуток, равный диаметру трубки, в который должен быть помещен

слой высоковольтной изоляции. Вместе с неоновыми трубками должны применяться рекомендованные аксессуары: фиксирующие зажимы, высоковольтные кабели, и т.п. Трансформаторы к неоновым трубкам недорогие, но служат много лет.

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ЛАМПЫ

У ультрафиолетовых ламп всего одно ценное качество: они испускают только ультрафиолетовые лучи. Мы знаем, что это излучение находится за пределами видимого диапазона. Черная стеклянная колба ультрафиолетовой лампы поглощает весь видимый свет.

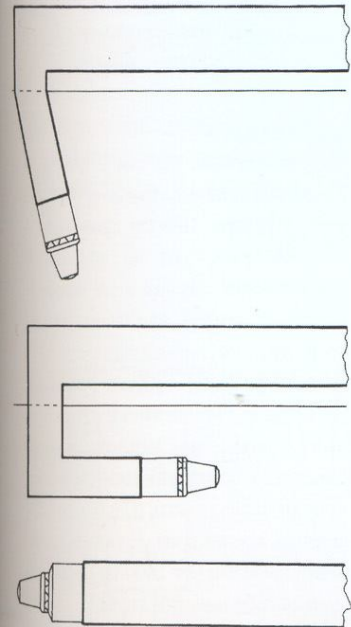
Мощность:	4-125 Вт
Цоколь:	G 5, G 13, E 27, E 40
Рабочее положение:	Любое
Немедленное повторное зажигание:	Да (как у люминесцентных ламп); Нет (как у ламп с парами ртути под высоким давлением)
Время запуска:	Отсутствует (как у люминесцентных ламп); 3 мин (как у газоразрядных)
Димминг:	Отсутствует
Срок службы:	До 1000 часов
Цветопередача:	Отсутствует

Использование на сцене

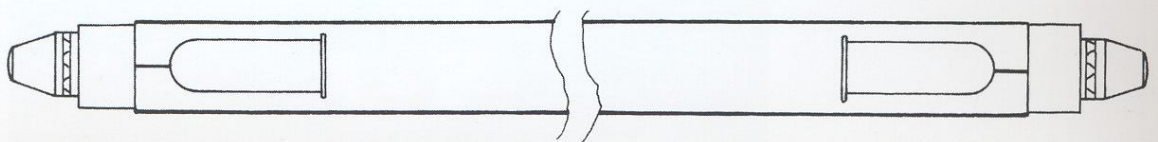
Для ультрафиолетовых ламп нужна абсолютно темная сцена, так как ультрафиолетовое излучение эффективно проявляется только в темноте. УФ-излучение применяется для создания эффекта последствия: оно делает видимыми в темноте не только искусственные материалы белого цвета, например, нейлон, но и материалы естественного происхождения – например, человеческие зубы и ногти. Существуют два разных физических явления, которые не следует путать между собой, – фосфоресценция и флюоресценция. В первом случае освещаемое вещество обладает краткосрочной памятью на излучение, во втором оно светится так долго, как долго работает УФ-лампа.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЛАМПЫ

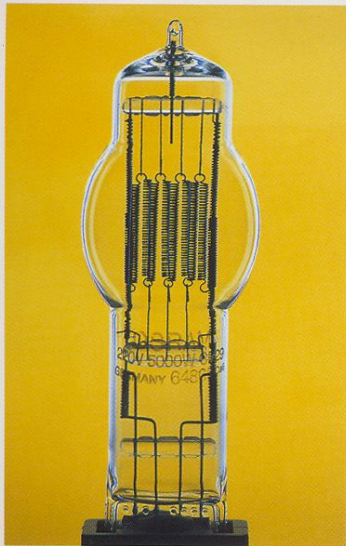
Спектральными называются газоразрядные лампы, излучение которых имеет линейчатые спектры наполняющих их инертных газов и паров металла. Колбы спектральных ламп изготавливаются из прочного стекла. Эти лампы используются в оптике, медицине и т.д. Анализ спектрального излучения газов и металлов – очень важная процедура для многих областей человеческой деятельности.



208. Люминесцентная неоновая лампа с концевыми элементами (с электродами) различной формы



209. Неоновый свет



210. Вольфрам-галогеновая лампа мощностью 5000 Вт с бипланарной нитью накала

Использование на сцене

Спектральные лампы недостаточно мощны для использования в театре. В лучшем случае их можно задействовать в представлениях с мистическими сюжетами.

