

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ
БИБЛИОТЕКА



М.А.СИДОРОВ

От лучины
до
электричества



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА
ВЫПУСК 56

М. А. СИДОРОВ

ОТ ЛУЧИНЫ
ДО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
проф. Н. А. КАПЦОВА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1953

16-2-1

Редактор *В. Л. Мезенцев.*

Техн. редактор *С. Н.*

Асламов.

Корректор *Ц, С. Варшавская.*

Подписано к печати 21/V 1953 г. Бумага 84x108/₃₂, 1,13 бум. л. 3,69 печ. л.
3,58 уч.-изд. л. 38 830 тип. зн. в печ. л. Т-00044. Тираж 200 000 экз.
Цена книги 1 руб. 5 коп. Заказ № 260.

Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова Союзполиграфпрома
Главиздата Министерства культуры СССР. Москва, Валовая, 28.



ВВЕДЕНИЕ

Трудно представить себе нашу жизнь без искусственного освещения. По всей необъятной нашей стране, в каждом городе, в каждом колхозе по вечерам загораются миллионы ярких огней. Многообразная, творческая жизнь советских людей не прекращается с наступлением темноты.

С тех пор как первобытный человек научился добывать огонь, светильники прошли большой и сложный путь усовершенствования — от смолистой ветки дерева и лучины до современной электрической лампы накаливания и лампы «дневного света».

Различные источники света, как и вся техника, возникли и совершенствовались с развитием материального производства, с развитием производительных сил.

Уже производство первобытно-общинного строя требовало во многих случаях искусственного освещения. На этой стадии своего развития человек пользовался крайне несовершенными источниками искусственного света — лучиной, факелом.

Позднее, в рабовладельческом обществе, а затем в феодальном, с развитием ремесла появляются уже более усовершенствованные источники искусственного света — масляные светильники, свечи, масляные лампы.

В XVIII и XIX веках с ростом городов и больших промышленных предприятий изобретаются новые источники света, более удобные и экономичные; появляется газовое освещение; русские электротехники создают замечательный источник искусственного освещения — «электрические свечи» и электрические лампы накаливания.

Но жизнь общества идёт вперёд, и вместе с изменением материальных условий изменяются, совершенствуются и лампы электрического света.

В последние годы у электрических ламп накаливания появился новый «конкурент» — лампа «дневного света».

Что же представляют собой различные источники света? Как они развивались, совершенствовались?

С этим и знакомит читателя наша небольшая книга.

I. СВЕТ ОТ ПЛАМЕНИ

ЗАГАДКА ОГНЯ

В топке паровоза ярко пылает уголь. В печи горят дрова. На столе горит свеча. Во всех этих случаях мы видим пламя, огонь, дающий свет.

Почему же горят уголь, дрова, свеча, а, скажем, вода не горит?

Чтобы ответить на этот вопрос, надо вспомнить, что такое горение, при каких условиях оно возможно.

В холодный зимний день в комнате топится печь. Чтобы дрова хорошо горели, дверцу печи держат немного открытой. Если её прикрыть плотно, дрова погаснут.

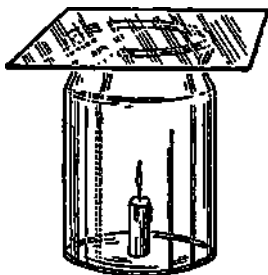


Рис. 1. Горящая свеча, помещённая в закрытую банку, довольно скоро гаснет.

Из этого можно заключить, что для горения необходим приток воздуха. Плотная закрытая дверца печи воздух к дровам не пропускает.

Попробуйте сделать такой простой опыт. Укрепите на дне стеклянной банки горящую свечу (рис. 1) и плотно закройте банку куском стекла, чтобы наружный воздух не мог проникать под него (для этого лучше всего края банки и стекло смазать салом или вазелином).

Закрытая таким образом свеча довольно скоро погаснет. Сначала она будет гореть обычным, светлым пламенем, но затем пламя потускнеет и погаснет.

Если теперь открыть крышку и поставить в банку другую зажжённую свечу, она тут же погаснет!

В чём здесь дело?

Невольно напрашивается ответ: выходит, что для горения нужен только свежий воздух. В банке же, после того как в ней некоторое время горела свеча, воздух «испортился», стал негодным для горения.

В правильности этого вывода можно убедиться и другим путём. Все вы замечали, например, что когда в закрытой комнате долгое время находится много людей, то керосиновая лампа или свеча горят очень тускло. Для горения нехватает свежего воздуха, а в комнате воздух «испортился».

Но что это значит: воздух «испортился»?

Вспомните, что воздух — это смесь многих газов; в него входят азот, кислород, углекислота (соединение углерода и кислорода), пары воды и так называемые инертные газы — гелий, аргон, неон, криптон и ксенон.

Больше всего в воздухе азота, более 78 процентов всего объёма. Затем идёт кислород — он занимает примерно пятую часть. Инертные газы все вместе занимают меньше одной сотой объёма воздуха. А содержание водяных паров и углекислоты в атмосфере в разных местах и в разное время бывает различным.

Так вот, когда учёные впервые стали выяснять причину горения (а это было в XVIII веке), то было замечено, что горящее тело, например свеча, отнимает от воздуха одну пятую его часть. Как только эта часть израсходуется, свеча погаснет.

Пятую же часть воздуха составляет, как уже сказано, кислород. Значит, он и является тем веществом, которое необходимо для горения.

И действительно известно, что в чистом кислороде тела горят очень ярко и быстро сгорают. Можно, например, наполнить кислородом банку и опустить в неё тлеющую лучинку, лучинка вспыхивает ярким пламенем. В кислороде горят даже металлы. Если раскалить докрасна железную проволочку и поместить её в банку с кислородом, то она будет гореть, разбрасывая яркие искры (рис. 2).

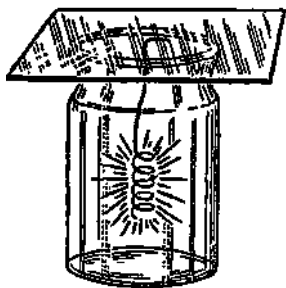


Рис. 2. Раскалённая железная проволочка горит в кислороде ярким пламенем.

Таким образом воздух необходим для горения лишь постольку, поскольку в нём содержится кислород. Исчезает из воздуха кислород — и оставшиеся газы уже не годятся для горения. Так именно и бывает в комнате, где много людей: в воздухе убывает содержание кислорода и увеличивается количество углекислоты.

Сгорая в закрытой банке, свеча отнимает от воздуха весь кислород и после этого гаснет.

Когда мы плотно закрываем дверцу печки, горящие дрова также отнимают от воздуха, находящегося в печке, кислород и, если приток свежего, богатого кислородом воздуха прекращён, гаснут.

Посмотрим теперь, что происходит с кислородом при горении.

Когда идёт горение, кислород соединяется с горящим веществом. При этом происходит так называемая реакция окисления.

Кислород обладает очень большой химической активностью, он способен соединяться почти со всеми химическими элементами. Поэтому процессы окисления широко распространены в природе.

Возьмём ржавление железных предметов — это медленное соединение железа с кислородом воздуха и водой.

Такое же медленное окисление — тление животных и растительных веществ, например тление дерева. При этом вещество окисляется и распадается с образованием углекислоты и воды.

Бывают случаи, когда в старых, заброшенных и засорённых колодцах или в больших пещерах, где нет притока свежего воздуха, скопляются от тления большие количества углекислого газа. В Италии известна пещера, которая носит название «Собачья». В ней очень много костей погибших животных — собак, кроликов, мышей. Попадая сюда, животные очень скоро гибнут. Люди же ходят в пещере свободно. В прошлом о Собачьей пещере была создана легенда. В пещере живёт злой «дух» — рассказывали суеверные люди. Его тяжёлое ядовитое дыхание растилается по дну пещеры; от него и гибнут все попадающие сюда звери. Когда пещеру обследовали учёные, они легко раскрыли её загадку. Оказалось, что на дне пещеры скопились большие количества тяжёлой углекислоты; попадая в неё, мелкие животные задыхаются от недостатка кислорода и гибнут.

Сложные окислительные процессы протекают и в человеческом организме. Поэтому нам и необходим для дыхания кислород, а не какой-либо другой газ. В живом организме, как в печке, окисляется, «сгорает» пища с образованием целого ряда новых веществ, в том числе и углекислоты, которая выделяется из организма при дыхании.

При окислении почти всегда выделяется тепло. Вот почему наше тело имеет повышенную по сравнению с окружающей средой температуру (36—37 градусов).

Выделяется теплота и при ржавлении и при тлении. Не замечаем мы этого только потому, что окисление здесь идёт очень медленно и выделяющееся тепло отдаётся обычно окружающему воздуху. Правда, бывают случаи, когда тепло, образующееся при медленном окислении, задерживается. Тогда мы наблюдаем повышение температуры и даже самовоспламенение. Так самовоспламеняются, например, уголь или старое, слежавшееся сено, когда оно начинает тлеть и тепло задерживается внутри стога. По этой же причине нагревается навоз.

Но особенно много тепла выделяется при горении, т. е. при окислении горючих веществ. При этом вещества, образующиеся от горения, раскаляются и начинают светиться. Появляется пламя.

Таким образом горение — это быстрое окисление с выделением больших количеств теплоты и образованием света.

Какие же вещества входят в состав горючих тел? Окисление каких веществ происходит при горении?

Химический анализ различных горючих тел — угля, дерева, сала, масла, стеарина, керосина — показывает, что они состоят главным образом из двух химических элементов — из углерода и водорода. При взаимодействии этих элементов с кислородом воздуха и образуются углекислый газ и пары воды, а также выделяется много тепла.

Если горение происходит в условиях, когда притока свежего воздуха нет, то воздух «портится»: в нём становится всё меньше и меньше кислорода, который идёт на окисление топлива, а взамен него в воздух выделяются пары воды и углекислота.

Есть простой опыт, при помощи которого можно убедиться в том, что при горении образуются именно эти вещества.

Ламповое стекло укрепляется на подставке, как показано на рис. 3, и подвешивается на чашке весов. Под стеклом ставят свечу. Узкую часть стекла перегораживают сеткой, на которую кладут слой негашёной извести и слой щёлочи — едкого натра. Эти два вещества хорошо поглощают пары воды и углекислый газ, образующиеся при горении.

Затем на вторую чашку кладут гири, чтобы уравновесить её с первой, и зажигают свечу.

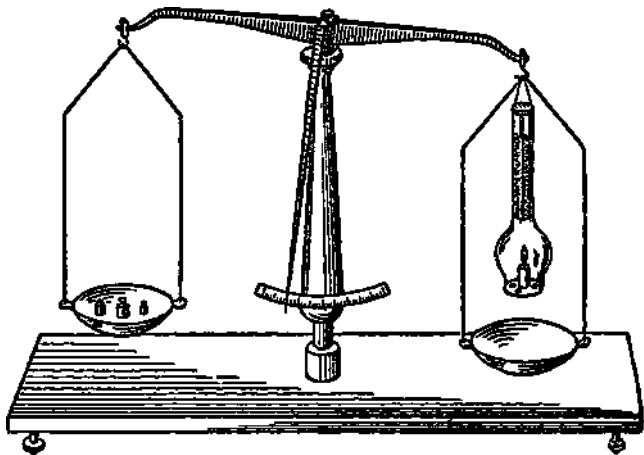


Рис. 3. Опыт, показывающий, что при горении свечи образуются вещества, более тяжёлые, чем сама свеча.

По мере того как свеча будет сгорать, чашка весов, на которой стоит ламповое стекло со свечой, будет постепенно опускаться вниз.

Объяснение этого неожиданного на первый взгляд явления крайне простое. При горении свеча берёт кислород из окружающего воздуха. Он соединяется с углеродом и водородом, входящими в состав стеариновой свечи. Поэтому образующиеся при этом углекислота и пары воды весят уже больше, чем весили сгоревшие вещества. В обычных условиях продукты горения свечи улетают в воздух и чашка весов со свечой по мере сгорания становится всё легче. Но в нашем опыте они задерживаются негашёной известью и едким натром. Поэтому вес свечи и продуктов её горения не меньше, а больше веса первоначально взятой свечи.

Из того, что мы рассказали о горении, становится ясным, почему не горит вода, а горят уголь и другие горючие вещества. Вода, как и углекислота,— это уже продукты горения. Это сгоревшие водород и углерод. А уголь — это, в основном, углерод, который ещё не окислился, не сгорел.

ПЕРВЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ

Много веков назад, в древней Греции, был создан миф о титане *) Прометее, который похитил у богов небесный огонь и принёс его на землю.

Было время,— говорится в этом сказании,— когда огнём владели только боги. Люди знали лишь один источник тепла и света — Солнце. Титан Прометей похитил уголёк от небесного огня и принёс его на землю в сухом тростнике.

Несказанно изменилась жизнь людей с появлением огня. Они стали сильными и разумными.

У многих народов существуют подобные легенды. Так, в Новой Зеландии — у туземцев племени маори — известна легенда о человеке, который похитил огонь у небесной старухи, а затем научил людей, как получать его трением.

В сказаниях эскимосского народа повествуется о вороне Кутхе, также похищающем небесный огонь.

Все эти мифы говорят о том, что люди овладели огнём, похитив его у природы.

Вероятнее всего это был огонь от удара молнии в какое-либо сухое растение — дерево или тростник. Получив такой «небесный огонь», человек, как мог, оберегал его, всё время поддерживал неугасимый костёр.

Люди долгое время не умели добывать огонь сами. Прошло много веков, прежде чем человек овладел этим искусством.

Открытия рождались в труде.

Обрабатывая дерево, люди заметили, что если два куска дерева тереть друг о друга, то они нагреваются. Так возникли способы получения огня трением (рис. 4).

Позднее был открыт и другой простейший способ добывания огня — при помощи огнива. Обрабатывая

*) Титан — гигант, исполин.

камни, человек обратил внимание на то, что при сильных ударах одного твёрдого камня о другой сыплются искры.

Первые спички были изобретены всего лишь около 140 лет назад.

Открытие способов добывания огня имело очень важное значение для развития человеческого общества.

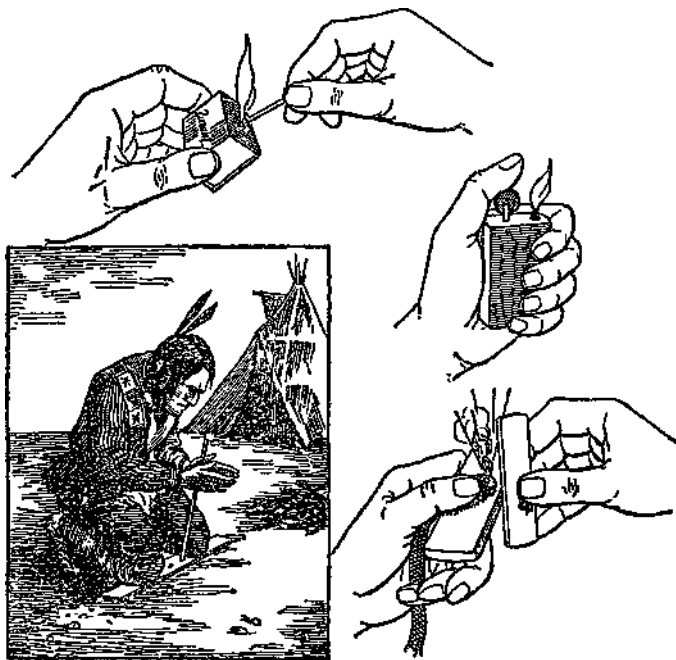


Рис. 4. Различные способы получения огня при помощи трения.

Именно поэтому впоследствии, когда возникла религия, люди обожествляли огонь, создавали о нём вымыслы, подобные мифу о Прометее.

«Долго спустя после того, как людям стали известны другие способы получения огня,— пишет Ф. Энгельс,— всякий священный огонь должен был у большинства народов добываться путём трения. Ещё и поныне в большинстве европейских стран существует народное поверье о том, что чудотворный огонь... может быть зажжён лишь при помощи трения. Таким образом, ещё и в наше время благодарная память о первой большой победе человека

над природой продолжает полубессознательно жить в народном суеверии...» *).

Научившись добывать огонь, человек создал и первый источник света. Это была головня или горящая ветка.

Такой светильник не только освещал в тёмные ночи пещерные жилища первобытных людей, но и служил хорошим средством для отпугивания ночных хищников.



Рис. 5. В средние века улицы городов освещались факелами.

Скоро опыт показал, что значительно лучше горят тонкие и смолистые ветки. Появился факел. Сперва это была просто смолистая ветка. Но затем один конец ветки стали специально обмазывать смолой. Появились и более усовершенствованные факелы. Свитый из сухой травы стержень пропитывался животным или растительным маслом и укреплялся на палке. Ещё позднее в верхней части деревянной палки — рукоятки факела — стали делать углубления для смолы. Такие факелы горели уже значительно дольше. Они широко применялись ещё в средние

*) Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, 1950, стр. 81.

века. Факелами освещались улицы городов, замки феодалов (рис. 5).

Древний светильник — светец. Как только человек научился изготовлять орудия для колки дерева, вместо



Рис. 6. Древний светильник-светец.

веток стали применять для освещения сухие тонкие щепки — лучины, они лучше горели, давали более яркий и ровный свет. Чтобы не держать лучину в руках, её стали укреплять в особой подставке, соединённой с небольшим деревянным корытцем, наполненным водой (рис. 6); в него

падали угли от горящей лучины. Это и был светец. Он просуществовал много веков. Ещё совсем недавно — в конце прошлого и начале XX века — светец был главным источником света в русских деревнях.

От факела берут начало многие другие, более удобные и совершенные источники света — фитильные светильники — «коптилки», масляные лампы, свечи.

МАСЛЯНЫЕ ЛАМПЫ И СВЕЧИ

Когда в факеле горела смола, налитая в углубление деревянной рукоятки, то при этом обгорала и сама рукоятка, факел скоро портился. Поэтому со временем смолу стали помещать в раковины или глиняные плоски. Кроме смолы жгли жиры различных животных и растительное масло. При этом в смолу или масло опускали фитиль — кусок моха, пучок растительных волокон, а позднее — полосу материи или кусок верёвки. Так появился фитильный светильник.

На первых порах он был очень несовершенен. Верхний конец фитиля, тот, который поджигался, лежал просто на краю плоски. Светильник очень сильно коптил, давал слабый свет, часто погасал.

Позднее глиняная плоска приняла форму закрытого чайника. Фитиль пропускался через носик такого чайника. Это была первая масляная лампа.

Не одну сотню лет масляная лампа была самым лучшим источником света. Она давала более яркое пламя, но очень сильно коптила. Только после того, как было изобретено ламповое стекло, чада и копоти от масляной лампы стало значительно меньше.

Первое приспособление к лампе, выполняющее роль стекла, было изобретено в конце XV века знаменитым итальянским учёным, художником и инженером Леонардо да Винчи. Над коптящим пламенем масляной лампы он поместил жестяную трубку. Прикрывая верхнюю часть пламени, трубка увеличивала приток свежего воздуха к пламени, и масло, подводимое к фитилю, сгорало полнее. Пламя лампы стало меньше коптить, значительно увеличилась его яркость.

Но изобретение Леонардо да Винчи не получило широкого распространения. Только во второй половине XVIII века, после того как жестяная трубка была заме-

нена стеклянной, ламповое стекло стало применяться повсеместно.

Пламя, прикрытое ламповым стеклом, горит спокойно, ярко, без большой копоти.

Совершенствуется конструкция лампы и в другом отношении. Изобретается новый фитиль, который даёт пламя в виде кольца (позднее керосиновую лампу с такой горелкой назвали лампой-молнией). Улучшается система подачи масла к горелке. Устройство масляной лампы всё усложняется. Появляются, например, лампы, в которых масло подаётся к пламени с помощью насоса, соединённого с часовым механизмом.

Другой потомок факела — свеча.

Первые полуфакелы — полусвечи появились ещё в древнем Риме, около двух тысяч лет назад. Это были волокна растений, пропитанные смолой и покрытые сверху воском. Позднее, в X—XI веках, начинают изготавливать уже настоящие восковые и сальные свечи.

Широкое распространение получают более дешёвые сальные свечи. Изготовление их сперва было крайне примитивным. Фитиль — сердцевину свечи — опускали в расплавленное сало и тут же вынимали. Когда тонкий слой сала, остающийся на фитиле, застывал, фитиль снова на короткое время опускали в горячее сало; на нём застывал новый слой сала. Таким путём получали свечу нужной толщины.

Лишь много позднее для изготовления свечей были изобретены специальные формы, в которые наливалось расплавленное сало или воск.

Сальная свеча давала очень слабый, тусклый свет. Поэтому в комнате часто зажигали сразу несколько свечей. Во многих домах можно было видеть канделябры — большие подсвечники с разветвлениями для нескольких свечей.

Интересно отметить, что в 1779 году знаменитый русский изобретатель И. П. Кулибин сконструировал замечательный фонарь, в котором свет одной свечи концентрировался при помощи сложной системы зеркал и направлялся в одну сторону. «...Составное из многих частей зеркало, — писала об этом фонаре газета „Санкт-Петербургские ведомости“, — которое, когда перед ним поставится одна только свеча, производит удивительное действие, умножая свет в пятьсот раз, противу обыкновенного свечного света и более, смотря по мере числа зеркальных ча-

стиц, в оном вмещённых. Оно может поставляться и на чистом воздухе в фанаре: тогда может давать от себя свет даже на несколько вёрст... Зеркало сие особливо выгодно для освещения больших зал и весьма для художников и мастеровых, освещая сильным светом великое вокруг пространство, с самою малою свеч издержкою... Галлерей на 50 сажен была освещена сим зеркалом посредством одной только свечки...».

В мастерских того времени изготовлялись сотни фанарей Кулибина. Их использовали для освещения больших мастерских, на кораблях, в портах. По существу фанарь Кулибина был первым прожектором.

Однако достоинства самих салных свечей были невелики — они сильно коптели, с них постоянно приходилось снимать «нагар». Поэтому химики упорно искали лучшую замену сала. Такой материал был открыт в начале XIX века. Это был стеарин — составная часть того же сала.

Стеариновая свеча оказалась значительно лучшим светильником по сравнению с салной. Она не пачкала рук, горела более ярким пламенем и не давала нагара.

Стеариновые свечи были встречены восторженно. Очень скоро они совсем вытеснили старые салные свечи.

КЕРОСИН И ГАЗ

Усовершенствованные масляные лампы давали сравнительно яркий свет. Но устройство их было сложным, стоили они дорого. Горючее — растительное масло — плохо всасывалось фитилём, и поэтому приходилось выдумывать разные способы лучшей подачи масла в горелку. А это усложняло конструкцию масляных ламп.

Но вот в 50-х годах прошлого века появилось новое горючее — керосин, продукт перегонки нефти. Керосин заменил в лампах масло, Керосиновые лампы оказались экономичнее и лучше масляных. Они давали более яркий свет. Скоро новые лампы повсеместно вытеснили своих предшественниц.

Керосин как горючее может давать почти совсем не-копящее пламя. Но, оказывается, это для освещения не годится.

Для того чтобы пламя давало яркий свет, оно должно коптить!

В самом деле, посмотрите, как горят, например, керосинка и хорошо прочищенный примус. В том и в другом случае используется одно горючее — керосин. Но в керосинке пламя — светлое, желтоватое, а у примуса — синеватое, почти не дающее света.

В то же время известно, что хорошо прочищенный примус почти не пачкает дна кастрюли, а яркое светящееся пламя керосинки всегда сильно коптит, в нём много сажи, т. е. мелких, не успевших сгореть частиц угля.

Эти частички нагреваются в пламени до высокой температуры и ярко светятся. Что при этом происходит?

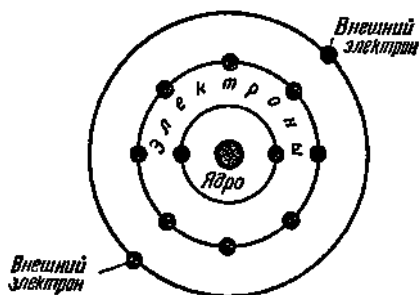


Рис. 7. Упрощённая схема строения атома.

Вспомним, что все окружающие нас тела состоят из мельчайших материальных частиц — атомов и молекул. Всего в природе около ста атомов, отличных друг от друга по своему строению. Каждому сорту атома соответствует определённый химический элемент.

В молекуле объединяется по нескольку атомов. Различных молекул, различных комбинаций атомов существует много.