Важнейшие спектральные линии:

Тулий	фиолетовый	380 нм
Ртуть	фиолетовый	404,7 нм
Водород	фиолетовый	435,0 нм
Ртуть	фиолетовый	435,8 нм
Водород	сине-зеленый	486,1 нм
Ртуть	зеленый	546,1 нм
Ртуть	желтый	577-579 нм
Гелий	желтый	587 нм
Натрий	желтый	589 нм
Водород	красный	656 нм
Гелий	красный	706 нм

ЛАМПЫ, ЛАМПЫ И СНОВА ЛАМПЫ

Технология излучения света с помощью электрического разряда в газовой среде заняла прочную позицию во многих отраслях индустрии развлечений. Но существуют газоразрядные лампы, представляющие интерес только для театральных художников по свету.

Если художник по свету пользуется газоразрядными лампами, то он должен знать их характеристики, в том числе и спектр их излучения. Кроме того, он должен разбираться в техно-

логиях изготовления различных ламп и понимать, почему понравившийся ему спектр дневного излучения нельзя получить другими средствами.

Приведенную ниже информацию можно считать справочной по характеристикам различных источников света:

Твердотельные (solid-state) лампы:

3200 К, 28 лм/Вт
Реальная световая эффективность: приблизительно 4 лм/Вт

Металлогалоидные лампы:

6000 К, 100 лм/Вт
Реальная световая эффективность: приблизительно 11 лм/Вт

Лампы HMI с отражателем PAR:

6000 К, 91 лм/Вт
Реальная световая эффективность: приблизительно 45 лм/Вт

Коррекция цветовой температуры: преобразование 3200 К в 5600 К снижает выход света в 2 раза. Если световая эффективность при 3200 К была равна 4 лм/Вт, то при 5600 К она примет значение 2 лм/Вт.

ЛАМПОВЫЕ ЦОКОЛИ И ПАТРОНЫ

Всем твердотельным и газоразрядным лампам (кроме серной) нужна электроэнергия. Патроны для ламп –

это устройства, назначение которых заключается в передаче энергии к лампе с наименьшими потерями. Патрон так же удерживает лампу в нужном положении. Как правило, ламповые патроны делаются из металла или керамики, а корпус лампы – из стекла. Различные типы стекол имеют различные механические характеристики. Различают стекла мягкие, твердые и кварцевое. При нагревании все типы стекол и другие материалы расширяются по-разному. Например, кварцевое стекло имеет очень низкий коэффициент теплового расширения, твердое стекло – более высокий, металл – еще выше.

Тепловое расширение вызывает серьезные проблемы на границе между стеклянной колбой лампы и ее цоколем.

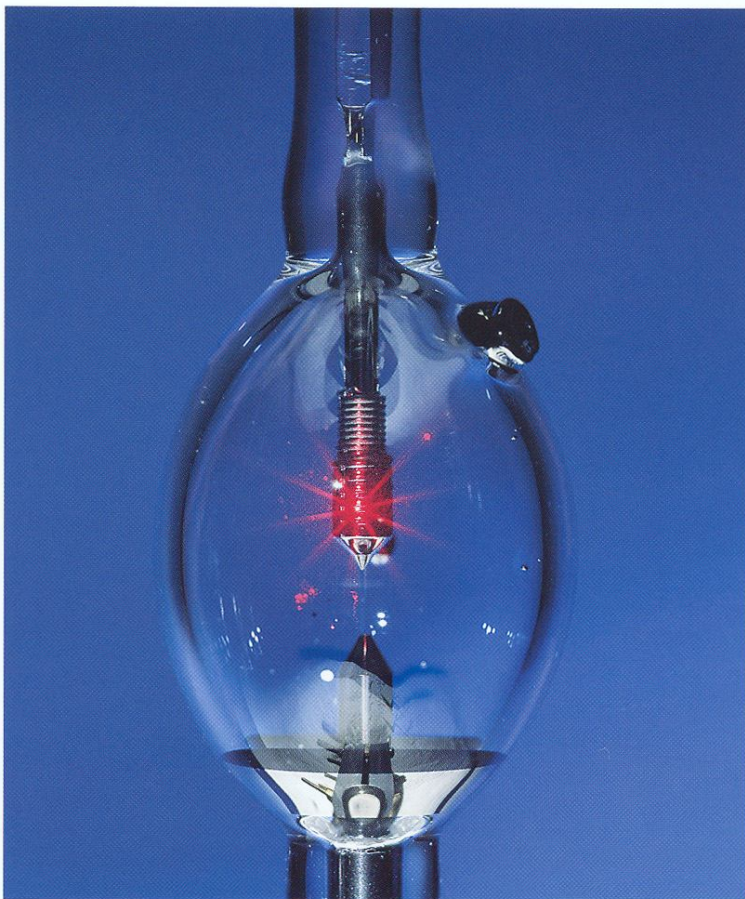
Лампа устанавливается в нужной позиции в патроне с помощью цоколя. Обычно лампы имеют один цоколь. Трубчатые лампы имеют два одинаковых цоколя, по одному на каждом конце. Хороший электрический контакт, особенно контакт по большой площади поверхности между цоколем и патроном, – совершенно необходимое условие для бесперебойной работы лампы. Хороший контакт помогает отводить тепло, и это так же оказывает положительное влияние на работу лампы.