Строение атома очень сложное. В настоящее время известно, что каждая такая частичка состоит из центральной, наиболее тяжёлой части — ядра и из более лёгких частиц — электронов, которые движутся вокруг атомного ядра на разных расстояниях по замкнутым путям, или «орбитам», образуя электронную оболочку атома.

Строение ядра и число электронов у разных атомов различны; так, например, атомы водорода имеют только один электрон, у атомов углерода их — 6, а у меди — 29. При этом электроны располагаются в атоме по слоям —

одни слои ближе к ядру, другие дальше. Число электронных слоёв не бывает больше семи. Семь слоёв имеют атомы самых тяжёлых, радиоактивных, элементов — урана, радия и других.

Электроны, расположенные в самом дальнем от атомного ядра слое, называются *внешними* (см. рис. 7). С перемещением этих электронов и связано возникновение света.

Вот как это происходит.

Атомы и молекулы находятся в телах в постоянном движении. В зависимости от характера движения этих частиц тело находится в твёрдом, жидком или газообразном состоянии. В твёрдом теле каждая частица движется около своей определённой точки равновесия. В жидкостях частички имеют уже большую свободу движения; они перемещаются, но не могут оторваться одна от другой. А в газах движение молекул совсем хаотично; газовые молекулы носятся в самых различных направлениях, беспрерывно сталкиваясь и отскакивая одна от другой.

Движение атомов и молекул определяется также температурой. При нагревании тела его частицы ускоряют своё движение. При этом усиливаются и учащаются их столкновения. Пока тело нагрето несильно, соударения частиц не нарушают порядка в расположении электронов в атомах. Но чем выше поднимается температура, тем сильнее движутся частицы и тем более сильные удары испытывают они при столкновениях друг с другом. Наконец, наступает такой момент, когда соударения частиц не проходят для них бесследно. От ударов внешние электроны приобретают избыточную энергию и «перескакивают» на более удалённые от ядра орбиты. Через малые доли секунды они снова возвращаются на свои прежние места, а полученный излишек энергии отдают в виде излучения. Рождается свет.

Пламя ярко светится только тогда, когда в нём находятся раскалённые частички сажи.

По этой же причине даёт яркий свет пламя керосиновых и масляных ламп, свечей, факелов. Все они в той или иной степени дают коптящее и потому яркое, светящееся пламя.

На первый взгляд кажется, что хорошо горящая керосиновая лампа не коптит. Но это не так. Подержите над её стеклом некоторое время чайное блюдце и вы увидите,

что на нём быстро появится чёрный налёт мельчайших частиц угля — сажа. А раз в пламени есть сажа, значит горючее сгорает не полностью.

Таким образом для получения яркого пламени во всех источниках света, о которых мы говорили, необходимо неполное сгорание, неполное окисление горючих веществ.

У свечи и у керосиновой лампы можно до известной степени регулировать полноту сгорания. Например, убавляя в лампе фитиль, мы уменьшаем этим скорость испарения керосина, и горючее сгорает более полно. Однако сделать так, чтобы окисление проходило полностью, мы не можем. Да этого, как мы видели, и не нужно.

Вместе с керосиновыми лампами в XIX веке широкое распространение получило газовое освещение.

Уже давно было известно, что некоторые газы горючи. Это видно хотя бы из того, что масло, стеарин, сало, прежде чем сгореть в светильниках, превращаются в газ.

Горючие газы выделяются также из угля при нагревании его без доступа воздуха (т. е. при так называемой сухой перегонке угля). При этом образуется светильный газ, он состоит главным образом из соединений водорода и углерода, в частности из метана, известного под названием «болотного газа».

Светильный газ стали применять для целей освещения. Газ собирался в особых хранилищах — газгольдерах — и отсюда направлялся по трубам к потребителям. В каждом доме газопровод оканчивался газовой горелкой — «газовым рожком». Это небольшая трубка с краном. Чтобы зажечь такую горелку, стоило лишь открыть кран и поднести к «рожку» спичку.

Особенно яркое освещение давали так называемые газозакалильные горелки. В них яркий свет излучало не само пламя, а твёрдые тела, накалённые до высокой температуры. Например, в некоторых газовых горелках светился сетчатый колпачок, сделанный из редких тугоплавких металлов — тория и церия, светящихся при нагревании зеленовато-белым светом. В других газозакалильных лампах в бесцветное пламя горящего газа помещались мелкие кусочки какого-либо тугоплавкого металла; они выполняли, по существу, ту же роль, что и частички сажи в пламени ламп и свечей.

В конце XIX века в России появились совершенно новые источники света — электрические.

Все светильники, о которых мы до сих пор говорили, можно объединить в одну группу — это «пламенные» светильники. Источником света у них служит пламя. Горючее подводится и сгорает здесь в самом светильнике.

Электрические лампы, лампы «русского света», явились совершенно иным типом светильников.

II. «РУССКИЙ СВЕТ»

ЧТО ТАКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Ещё в древнем мире было замечено, что если янтарь потереть о шерсть, то он способен притягивать к себе различные лёгкие тела: пушинки, небольшие кусочки бумаги, волосы.

Такой же способностью обладает стеклянная палочка, если её натереть куском шёлка.

В XVII веке это природное явление было названо электричеством от греческого слова янтарь — «электрон».

Тела, обладающие электрическими свойствами, принято называть наэлектризованными. Говорят также, что они имеют электрический заряд.

Несложными опытами можно убедиться в том, что электрические заряды бывают двух родов: один положительный, другой отрицательный. Их обозначают знаками «+» и «—».

Заряды положительного электричества возникают на стекле при трении его об мех (поэтому сперва такое электричество называли стеклянным), а заряды отрицательного электричества возникают на янтаре.

Если два тела имеют одноимённые электрические заряды, то эти тела отталкиваются друг от друга. Наоборот, тела, заряженные разноимённым электричеством, взаимно притягиваются. Другими словами, между электрическими зарядами действуют силы электрического взаимодействия. Каждый электрический заряд создаёт вокруг себя в пространстве особые, электрические силы.

Разгадка электричества кроется в самой природе вещества.

Мы уже говорили о том, что в каждом атоме вокруг ядра движутся электроны. Но что удерживает электроны в атоме?

Силы электрического взаимодействия.

Как теперь хорошо известно, каждый электрон является носителем мельчайшего отрицательного электрического заряда, а ядро атома заряжено положительным электричеством. Таким образом, между ядром и атомными электронами должно существовать взаимное притяжение.

Каждый атом в целом, в своём нормальном состоянии, электрически нейтрален, т. е. не имеет никакого электрического заряда, так как положительный заряд атомного ядра в точности равен сумме отрицательных зарядов всех электронов, находящихся в атоме.

Однако так бывает не всегда. Иногда атом теряет один или несколько своих орбитальных электронов и тогда он становится уже электрически заряженным: положительный заряд ядра будет теперь уже больше, чем сумма отрицательных зарядов оставшихся электронов. Такой положительно заряженный атом называют положительным ионом.

В других случаях он превращается в отрицательный ион (когда атом приобретает лишние электроны).

Вот такие электрически заряженные атомы и образуются при электризации янтаря или стеклянной палочки.

При электризации тел трением атомы одного тела теряют из своих оболочек часть электронов, которые переходят в электронные оболочки атомов другого тела. Появляются отрицательные и положительные ионы. Тело, которое будет иметь отрицательные ионы (янтарь), будет заряжено отрицательно. А тело, в котором образуются положительные ионы (стеклянная палочка), приобретает положительный заряд электричества.

Среди природных тел известна большая группа таких, в которых часть атомных электронов не связана с определёнными атомами; это так называемые «свободные» электроны. Они «не привязаны» к отдельным атомам, а могут свободно перемещаться внутри тела.

Такие тела (к ним относятся все металлы) можно наэлектризовать, не прибегая к трению.

Посмотрите на рисунок 8. К незаряженному металлическому телу мы подносим шарик, заряженный отрицательным электричеством. «Свободные» электроны, т. е. отрицательные заряды тела, стараясь оттолкнуться от близко поднесённого отрицательного заряда, перейдут на противоположный конец, благодаря чему он зарядится от-

рицательно, а другой конец тела зарядится при этом положительно.

Если теперь к концу тела, на котором образовался отрицательный электрический заряд, мы притронемся пальцем, то, стремясь оттолкнуться ещё дальше от поднесённого отрицательно заряженного шарика, отрицательный заряд уйдёт с тела через палец в землю (рис. 8).

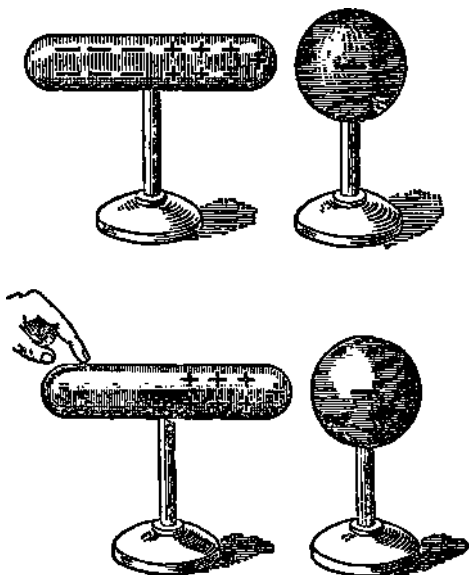


Рис. 8. Электризация через влияние.

Теперь уберём палец и отрицательно заряженный шарик. Незаряженное ранее тело окажется заряженным положительным электричеством. Такой способ электризации тел называется *электризацией через влияние*.

В природе такого рода электризация происходит при грозе. В грозовом облаке при трении встречных быстрых потоков холодного и более тёплого воздуха один о другой скапливаются большие количества атмосферного электричества определённого знака — положительного или отрицательного. Когда туча проходит низко над землёй, она возбуждает через влияние на поверхности земли большие электрические заряды противоположного знака. При

этом часто ударяет молния — разряд атмосферного электричества. Явление сопровождается сильным треском — громом.

При электрическом разряде происходит движение электрических зарядов. А движение электрических зарядов — это и есть электрический ток.

В молнии, как природной, так и искусственной, получаемой в лаборатории, электрический ток длится очень короткое время. Но при помощи различных электрических машин можно получать и постоянный ток.

По проводникам электрический ток можно передавать на большие расстояния — туда, где он необходим. Проводниками тока служат металлы — алюминий, медь и другие. У этих тел, как мы уже говорили, имеются не связанные с отдельными атомами электроны.

В металлическом проводе, не присоединённом к источнику тока, электроны не имеют какого-либо упорядоченного движения; они перемещаются внутри тела в самых различных направлениях, хаотически. Но когда мы присоединяем концы провода к полюсам (электродам) источника электрического тока, в нём возникает упорядоченный поток «свободных» электронов — от одного полюса машины к другому. Это и будет электрический ток в металлах.

Современные мощные машины, создающие электрический ток, — генераторы — вырабатывают не постоянный ток, а переменный. Такой ток во многих случаях более удобен и выгоден для практических целей.

При переменном токе направление движения электронов в проводниках изменяется много раз в секунду.

ОТКРЫТИЕ РУССКОГО ФИЗИКА И ПЕРВОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Славная история электрического освещения начинается с трудов замечательного русского физика конца XVIII и начала XIX веков Василия Владимировича Петрова.

В то время, когда жил В. В. Петров, об электрическом токе знали ещё очень мало. Единственным источником тока, с помощью которого можно было изучать это явление, был так называемый «вольтов столб».

«Вольтов столб», названный так по имени его изобретателя, итальянского физика А. Вольта, представлял со-

бой набор гальванических элементов, соединённых друг с другом.

Устройство гальванического элемента очень несложное. Это два разнородных проводника-электрода, помещённые



Предполагаемый портрет Василия Владимировича Петрова.

в водный раствор кислоты, щёлочи или в раствор какой-либо соли.

Электрический ток в таком элементе возникает за счёт химической энергии, выделяющейся при взаимодействии тех веществ, которые входят в состав элемента.

В вольтовом столбе каждый гальванический элемент состоял из медного и цинкового кружков, отделённых друг от друга картонным кружком, смоченным раствором щёлочи или соли. Весь столб состоял из большого числа этих попарно сложенных кружков.

Один конец вольтова столба заряжен отрицательным электричеством, а другой — положительным.

С помощью этого прибора В. В. Петров и начал изучать закономерности электрического тока. Василий Владимирович был убеждённым сторонником опыта. «Гораздо надёжнее,— писал он,— искать настоящего источника электрических явлений не в умственных мудрствованиях, к которым доселе только прибегали почти все физики, но в непосредственных следствиях самих опытов».

Для своих опытов Петров построил небывалый по мощности вольтов столб. Он состоял из 4200 медных и цинковых кружков, между которыми помещались бумажные прокладки, пропитанные раствором нашатыря. Это была тогда самая мощная электрическая батарея (рис. 9).

Уже через год после того, как батарея была построена, В. В. Петров издал книгу, в которой описал ряд интересных открытий, сделанных с помощью вольтова столба. И среди них самым важным было открытие явления электрической дуги.

Для её получения учёный брал два стерженька из древесного угля, соединял их с полюсами своей батареи и затем приближал друг к другу. Как только угли сближаются вплотную, их концы сильно разогреваются и начинают испускать яркий свет. Если теперь угли несколько раздвинуть, то между ними, в воздушном промежутке, возникнет ослепительное пламя белого цвета слегка изогнутой формы.

Книга Петрова носила по обычаю того времени длинное название: «Известие о гальвани-вольтовских опытах, которые производил профессор физики Василий Петров, посредством огромной наипаче батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков и находящейся при Санкт-Петербургской Медико-хирургической Академии».

Открытие электрической дуги было описано в ней следующим образом:

«Если на стеклянную пластинку или на скамеечку со стеклянными ножками будут положены два или три древесных угля... и если потом металлическими изолирован-

ными направителями, сообщёнными с обоими полюсами огромной батареи, приближать оные один к другому на расстояние от одной до трёх линий *), то является между ними весьма яркий белого цвета свет или пламя, от которого оные угли скорее или медлительнее загораются и от которого тёмный покой довольно ясно освещён быть может».

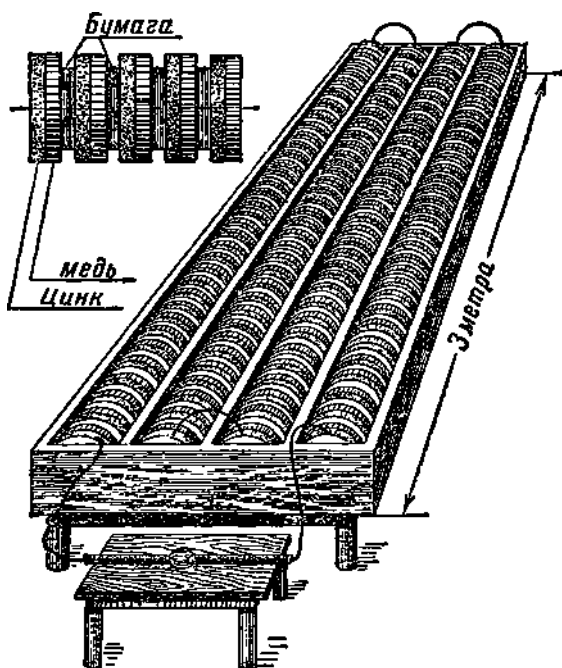


Рис. 9. Электрическая батарея, построенная В. В. Петровым.

Учёный тщательно и всесторонне исследует новое невиданное прежде явление.

Он пробует заменить один из углей железной проволокой и отмечает, что в этом случае также возникает яркое пламя; но от сильной жары «...конец проволоки почти во мгновение ока краснеет, скоро расплавляется и начинает гореть с пламенем и разбрасыванием весьма многих искр по различным направлениям».

•) Линия — старая мера длины; равна примерно 2,5 миллиметра.

Почему же в воздухе между углями, по которым проходит электрический ток, появляется такое сильное свечение?

Уголь — плохой проводник электричества. Частицы вещества в угле оказывают текущим по угольному проводнику электронам большое сопротивление, благодаря чему движение электронов сильно тормозится. Их энергия передаётся частицам проводника, скорость колебаний частиц возрастает и температура проводника повышается.

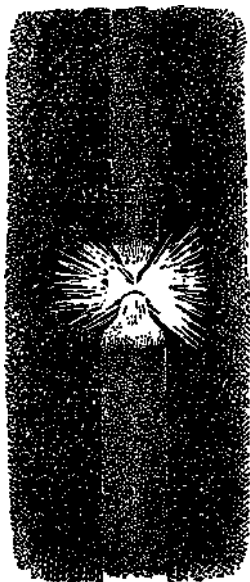


Рис. 10. Электрическая дуга.

Таким образом, когда по угольному стерженьку проходит электрический ток, уголь, благодаря большому сопротивлению, нагревается сильнее, чем металлический проводник.

Но ещё сильнее разогреваются соединённые концы углей. Здесь электрический ток встречает ещё большее сопротивление, так как воздух в обычном своём состоянии тока не проводит, а угольные стерженьки соприкасаются только в небольшом числе точек. Концы угольных стерженьков нагреваются до очень высокой температуры (более тысячи градусов) и начинают светиться. При этом угли выделяют раскалённые газы. Кроме того, быстро нагревается воздух между углями. А в таком состоянии газы становятся проводником электричества. Поэтому, если теперь угли отодвинуть немного друг от друга, электрический ток не прекратится. Между ними образуется ослепительно яркая электрическая дуга; это светится раскалённый воздух, через который идёт электрический ток.

Такова природа этого замечательного явления.

Открытие В. В. Петрова было очень скоро незаслуженно забыто.

Этому в немалой степени способствовали учёные-иностранцы, занимавшие тогда все начальственные места в русской Академии Наук.

Когда через девять лет, в 1811 году, английский учёный Дэви снова получил в своей лаборатории ослепительное пламя электрической дуги, он был сразу же признан первооткрывателем этого явления*).

Электрическая дуга (она была названа вольтовой) заинтересовала многих изобретателей: нельзя ли использовать её для создания новых, электрических источников света? Какие это были бы яркие светильники!

Но нелегко оказалось осуществить это на практике. Изобретатели новых, электрических ламп столкнулись с рядом серьёзных затруднений.

Первое, главное затруднение заключалось в самом источнике электрического тока. Ведь для получения электрической дуги необходим довольно сильный ток. В. В. Петров получал такой ток от «наипаче огромной» батареи. Обычные же, небольшие батареи гальванических элементов давали очень слабый ток.

Другим серьёзным затруднением было то обстоятельство, что при горении электрической дуги угли постепенно сгорают и расстояние между ними всё увеличивается. Между тем дуга хорошо горит только при неизменном расстоянии между углями. Если это расстояние будет увеличиваться, дуга погаснет.

Первое затруднение было устранено с изобретением динамомашин, которая даёт ток большой мощности. Но оставалось ещё второе затруднение.

Для изобретателей с самого начала было ясно одно: чтобы обеспечить постоянное горение электрической дуги, надо каким-то образом поддерживать одно и то же расстояние между горящими углями.

Как это можно сделать?

Очевидно, надо придумать какие-то механизмы, которые сдвигали бы угли между собой по мере их сгорания. Ведь не сдвигать же их просто руками?! Это ненадёжно и неудобно.

Надо придумать механизм.

И вот, более полувека после того, как петербургским физиком была открыта электрическая дуга, изобретатели всего мира старались создать удачную конструкцию первой электрической лампы. Было предложено очень

* Подробное о В. В. Петрове, его жизни и деятельности см. книгу в серии «Люди русской науки» Гостехиздата: проф. Б. Б. Кудрявцев «Василий Владимирович Петров».

много самых различных решений этой задачи. Предлагалось регулировать угли с помощью пружин, различных грузов, часового механизма и т. д. Но лишь немногие из них можно было назвать удачными.



Рис. 11. Электрическая дуговая лампа Б. С. Якоби, установленная на Адмиралтействе в Петербурге в прошлом веке.

Первая дуговая лампа — так были названы лампы с электрической дугой — появилась на улицах Петербурга в 1849 году. Известный русский академик Б. С. Якоби, изобретатель электрического двигателя, установил её на башне Адмиралтейства. Лампа Якоби излучала такой сильный свет, что была названа «электрическим солнцем» (рис. 11). Но она была ещё далеко не совершенна.

В 1856 году русский изобретатель А. Шпаковский создал уже более усовершенствованные дуговые электрические лампы — с механическим регулятором, поддерживающим необходимое расстояние между углями. Но был у них и большой недостаток. Они были очень сложны и очень дороги. Угли регулировались часовым механизмом.

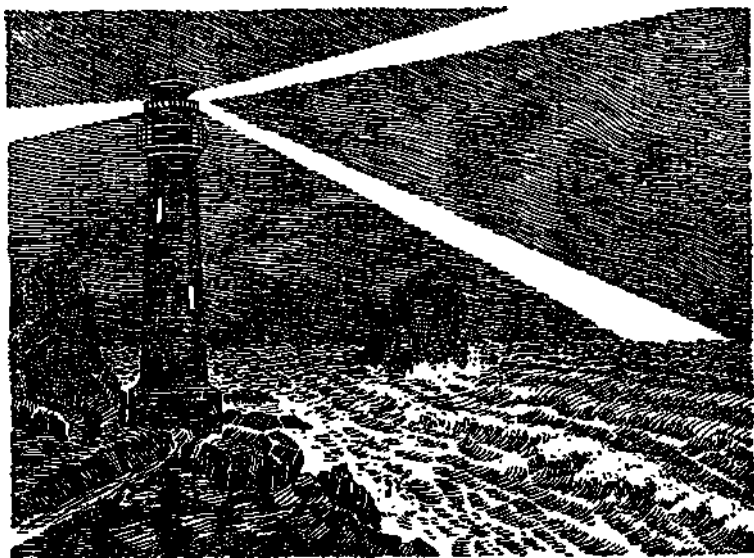


Рис. 12. Мощные дуговые лампы применяются на маяках.

Поэтому как ни заманчиво было широкое использование электрической дуги для освещения, дуговые лампы применялись очень редко, от случая к случаю. Только на каких-либо празднествах или при опытной проверке можно было увидеть новые источники света.

Дальнейшее усовершенствование дуговых ламп связано с именем известного русского электротехника прошлого века В. Н. Чиколева. Чиколев заменил сложный ламповый регулятор с часовым механизмом регулятором, состоящим из двух электромагнитов. Такой «дифференциальный регулятор», как он был назван, работал уже более чётко; он «внимательнее следил» за необходимым расстоянием между углями, чем старые регуляторы с часовым механизмом.

Особенно удобным регулятор Чиколева оказался для прожекторов, где, как известно, применяются мощные дуговые лампы (рис. 12).

В. Н. Чиколев установил также, что угли в дуговой лампе горят ярче, если их помещать не на одной линии друг против друга, а так, чтобы оси угольных стержней были несколько смещены одна относительно другой. Этот принцип также был использован в прожекторах.

Однако задача широкого использования электрической дуги Петрова для освещения этими изобретателями решена не была.

Помимо большой стоимости новых источников света, было ещё одно обстоятельство, которое не могло не влиять на судьбу нового освещения. Каждая дуговая лампа требовала для себя отдельный источник электрического тока! «Дробить электрический свет», т. е. распределять электрический ток от одного источника между многими лампами, электротехники ещё не умели.

«СВЕТ ПРИХОДИТ ИЗ РОССИИ»

Новое слово в деле усовершенствования дуговых электрических ламп было сказано знаменитым русским электротехником Павлом Николаевичем Яблочковым.

В 1876 году в Лондоне на всемирной выставке физических приборов особое внимание посетителей привлёк новый, очень простой и яркий источник света. Внешне он был похож на обыкновенную свечу, но питалась эта свеча электрическим током и горела очень ярко. Невиданная свеча давала в четырёста раз больше света, чем обычная стеариновая! Тут же, на выставке, находился и автор нового изобретения, мало тогда кому известный русский инженер Яблочков.

«Электрическая свеча» Яблочкова была встречена восторженно. Все увидели в ней решение сложной проблемы нового освещения.

Да и было чему восторгаться! Его «электрическая свеча» отличалась исключительной простотой. В ней не было никаких механизмов (рис. 13). П. Н. Яблочков отказался от какого бы то ни было регулятора дуговых ламп. «Это изобретение,— писал он,— состоит в полном уничтожении всякого механизма, обычно применяемого в существующих электрических лампах...».

Но как это можно сделать?

Оказывается, крайне просто! Надо расположить угольные стерженьки дуги не друг против друга, не в одну линию, как это делали до Яблочкова все конструкторы дуговых ламп, а поместить угли рядом, параллельно один другому, на таком расстоянии, чтобы между ними могла



Павел Николаевич Яблочков.