Вольфрамовая нить накала или электроды в стеклянной колбе электрически соединяются с цоколем. Обычно механическое соединение стекла колбы и керамики цоколя цементируется – после того, как из колбы будет откачан воздух, а освободившийся объем заполнен инертным газом, галогенами или другими наполнителями.

Типы цоколей

- **Одноконцовый.** Лампы с цоколем на одном конце широко используются в театре. Цоколи такого типа отлично работают на маленьких специальных лампах и на высоковольтных лампах, наполненных парами металла.
- **Двухконцовый.** Двухконцовые трубчатые лампы имеют одинаковые цоколи на каждом конце. Обычно с галогеновыми лампами используется цоколь R7 s (с единственным контактом). С более мощными лампами (от 2000 Вт) используются кабельные зажимы.
- **Стеклянный.** Простейший по конструкции. Монтаж и электрический

211. Ксеноновая лампа



212. Илл. на стр. 95: Различные виды ламповых цоколей

Винтовой цоколь

Цоколи этого типа чаще всего используются с лампами общего назначения. Гораздо реже – в лампах для сценического освещения: только в тех случаях, когда нить накала не требует точного расположения относительно отражателя или системы линз (например, низковольтные лампы).



E 27



E 40

Байонетный цоколь

Штифты в цоколе дают возможность устанавливать лампу в заранее определенном положении. Через соответствующие отверстия в корпусе цоколя проверяют, насколько прочно установлена лампа. Цоколи типов В и ВА используются только с низковольтными лампами.



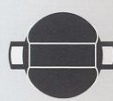
BA 20 d



BA 21s-4



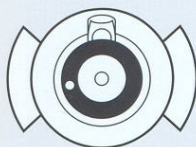
BA 24 s-3



QXL

Цоколь с предварительной фокусировкой

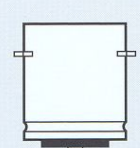
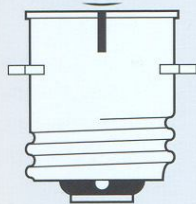
Широкий фланец цоколя-базы гарантированно лучше устанавливается в патроне, чем, например, байонетный цоколь. Фланец цоколя имеет специальную форму, гарантированно защищающую лампу от неправильной установки.



P 40 s



P 28 s

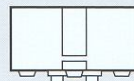


Штырьковый цоколь

Этот тип цоколя наиболее распространен в театре. Такой цоколь обеспечивает надежный электрический контакт и гарантирует точность установки лампы в патрон. Неточно установить лампу невозможно из-за наличия в цоколе штырьков разного диаметра. Штырьковыми цоколями оснащены низковольтные лампы мощностью до 10000 Вт, твердотельные лампы и лампы НМЛ мощностью до 4000 Вт.



GZX 9.5



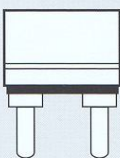
GX 9.5



GY 9.5



GX 16 d



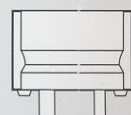
G 38 / G 51



G 22



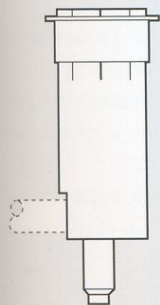
GY 22



GY 16

Запирающийся цоколь

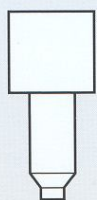
Цоколи этого типа обеспечивают надежный электрический контакт с патроном при создании механического давления с помощью специального зажима или гайки. Одновременно такое соединение обеспечивает механическую прочность монтажа. Такие цоколи используются в небольших лампах и газоразрядных лампах мощностью до 4000 Вт.



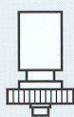
SFaX 27-10



R7 s
RX7 s



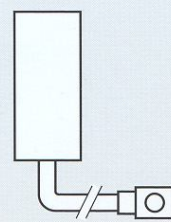
SFa 21-12



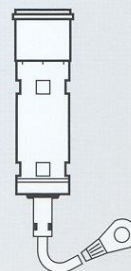
SFc 10-4
M4 thread

Кабельные зажимы

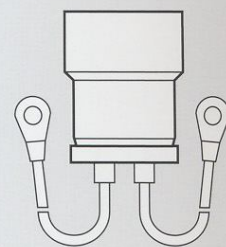
Кабельными зажимами оснащаются одно- и двухконцовые высоковольтные лампы в случае, когда лампа и блок питания являются отдельными функциональными единицами. Кабельные зажимы гарантируют превосходный электрический контакт.