гореть дуга. Угли разделял лишь слой землистого вещества, не проводящий электричество. В состав такого вещества входили глина, известь и некоторые другие материалы. Это было необходимо для того, чтобы «свеча» горела только сверху. «Узкая полоска землистого вещества, — писал изобретатель „электрической свечи“, — выполняет задачу держания углей на неизменном расстоянии гораздо лучше, чем сложный прибор, регулятор, достигающий этого лишь приблизительно».

Для «зажигания» П. Н. Яблочков сначала предлагал употреблять «угольную палочку, которую держат в руке помощью изолирующей рукоятки и прикладывают к обеим

оконечностям угольков в то время, когда начинается пропускание электрического тока. Таким образом цепь замыкается, происходит раскаливание углей и затем угольная палочка отнимается».

Позднее для этой цели служил тонкий угольный мостик — зажигатель, который соединял верхние концы углей. Когда включался электрический ток, такой мостик сгорал и между углями возникала дуга. По мере сгорания углей электрическая дуга накаливала и постепенно испаряла изолирующий слой между углями.

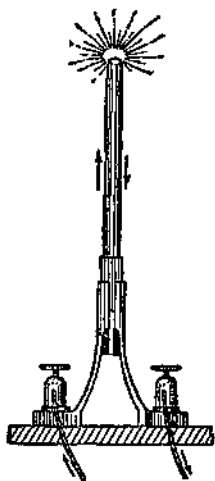


Рис. 13. «Электрическая свеча».

Трудно придумать что-либо более простое! Дуговая лампа такого устройства и дешёвая, сделалась доступной для употребления всюду. Такая лампа не боится ни тряски, ни передвижения, не требует ухода.

Задача, над которой многие учёные и изобретатели трудились более 50 лет, — создать практически удобную, дешёвую электрическую лампу — была, наконец, решена!

В литературе, посвященной этому изобретению Яблочкова, можно встретить рассказ о том, что русский изобретатель пришёл к своему открытию совсем случайно. Однажды он якобы случайно положил рядом два карандаша и тут ему внезапно пришла мысль о параллельном расположении углей.

В действительности всё было, конечно, не так. Изобретение «электрической свечи» — дело труда многих лет. Известно, что П. Н. Яблочков работал над созданием первой электрической лампы не один год.

Создав «электрическую свечу», Павел Николаевич постепенно улучшает её конструкцию. Он совершенствует зажигание, предлагает много различных составов для изолирующего материала, создаёт лампы со светом различных оттенков; он конструирует такие электрические фонари-«подсвечники», в которых находится по несколько «свечей», загорающих автоматически одна за другой; каждой свечи хватало примерно на полтора часа, поэтому такой «подсвечник» исправно освещал помещение в тече-

ние всего вечера. Наконец, изобретатель создаёт самые различные по силе света лампы, самые маленькие из них дают свет, как от 80 обыкновенных, стеариновых свечей, а лампы-гиганты светят с силой в 5000 свечей.

Работая над совершенствованием своих «электрических фонарей» (рис. 14), Павел Николаевич думает над тем, как избавиться от одного неприятного факта. При горении «свечи» один из её углей, тот, который соединён с положительным полюсом источника тока, разогревается до более высокой температуры и сгорает значительно быстрее, чем другой уголь. Чтобы избежать неравномерного сгорания углей, их приходилось делать разными по толщине: диаметр одного был примерно в два раза больше диаметра другого. Всякий раз надо было тщательно подбирать каждую пару углей по диаметру.

П. Н. Яблочков находит другое решение задачи. Он начинает использовать для своих «свечей» переменный ток. При этом оба угольных стерженька имеют уже одну температуру и сгорают с одной скоростью.

Замена постоянного тока переменным была смелым решением. Яблочков, по существу, первый применил переменный ток в электротехнике. В то время считалось, что переменный ток не годен для практических целей; единственным родом тока, который использовался, был ток постоянный.

Известный американский изобретатель Эдисон утверждал, что переменный ток очень опасен. Когда позднее в городах стали прокладывать первые подземные электролинии для передачи переменного тока высокого напряжения, он писал, что такие линии подобны динамитным зарядам, помещённым под мостовой.

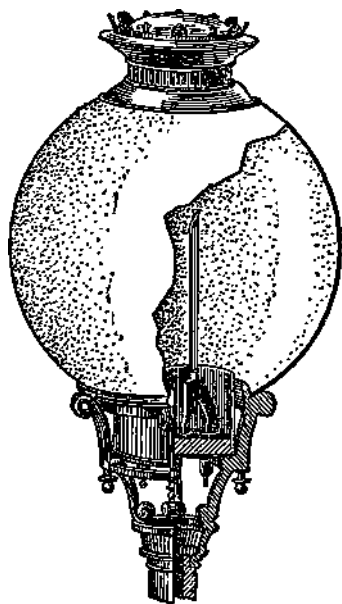


Рис. 14. Электрический фонарь П. Н. Яблочкова.

Переменный ток, его закономерности, были очень плохо изучены. Несмотря на всё это, П. Н. Яблочков уверенно начинает использовать такой ток.

Мало того, П. Н. Яблочков успешно работает над созданием динамомшины переменного тока. При этом знаменитый изобретатель решает крайне важную проблему «дробления света». Когда такой генератор переменного тока был построен, современник Яблочкова, известный французский электрик Жубёр писал: «Эта машина в настоящее время является единственной машиной, которая допускает дробление света».

Задачу «дробления света» П. Н. Яблочков решил несколькими различными способами. Для одного из таких способов он применил особые, так называемые индукционные катушки, которые работали по принципу прибора, получившего позднее название трансформатора, т. е. устройства, понижающего или повышающего напряжение электрического тока. Таким образом, Яблочкову принадлежит честь изобретения и этого важнейшего электрического прибора.

Павел Николаевич был автором и многих других интересных изобретений. Однако самым популярным его изобретением была «электрическая свеча».

В 70-х годах прошлого века яркий свет электрических фонарей Яблочкова освещал улицы и площади крупнейших городов Европы, «свечи» Яблочкова горели в лучших гостиницах и магазинах, в театрах, в портах, на заводах.

В короткое время чудесная свеча распространилась по Европе, проникла в Азию и Америку. «...Электрическое освещение распространилось по всему миру, дойдя до дворца шаха Персидского и до дворца короля Камбоджи», — писал в одном письме П. Н. Яблочков.

Всюду новое, электрическое освещение вызывало восхищение. «Свет приходит к нам из России», — писали газеты западноевропейских стран.

«Парижане, — пишет советский учёный проф. Н. А. Капцов в своей книге о Яблочкове, — привыкшие к тусклому свету керосиновых и газовых горелок и стеариновых свечей, были поражены блеском и яркостью нового освещения и всюду восторгались „русским светом“, как они его называли.

Современники Яблочкова красочно описывают, как каждый вечер в начале сумерек на площади Оперы соби-

ралась большая толпа народа. Все глаза были устремлены на два ряда белых матовых шаров, подвешенных на высоких столбах по обе стороны проспекта Оперы. Внезапно эти гирлянды шаров загорались приятным светом. Публика, собиравшаяся там, сравнивала их с нитью жемчуга на фоне чёрного бархата».

На родине «нового света» фонари Яблочкова освещали улицы и заводы в Москве и Петербурге; они появились и



Рис. 15. Одна из улиц Парижа, освещенная «русским светом».

во многих других городах России — в Полтаве, Красно-водске, Нижнем Новгороде.

С первых же дней, как только «свечи Яблочкова» начали своё победное шествие по миру, началась борьба между газом и электричеством. Владельцы газового освещения начали беспощадную борьбу с лампами Яблочкова, не брезгая никакими средствами. В газетах и даже специальных книгах доказывалось, что электрическое освещение и крайне ненадёжно, и чрезмерно дорого, и очень вредно для глаз. Защитники газовых компаний в Англии добились даже специального расследования парламентской комиссией. В своих выводах эта комиссия отметила,

что электрическим светом весьма недовольны английские леди, которые находят, что он «придаёт какую-то мертвенность физиономии».

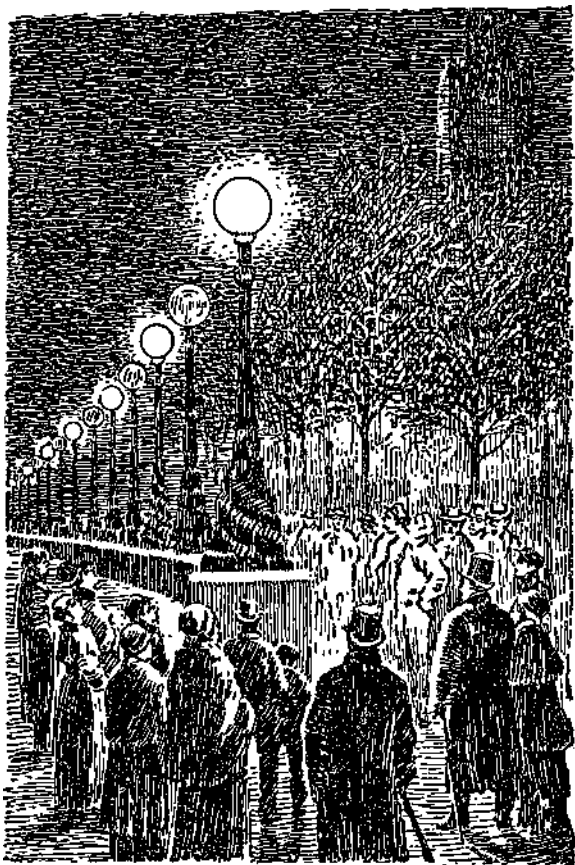


Рис. 16. Электрические фонари П. Н. Яблочкова в Лондоне.

Недовольных новыми лампами поддержали торговцы рыбой; они заявили, что новый свет придаёт рыбе цвет, отпугивающий покупателя (!).

Преимущества электрического освещения перед газовым были настолько очевидны, что газовые рожки всё больше заменялись лампами нового света.

Но победа «электрических свечей» оказалась недолгой. Очень скоро на смену им пришли другие электрические лампы, более простые. Это были лампы накаливания русского изобретателя А. Н. Лодыгина.

Первая массовая электрическая лампа — «свеча» Яблочкова — показала всему миру бесспорные преимущества электрического освещения. И в этом её огромная заслуга. «Я не принадлежу к числу лиц, которые видят в электрической свече совершенство, далее которого нечего искать,— писал В. Н. Чиколев ещё в те годы, когда „русский свет“ освещал европейские столицы,— и я считаю, что главная заслуга Яблочкова не в изобретении его свечи, а в том, что под знаменем этой свечи он с неугасимой энергией, настойчивостью, последовательностью поднял за уши электрическое освещение и поставил его на подобающий пьедестал... этим мир обязан нашему соотечественнику Яблочкову».

ЛАМПЫ ЛОДЫГИНА

Александр Николаевич Лодыгин, талантливый инженер и изобретатель, долгие годы увлекался идеей создания летательного аппарата с электрическим двигателем. Подобно П. Н. Яблочкову, он был убеждён в том, что электричеству принадлежит будущее. В 1869 году он создал проект «электролёта». Это был проект первого в мире вертолёта.

Свой электролёт А. Н. Лодыгин так и не построил — он не смог достать необходимых денег.

Разрабатывая проект электролёта, А. Н. Лодыгин задумался над вопросом освещения. Как освещать летательный аппарат во время ночных полётов? Необходим какой-то простой, надёжный и удобный источник света. Дуговые электрические лампы для этого не годятся; они сложны и ненадёжны в работе. Электролёту нужна иная, более удобная, более простая лампа (когда Лодыгин работал над своим электролётом, «свечей» Яблочкова ещё не было). И русский изобретатель создаёт такую лампу.

Уже с начала XIX века было известно, что электрический ток, проходя по проводнику, нагревает его. Накаливание тонких угольных стерженьков электрическим током производил ещё В. В. Петров. Тонкую металлическую проволоку можно таким путём разогреть до того, что она

будет светиться. Когда ток проходит по проводнику, движущиеся в нём электроны сталкиваются на своём пути с частицами проводника и передают им свою энергию движения. Колебания частиц проводника усиливаются и температура тела повышается. Когда она доходит до известного предела, колебания частиц вещества порождают световые излучения.



Александр Николаевич Лодыгин.