S 30 x 70



K 24 s



K 39 d

контакт осуществляются непосредственно за молибденовые штифты. Обычно штифты имеют диаметр 0,7-1,0 мм. Такой тип цоколей используется только при низких напряжениях и мощностях.

- **Керамический.** Молибденовые контактные штифты, выходящие из колбы, зацементированы в керамической нише, где они присоединяются к контактным штифтам цоколя. Керамический цоколь значительно упрощает установку лампы в патрон.

- **Металлический.** Наиболее разнообразен по конструкции. Устанавливается на лампах основного назначения, на автомобильных лампах, на высоковольтных светильниках, и т.д.

- Винтовой цоколь имеет один контакт через резьбовую металлическую втулку, второй – центральный;

- Низковольтные лампы с цоколем в виде металлического рукава имеют

один электрический контакт через металлический рукав, второй – центральный; или два изолированных электрических контакта в базе;

- К высоковольтным лампам напряжение питания подводится через два изолированных контакта или непосредственно через металл цоколей (в двухконцевой лампе).

Категории цоколей для твердотельных ламп

Эта система символов упрощает классификацию ламповых цоколей.

- **КОМПОНЕНТ А.** Служит для идентификации типа цоколя. Состоит из одной или более прописных букв.

Основные обозначения:

- G (Glass-cap) – база с двумя или более контактами (штырьками). Цоколи типа G называются так же штырьковыми (pin-cap). Например, цоколь G 4 встречается у низковольтных ламп, цоколь G 22 – у высоковольтных;

- P (Prefocus cap) – цоколь с предварительной фокусировкой или регулируемый цоколь для систем с жесткими допусками;

- K (Cable cap) – цоколь с присоединенным кабелем (кабельный зажим);

- R (Recessed) – цоколь с “утопленным” контактом;

- B (Bayonet cap) – байонетный цоколь.

Если для описания конструкции цоколя одной буквы недостаточно, то могут использоваться несколько с приоритетом важности характеристик. Например, цоколь типа PK – это цоколь с предварительной фокусировкой и присоединенным кабелем. Если недостаточно одной буквы для описания типа цоколя, то дополнительно могут использоваться буквы X, Y, Z, U или их комбинации. Например, G 6,35 – GX 6,35; GX 9,5.

- **КОМПОНЕНТ В.** Служит для идентификации характерного размера в мм.

- Для цоколя типа G: расстояние между штырьками.

- Для цоколя типа P: размер муфты.

- Для цоколя типа K: диаметр крепежной шайбы.

- Для цоколя типа R: диаметр керамического кольца (не для “утопленных” контактов), например, R 7 s.

- Для цоколя типа B: диаметр втулки цоколя.

- **КОМПОНЕНТ С.** Служит для идентификации числа контактов. Состоит из одной строчной буквы.

Основные обозначения:

- s – один контакт (single);

- d – два контакта (double);

- t – три контакта (three);

- q – четыре контакта (quadruple);

- p – пять контактов (penta).

- **КОМПОНЕНТ D.** Служит для идентификации дополнительных характеристик. Ставится через дефис после основного обозначения. Иногда дополнительные характеристики указываются только для того, чтобы избежать недоразумений.

- **КОМПОНЕНТЫ E, F.** Служат для идентификации дополнительных характеристик. Например, через слэш (косую черту) после компонента D могут быть дополнительно указаны размеры один за другим через знак умножения (например, высота и диаметр муфты).

Категории газоразрядных ламп

Первые три буквы служат для идентификации типа лампы: NMI, NMP, HTI, HSR, HSD.

- D – с большим сроком службы;

- H – ртуть;

- I – галогидный компонент (иодид, бромид);

- M – редкоземельный металл (диспрозий, гольмий, тулий);

- P – проектор;

- R – редкоземельный металл (см. M);

- S – простая установка;

- T – дневной свет.

Буквы после указания мощности служат для идентификации конструктивных особенностей.

- C – кабель с разъемом;

- D – двойной (обычно для ламп со штырьковыми цоколями);

- DE – двухконцевая лампа (double-ended);

- GS – лампа с короткой дугой (gap short);

- P – проектор;

- PAR – лампа с параболическим отражателем (готовое изделие);

- S – короткая (укороченная версия стандартной лампы, с другим расположением нити накала);

- SE – одноконцевая лампа (single-ended).



213. Вольфрамово-галогеновая лампа мощностью 5000 Вт с бипланарной нитью накала