Нагрев проводника зависит от силы электрического тока и от сопротивления проводника (а также от условий отдачи проводником тепла воздуху и окружающим телам). Чем больше сила тока и чем выше сопротивление, тем выше температура проводника.

Точная зависимость между силой тока, сопротивлением проводника и временем прохождения тока, с одной стороны, и выделяемым теплом, с другой,— была найдена ещё в 40-х годах прошлого века русским физиком Ленцем и английским учёным Джоулем. Эта зависимость такова:

количество теплоты, выделяемой в проводнике током, пропорционально квадрату силы тока, сопротивлению проводника и времени прохождения тока.

Вот это тепловое действие тока и лежит в основе электрических ламп накаливания.

Надо сказать, что первую удачную конструкцию своеобразной лампы накаливания создал ещё П. Н. Яблочков. В ней разогревалась током пластинка из тугоплавкого материала, который в холодном состоянии не проводит электричества, а будучи нагрет, начинает проводить электрический ток. В качестве такого материала Яблочков предложил применять каолин. «Пластина, — писал Яблочков, — может быть помещена в стеклянный шар и снабжена рефлектором (т. е. отражателем) для получения желаемого распределения света». Однако Яблочков, занимаясь главным образом усовершенствованием своей «электрической свечи», не позаботился о том, чтобы широко использовать своё открытие. Он считал, что лампы накаливания очень невыгодны.

А. Н. Лодыгин, наоборот, верил в большое будущее ламп накаливания. В своих поисках наиболее удобной, простой и надёжной электрической лампы для «электролёта» Лодыгин остановился на лампе, в которой светился раскалённый угольный стерженёк.

Хотя по идее лампа накаливания крайне проста, над её созданием немало потрудились многие изобретатели. Трудность заключалась в том, чтобы создать такую лампу, которая давала бы достаточно яркий свет и в то же время работала продолжительное время.

На первый взгляд такая задача легко разрешима: стоит лишь взять проволочку из тугоплавкого металла, который выдерживает высокую температуру, и пропустить через неё достаточно сильный ток. Однако в действительности это не так просто. Все предложенные подобные лампы — а их предлагалось очень много и до Лодыгина — при проверке оказывались крайне недолговечными. Одна из главных причин неудач заключалась в том, что конструкторы электрических ламп накаливания не могли подобрать достаточно подходящий материал для светящегося проводника. Почти все металлы, раскалённые током до высокой температуры, быстро выходили из строя: они либо расплавились, либо окислялись и «перегорали», или же,

такие, как платина, размягчались, что также вело к быстрой порче лампы.

За 30 лет — с 1840 по 1870 год — изобретателями разных стран было предложено так много практически непригодных конструкций ламп накаливания, что работу над подобными лампами стали считать заведомо обречённой на неудачу.

Несмотря на это, А. Н. Лодыгин пытается изготовить для своего электроролёта именно лампу накаливания. После ряда опытов он останавливается на угле, как на материале, из которого следует сделать светящийся волосок лампы.

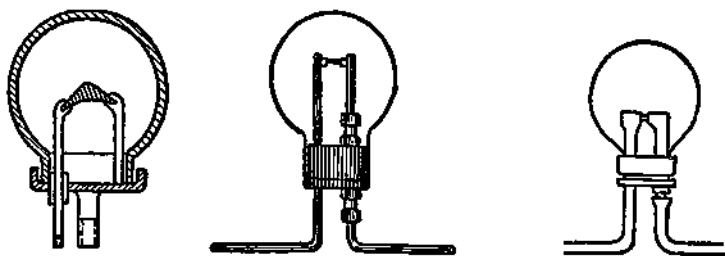


Рис. 17. Первые электрические лампы А. Н. Лодыгина.

И вот, в 1872—1873 гг. Лодыгин создаёт свою первую лампу накаливания, которая выдерживает испытание.

Осенью 1873 года лампочки Лодыгина загораются на одной из улиц Петербурга. Современник изобретателя писал позднее об этом знаменательном событии: «Масса народа любовалась этим освещением, этим огнём с неба... Лодыгин первый вынес лампу накаливания из физического кабинета на улицу».

1873 год и считают годом создания электрической лампы накаливания.

Просто были устроены первые лампочки Лодыгина. На рисунке 17 показаны три вида этих ламп. Как видите, все они напоминают современные лампочки. Во всех трёх случаях внешней оболочкой служил стеклянный шар, в который вставлялись (через металлическую оправу) два медных стержня, соединённых с источником тока. Между стержнями был укреплён угольный стержёнок или угольный треугольник. Когда через такой проводник пропускался электрический ток, уголь, благодаря его большому сопротивлению, разогревался и светился.

Сначала А. Н. Лодыгин не выкачивал воздух из своих ламп. Он помещал в стеклянный баллон лампы достаточно толстый угольный стерженёк и плотно, герметически, закупоривал баллон. При этом, как полагал изобретатель, весь кислород воздуха, оставшегося внутри баллона, быстро израсходуется на окисление угля (т. е. на его сгорание), а затем, когда в лампе не останется кислорода, угольный стерженёк будет уже исправно служить, не сгорая и не разрушаясь.

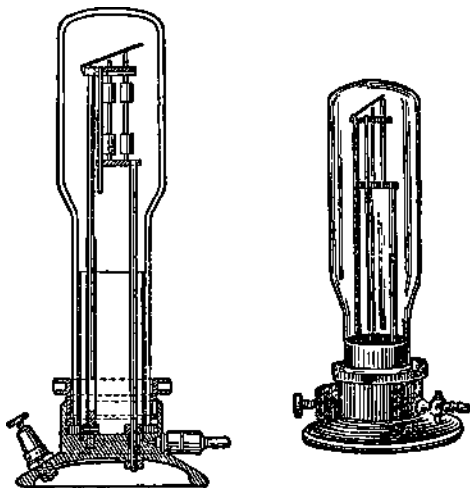


Рис. 18. Лампы накаливания Лодыгина более сложного устройства.

Однако испытания показали, что такие лампы всё же недолговечны. Они горели около 30 минут. Поэтому позднее воздух из ламп стал выкачиваться.

Александр Николаевич построил и более совершенные (но и более сложные) образцы своих ламп. Одна из таких ламп была создана Лодыгиным совместно с его механиком В. Ф. Дидрихсоном (см. рис. 18). В ней можно было легко заменять угольные стерженьки, кроме того, в лампе находился не один стерженёк, а несколько. Угольные стерженьки закреплялись в верхней части лампы на пластинке, которая соединялась с одним из полюсов источника тока. Они были разных размеров. Другой полюс соединялся с медной крышкой на шарнирах, которая прикрывала угли

и касалась лишь одного из них, самого длинного. Когда этот стержёнок сгорал, медная крышка опускалась ниже, упиралась в следующий угольный стержень и тем самым снова замыкала электрическую цепь.

Когда сгоревшие угли надо было заменить, лампа отвинчивалась от своей нижней части. Воздух из лампы можно было удалять обыкновенным воздушным насосом.

Простые угольные палочки в этой лампе были заменены особо приготовленными — из твёрдых и прокалённых без доступа воздуха пород дерева.

В 1876 году эти усовершенствованные лампы были с успехом применены на строительстве подводных частей Литейного моста через Неву, в Петербурге.

Ещё до этого А. Н. Лодыгин показал, что его лампы могут быть применены в самых различных местах. На выставке в Технологическом институте он демонстрировал электрические фонари для работы в шахтах, сигнальный фонарь для железных дорог и т. д.

В 1874 году русская Академия Наук присудила Лодыгину за его изобретение Ломоносовскую премию.

Премия эта была вполне заслуженной. А. Н. Лодыгин создал лампу, преимущества которой перед всеми другими были совершенно очевидны. Лампы Лодыгина были значительно более экономичны, чем дуговые, просты по устройству, дешёвы, безопасны в обращении. Такие лампы легко было делать светимостью в 20—30—40 свечей, что имело важное значение: лампы накаливания были особенно удобны для освещения небольших помещений.

А. Н. Лодыгин дал электрической лампе накаливания «путёвку в жизнь».

Известно, что изобретение лампы накаливания приписывал себе Эдисон. Однако беспристрастные исторические документы показывают, что он не изобретал никакой электрической лампочки. Эдисон лишь проделал много опытов, стараясь найти, из каких растений лучше всего изготавливать для лампочек угольные нити. Затем, он организовал уже как предприниматель завод по выпуску ламп нового света.

Работая над усовершенствованием электрических ламп, Эдисон хорошо знал о том, каких результатов добился русский изобретатель А. Н. Лодыгин. Известно, что он даже получил некоторые образцы лодыгинских ламп от лейтенанта А. М. Хотинского, который был знаком с

А. Н. Лодыгиным и бывал в Соединённых Штатах Америки.

«Эдисон представляет собой тип человека, весьма обыкновенного в нашем отечестве,— отзывался когда-то о нём один американский журнал,— это американец... наивный, упорный, тщеславный. Он, конечно, может сделать многое, но полагает, что может сделать всё... Он способен изобрести табурет на трёх ножках и предоставить зрителям организовать компанию для эксплуатации этого табурета. Узнав же, что подобные табуреты находились во всеобщем употреблении ещё задолго до его рождения, он примется за новое изобретение...».

Как известно, в настоящее время в лампах накаливания светится нить, сделанная не из угля, а из вольфрама. Впервые это было предложено также творцом ламп накаливания. В 1890 году Лодыгин получил в Америке патент на лампу с нитью из тугоплавких металлов — вольфрама, молибдена и тантала. В 1900 году он с большим успехом демонстрировал одну из таких ламп на всемирной выставке в Париже.

Лампочка с металлической нитью горела значительно ярче лампы с угольной нитью и была в три раза экономичнее.

Интересно отметить, что примерно в те же годы нашёлся ещё один «изобретатель» лампы накаливания — англичанин Сван. Возникло даже судебное дело между Эдисоном и Сваном. Однако исход дела оказался очень неприятным как для того, так и для другого. Суд указал, что оба они пытаются присвоить чужое изобретение.

В связи с этим в одном из французских журналов тогда писали: «А Лодыгин? А его лампы? Почему же не сказать уже, что и солнечный свет изобретён в Америке!».

III. СВЕТ И ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ

ПРИРОДА СВЕТА

В 1953 году исполняется 80 лет с того дня, как зажглись первые лампочки Лодыгина. Долгий путь развития прошла электрическая лампа накаливания. Потомок лампочки Лодыгина — всем известная современная электрическая лампа — во многом отличается от своих предков. Но, прежде чем говорить о том, как совершенствована-

лись эти лампы, каковы особенности современных ламп накаливания, надо познакомиться с природой света и законами его излучения.

Что же такое свет, какова его природа?

Этот вопрос занимал человеческий ум с незапамятных времён. В древнем мире многие учёные полагали, что свет идёт из наших глаз. Это как бы щупальца, которыми человеческий глаз ощупывает окружающее. Солнце же только помогает нам видеть.

Позднее от этого совершенно неверного взгляда учёные отказались. Для всех стало очевидным, что свет излучается светящимися телами — солнцем, факелом, пламенем свечи, а глаз лишь воспринимает его. В XVII веке было высказано предположение, что свет — это поток каких-то очень мелких частиц — «корпускул». Они с большой скоростью выбрасываются светящимся телом и, когда попадают в глаза, вызывают ощущение света. Но кроме этой теории существовала другая — волновая. Согласно этой теории свет обладает волновыми свойствами; он распространяется, как предполагали, в мировой среде — «эфире» — подобно волнам на воде.

Долгое время в науке господствовала корпускулярная теория света, но затем, в начале XIX века, была подтверждена многими опытами волновая теория, которая и стала общепризнанной.

Позднее было найдено, что свет — это особые, электромагнитные волны, распространяющиеся в пространстве со скоростью света, т. е. около 300 000 километров в секунду. Это — волнообразное колебание магнитных и электрических сил, которое, подобно волнам на воде, передаётся в пространстве всё дальше.

Электромагнитные волны, или электромагнитное излучение, характеризуются длиной волны. Длина волны определяется частотой излучения, т. е. числом волн, созданных источником света за одну секунду.

Изучая различные электромагнитные излучения, учёные установили, что не только видимый свет, но и радиоволны, и невидимые инфракрасные и ультрафиолетовые лучи, и лучи Рентгена — все они представляют собой электромагнитные волны, распространяющиеся в пространстве. Различаются они только по длине волны. В то время как длина электромагнитных волн видимого света равна примерно от 4 до 8 сотысячных долей сантиметра, длина

электромагнитных радиоволн колеблется в пределах от сантиметров до многих сотен метров. Волны с длиной меньше 4 сотых сантиметра — это ультрафиолетовые лучи и лучи Рентгена, а от 8 сотых долей сантиметра до сотых долей сантиметра — невидимые глазу инфракрасные лучи.

Длиной волны электромагнитного излучения определяется и цвет. Свет красного цвета — это наиболее длинноволновое излучение, видимое глазом; длина волн для этого цвета составляет около 7—8 сотых долей сантиметра. Волны с длиной около 6 сотых долей сантиметра мы воспринимаем как свет оранжевого и жёлтого цветов. Ещё более короткие волны дают ощущение зелёного и голубого цвета. Самые короткие волны видимого света воспринимаются глазом как фиолетовый цвет.

Волновая, электромагнитная природа света была установлена в середине прошлого века. Однако на рубеже нашего столетия было открыто новое свойство световых излучений. Как оказалось, излучение и поглощение света носит прерывистый, корпускулярный, характер, т. е. свет ведёт себя не только как волна, а и как поток каких-то мельчайших материальных частиц. Об этом говорили, в частности, законы фотоэффекта, открытые А. Г. Столетовым *).

Таким образом было установлено, что природа света, который несомненно обладает волновыми свойствами, в то же время более сложна. Излучение света происходит не непрерывно, а как бы отдельными порциями энергии; они носят название квантов света.

Свет — это сложное природное явление, обладающее в одно и то же время свойствами частиц и свойствами волн. Такая двойственная природа света отражает одно из основных диалектических свойств всей материи — единство противоположностей.

Выше мы говорили о том, как рождается в веществе свет. Это происходит при возбуждении атома, когда внеш-

*) Фотоэффект — явление, наблюдаемое при облучении светом (как видимым, так и невидимым) различных веществ, в частности металлов. При этом из поверхности освещаемых веществ вылетают электроны и делают электропроводным окружающее пространство. Подробно о фотоэффекте рассказывается в книжке этой серии: В. А. Мезенцев, Электрический глаз.

ние атомные электроны, получая избыточную энергию, делают «скачок» на одну из более удалённых его орбит и затем, возвращаясь обратно, излучают избыток энергии в виде квантов: в пространство уходят электромагнитные волны.

В зависимости от величины энергии, отданной электроном, определяется и величина энергии излучаемого кванта, с которой связана длина электромагнитной волны. А это,

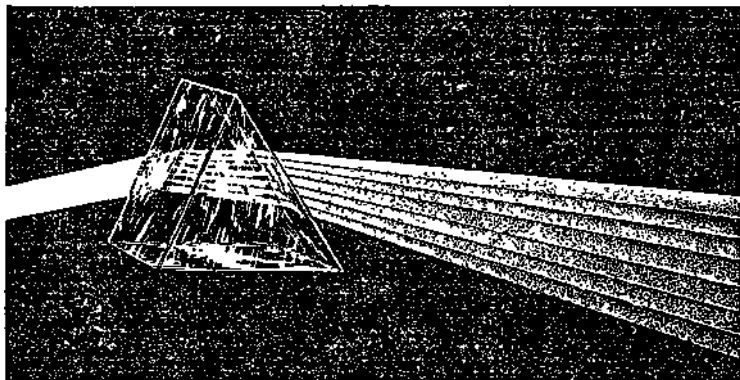


Рис. 19. Стекла́нная призма разлагает белый свет в спектр.

как вы уже знаете, определяет характер излучения. В зависимости от длины волны мы можем воспринимать излучение как свет разных цветов или же совсем его не видеть.

Все источники света, о которых мы говорили, излучают кванты самых различных энергий. Это значит, что свет, идущий от солнца, от газовой горелки, от свечи, от керосиновой и электрической ламп, всегда является суммой электромагнитных волн различных длин.

Другими словами, в излучении всех этих источников света всегда содержатся как лучи видимого света разных цветов, так и лучи невидимые — ультрафиолетовые, инфракрасные.

Почему же мы видим белый или близкий к белому свет?

Да потому, что белый свет, тот, который мы привыкли считать самым простым, обычным,— это и есть как раз сумма цветных лучей; это свет сложный.

Хорошо известен очень простой опыт, доказывающий сложность белого света. Если на пути пучка солнечного света поставить стеклянную призму — клинообразный кусок стекла,— то, пройдя её, свет как бы распадается на свои составные цвета, образуя спектр (см. рис. 19). Принято условно выделять семь основных цветов: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий и фиолетовый. На самом деле эти цвета непрерывно переходят один в другой, так что белый свет складывается из суммы излучений, имеющих бесконечное число оттенков.

Цвета спектра мы видим во многих природных явлениях, например в радуге. При радуге в каплях дождя происходит такое же разложение белого солнечного света, как и в стеклянной призме.

Помимо видимых лучей, в солнечном излучении имеются и невидимые лучи — ультрафиолетовые и инфракрасные. Излучает солнце и радиоволны.

Такую же смесь излучений различных длин волн представляет собой свет, идущий от искусственных источников света — от свечей, от ламп.

Таковы в самых общих чертах современные представления о природе света.

А теперь, зная это, мы можем хорошо разобраться в том, что представляет собой электрическая лампа, как она совершенствовалась, какие достоинства и недостатки имеет она сейчас.

КАК СОВЕРШЕНСТВОВАЛАСЬ ЛАМПА ЛОДЫГИНА

Вспомните, как нагреваются металлические предметы. Пока температура нагретого тела невысока, оно излучает лишь невидимые инфракрасные лучи. Таковы нагретый уголь, чайник с кипящей водой, истопленная печь. Никакого свечения нет. Но вот тело нагревается сильнее (эта температура составляет примерно 800 градусов) и начинает светиться красным светом: помимо инфракрасного излучения, оно испускает уже видимые лучи красного цвета. Если тело нагревать дальше, то красное свечение постепенно переходит в оранжевое и жёлтое — свет становится ярче. Затем в излучении нагретых тел появляются зелёные и синие лучи. При температуре около 5500 градусов тело начинает светиться уже ярким белым светом.

Таким образом, с изменением температуры нагрева характер излучения тела не остаётся неизменным. Излучение нагреваемого тела как бы сдвигается постепенно от длинноволновых инфракрасных лучей к лучам со всё более короткой длиной волны. Из этого ясно, что доля видимого света в излучении нагретого тела увеличивается по мере того, как повышается температура. Такое увеличение доли видимого света в энергии излучения наблюдается, однако, только до температуры в 6500 градусов. При дальнейшем повышении температуры доля видимого излучения снова уменьшается за счёт увеличения невидимого ультрафиолетового излучения.

Изменяется при повышении температуры и «цветность» света. При этом при температуре около 5500—6000 градусов излучаемый телом свет наиболее близок к солнечному. Это и понятно. Как известно, такую же температуру имеет солнце на своей поверхности.

Помимо этого, с повышением температуры увеличивается и общее количество излучаемой энергии. Если мы повысим температуру какого-нибудь тела, например, с 1500 до 3000 градусов, т. е. в два раза, то при этом излучение тела возрастёт примерно в 16 раз.

Отсюда ясно, что чем выше температура раскалённого тела, тем больший процент энергии, расходуемой на нагрев тела, переходит в свет.

С этой точки зрения первые лампочки накаливания были крайне неэкономичными источниками света. Светящийся волосок угольной лампы расходовал без пользы около 99,5 процента всей энергии, лишь полпроцента её превращалось в свет.

Естественно, что электротехники не могли мириться с такими большими потерями энергии. Началась борьба за повышение экономичности ламп накаливания.

Путь для этого был ясен: надо повышать температуру накала нити в лампочке. Однако на практике это оказалось не таким простым делом.

В первых лампах накаливания светились раскалённые тонкие угольные стерженьки. Электрический ток, подводимый к лампе, раскалял угольный волосок примерно до 2000 градусов. При этой температуре лампа работала довольно длительное время, но коэффициент полезного дей-

ствия её был очень низок. Задача увеличения экономичности этой лампы, казалось, решалась просто: стоит лишь значительно поднять температуру нагрева угольной нити, тем более, что уголь, как известно, очень тугоплавкий материал (он расплавляется при температуре около 3800 градусов). Однако первые же опыты разбились эту надежду. Хотя угольная нить и не расплавляется при дальнейшем повышении температуры, но резко уменьшается срок её службы, она очень скоро «перегорает». Была найдена причина этого нежелательного явления. Оказалось, что при высоких температурах происходит сильное испарение, распыление угольной нити. В результате нить быстро разрушается, и лампа выходит из строя.

Таким образом, уголь не годился для новых, более экономичных ламп накаливания. Надо было искать другой материал.

Мы уже говорили, что он был найден самим Лодыгиным. Изобретатель лампы накаливания предложил вместо угля использовать для нити накала тугоплавкие металлы: молибден, вольфрам и другие. Впервые такие лампочки появились уже в начале XX века. В 1900 году лампа Лодыгина с металлической нитью накаливания была представлена на всемирной выставке. В 1910 году были созданы первые пустотные лампы с вольфрамовой нитью. Они получили название «экономических». Самым сложным при этом оказалось изготовление из вольфрама тонкой нити накала. Эти лампы и получили в дальнейшем широкое распространение.

Тонкие и прочные нити из тугоплавкого вольфрама позволили повысить температуру накаливания волоска лампы примерно до 2300 градусов. Свет стал значительно белее. Экономичность электрических ламп повысилась в 2—3 раза.

На первых порах вольфрамовые лампы накаливания делались только пустотными: из баллона лампы тщательно выкачивался воздух. Только при этом условии металлический волосок лампы служил продолжительное время. Однако скоро было замечено, что и вольфрамовая нить, нагретая в сильно разреженном газе до высокой температуры, подобно угольному стерженьку, довольно сильно испаряется и разрушается.

Чтобы избежать этого явления и тем самым увеличить срок службы электрической лампы, был найден такой вы-

ход: баллон лампы, из которого откачан воздух, заполняется инертным газом, не действующим на раскалённую вольфрамовую нить. Для этого были использованы азот и аргон (теперь обычно применяют их смесь). Ещё лучшие результаты даёт применение наиболее тяжёлых инертных газов — криптона и ксенона.

В газонаполненных лампах распыление нагретой вольфрамовой нити уменьшилось. Это позволило поднять ещё выше температуру её накала и таким образом сделать лампу ещё экономичнее.

Совершенствуя лампочку Лодыгина, электротехники обратили внимание и на форму нити. В первых лампочках

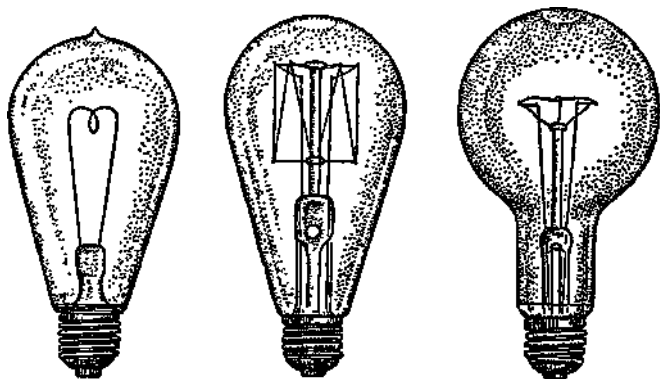


Рис. 20. Так со временем изменялся внешний вид лампы накаливания.

тонкая, похожая на паутину, металлическая нить накала укреплялась зигзагообразно на ножке, помещаемой внутри баллона (см. рис. 20). При этом поверхность нити, соприкасающаяся с газом, заключённым в баллоне, довольно велика. Это ведёт к тому, что в лампе теряется много энергии в виде отдачи тепла газу. Чтобы уменьшить эти потери, нить стали делать в виде короткой спирали, а позднее, с 1933 года, и в виде биспирали, т. е. в виде двойной спирали. При такой форме нити уменьшается поверхность её охлаждения и удлиняется срок службы.

Спиралевидная нить позволила поднять ещё выше температуру её накала.

Таков был путь усовершенствования электрической лампочки накаливания.

КАК УСТРОЕНА СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЛАМПА

Электрическая лампочка знакома всем. Но хорошо ли вы знаете её устройство?

Внешний вид современной газонаполненной лампы накаливания приведён на рисунке 21. Основные части этой лампы: стеклянный баллон, цоколь и ножка с вольфрамовой нитью.

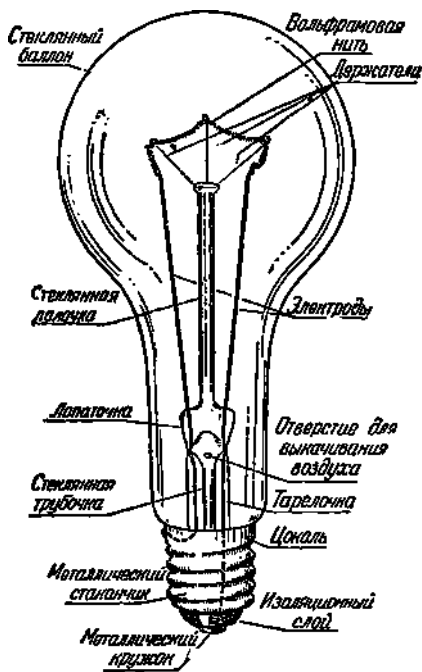


Рис. 21. Внешний вид современной газонаполненной лампы.

Стеклянный баллон служит внешней оболочкой электрической лампочки; в нём помещается ножка с нитью накала. Баллон заполнен инертным газом. При помощи цоколя электрическая лампочка укрепляется в патроне осветительной сети. Через цоколь электрический ток поступает к вольфрамовой нити.

Баллоны у разных ламп различны по форме (см. рис. 22). Все они имеют обычно довольно тонкие стенки, за исключением некоторых специальных ламп, например ламп для освещения под водой.

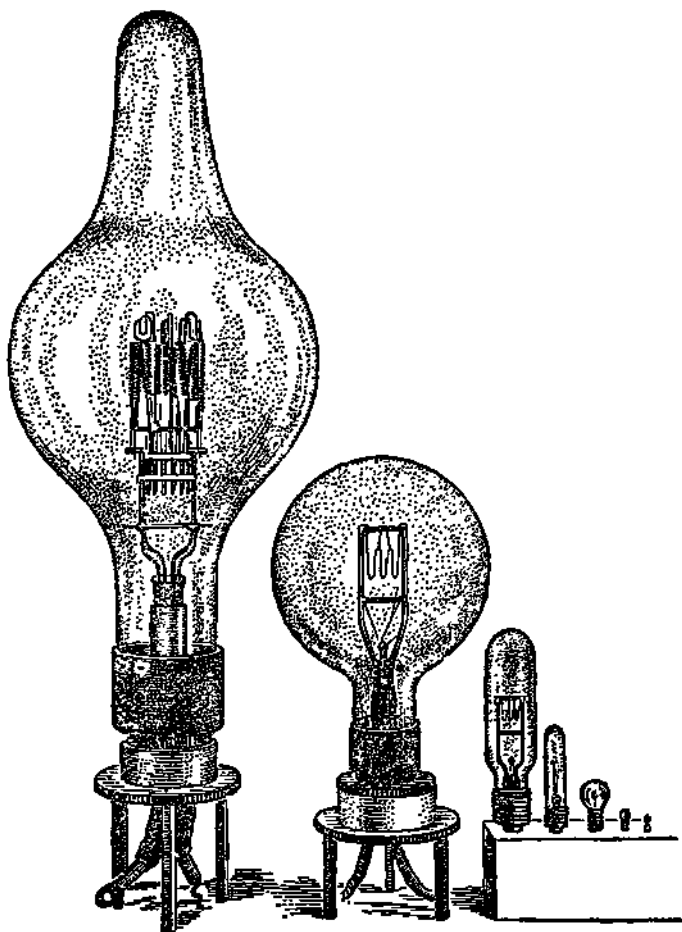


Рис. 22. Различные лампы накаливания.

Если вы внимательно посмотрите на баллон электрической лампы накаливания, то заметите на нём несколько цифр, например такие: 220 v, 40 w, П-49. Что это значит?

Первая цифра 220 в говорит о том, что лампочка предназначена для работы при напряжении электрического тока в 220 вольт. Такое напряжение в сети электрического тока существует обычно в сельских местностях. В городах напряжение в сети чаще всего 127 вольт. Для такого тока выпускаются другие лампочки. Если в сеть напряжением 127 вольт включить лампу, рассчитанную на напряжение 220 вольт, она будет светить очень тускло, даст мало света. Наоборот, если мы включим в сеть 220 вольт лампу, рассчитанную на 127 вольт, она сразу же перегорит.

Вторая цифра на баллоне 40 w означает, что электрическая мощность, потребляемая лампой, равна 40 ваттам.

Две последние цифры — П-49 — указывают дату изготовления лампочки — февраль 1949 года.

Ножка для вольфрамовой нити накаливания у обычной осветительной лампочки состоит из стеклянной палочки (см. рис. 21), тарелочки, стеклянной трубочки и двух металлических проволочек-проводников, соединённых с вольфрамовой спиральной нитью. Все части ножки скреплены друг с другом лопаточкой — так называют верхнюю сплюснутую часть тарелочки.

Нижняя часть тарелочки соединена с баллоном — она герметически закрывает его узкое горло. Стеклянная палочка, соединённая с лопаточкой, в своей верхней части имеет металлические держатели для вольфрамовой нити. Это — тонкие упругие проволочки с петлеобразными крючками на концах. Концы спирали накаливания соединены с металлическими проволочками ножки. Эти проволочки соединяют нить накаливания через цоколь с источником электрического тока. Одна из них припаивается к металлическому стаканчику цоколя, а другая — к металлическому кружку цоколя (см. рис. 21), отделённому от стаканчика стекловидным изоляционным слоем. Когда электрическая лампочка вставляется в патрон, один из проводов осветительной сети соединяется с металлическим стаканчиком цоколя, а другой — с его металлическим кружком. Так при включении лампы электрический ток проходит через вольфрамовую спираль, спираль сильно разогревается и излучает свет.

Для закрепления лампочки в патроне металлический стаканчик цоколя обычно имеет винтовую нарезку. Но бывают цоколи и другого устройства. На рисунке 23 показан, например, цоколь со штыковым затвором. Лампа

с таким цоколем вставляется в особый патрон (с вырезами для штифтов и пружиной) и поворачивается. При этом штифты цоколя прижимаются к вырезам патрона пружинной и лампа крепко удерживается в патроне. Лампы с таким цоколем применяют там, где осветительные устройства подвергаются постоянной тряске. Таковы, например, автомобильные лампы.

Небольшая стеклянная трубочка, входящая в состав ножки, необходима при изготовлении электролампы. Она предназначена для выкачивания воздуха из баллона и для заполнения его газом. На рисунке 21 ясно видно небольшое отверстие, через которое производятся эти операции. Когда лампа заполнена газом, трубочку запаивают.

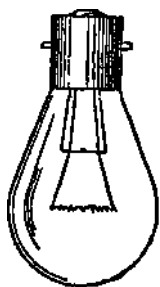


Рис. 23. Цоколь со штыковым затвором.

Производство электрических ламп — одно из самых автоматизированных производств. Почти все операции производятся здесь при помощи машин-автоматов.

Интересно изготовление тонких вольфрамовых нитей. На завод поступает вольфрамовая проволока диаметром обычно около одного миллиметра. Из неё необходимо получить нить толщиной всего в 20—30 микронов*). Для этого разогретая проволока протягивается через особые, так называемые волочильные машины. Каждая такая машина имеет отверстие — глазок (фильер), через который и протягивается разогретая проволока. Проходя через всё меньшие глазки, проволока становится всё тоньше и тоньше. Для того чтобы получить тончайшую вольфрамовую нить диаметром 20—30 микронов, проволоку толщиной в один миллиметр пропускают более чем через 40 глазков.

Вольфрам — очень твёрдый металл. Поэтому глазки волочильных машин, применяющихся на электроламповых заводах, сделаны из алмаза или заменяющих его сверхтвёрдых материалов.

Наша электроламповая промышленность выпускает теперь многие миллионы самых разнообразных ламп накаливания. Помимо всем известных ламп, которые мы видим на каждом шагу, есть и необычные, редкие элек-

*) Микрон — одна тысячная миллиметра.

трические лампы. Таковы, например, лампы-гиганты, применяемые для специальных целей, например для морских маяков. Самая большая из таких ламп имеет высоту более метра; мощность её 50 тысяч ватт. Существуют и лампы-карлики. Самая маленькая из таких ламп используется в медицине — для освещения внутренних органов человека при операциях и обследованиях. По своим размерам она меньше горошины!

Нить накала этой лампочки-малютки трудно увидеть — настолько она тонка.

ЧЕМ ПЛОХА ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ

Современная лампа накаливания — очень удобный, безопасный и дешёвый источник света. Яркий свет электрической лампочки несравненно лучше света свечи или керосиновой лампы.

Но есть у неё и недостатки.

Первый существенный и непреодолимый недостаток лампы накаливания — её низкий коэффициент полезного действия. Мы уже говорили о том, что в составе света, идущего от лампы накаливания, много невидимых лучей. На это уходит большая часть энергии, и избавиться от такого непроизводительного расходования электрической энергии мы не можем. Помимо этого, много подводимой к лампе электрической энергии расходуется в виде тепла: оно теряется как в проводах, так и в самой лампе. И только совсем небольшая доля подводимой энергии превращается в свет видимый. В лучших современных лампах накаливания эта доля не превышает 6—7 процентов. Отсюда видно, что затрачиваемая на освещение энергия расходуется крайне неэкономно.

Как известно, большим преимуществом электрического освещения является то обстоятельство, что энергия, необходимая для получения света, вырабатывается на электростанции. «Успех электрической лампы,— писал академик С. И. Вавилов,— был обязан тому, что она позволила осуществить светоцентрали в виде электростанций». Но если расценивать это преимущество электрической лампы накаливания с точки зрения её экономичности, то оно часто ещё в несколько раз уменьшает коэффициент полезного действия электрической лампочки. Если электрическая энергия вырабатывается на теплоэлектростан-

трали, то здесь расходуется химическая энергия топлива — торфа или угля, причём примерно только пятая часть этой энергии преобразуется в электрический ток, а отсюда получается, что в лампе накаливания лишь около одного процента (да и то в крайнем случае) энергии, заключённой в таком ценном горючем, как уголь, преобразуется с пользой для дела. Остальные 99 процентов энергии — бесполезные потери. Как видите, наша электрическая лампочка — далеко не экономный источник света.

Есть и второй большой недостаток у лампы накаливания: свет её сильно отличается от дневного. В составе его много жёлтых и красных лучей. Как и костёр наших далёких предков, лампа накаливания даёт свет, отличный от солнечного. Это утомляет наши глаза, которые в процессе своего длительного развития привыкли, приспособились к солнечному, дневному свету. Окраска различных предметов в свете лампы накаливания кажется нам иной, чем днём; синяя материя выглядит почти чёрной, а красные тона кажутся более яркими. Поэтому при свете лампы накаливания очень трудно, а иногда и невозможно, производить работы, связанные с оценкой различных цветов. К таким работам относятся, например, работа на текстильных предприятиях, работа в типографии, когда она связана с красочной печатью, работа швейных и меховых производств.

Можно ли избавиться от этих двух недостатков лампы накаливания? Нельзя.

Правда, путь некоторого улучшения электрической лампочки нам известен. Этот путь — повышение температуры нагрева волоска лампы. Как вы уже знаете, с повышением температуры накала изменяется «цветность» света и повышается экономичность лампы. Если добиться, чтобы волосок лампы был нагрет до 6000 градусов, он будет испускать свет, близкий к дневному; коэффициент полезного действия такой лампы также значительно увеличится. Но решить эту задачу очень тяжело. Для такой высокой температуры накала нити, сделанные из металлов, не годятся — они плавятся.

Можно, конечно, найти другие материалы для волоска. И такие попытки светотехников известны. Например, есть предложение применять в качестве нити накала в электрических лампах углеродистые химические соединения некоторых металлов, в частности, вещество, называемое кар-

биданталом. Это вещество выдерживает температуру около 4500 градусов. Однако, волоски накала, сделанные из карбидантала и других подобных ему веществ, служат лишь непродолжительное время.

Будущее принадлежит совсем иным лампам — лампам «холодного света».

Все источники света, которыми пользовалось человечество с древнейших времён и до недавнего времени, были горячими. В костре и факеле, в свече и керосиновой лампе излучателем света служат мелкие накалённые частицы твёрдого тела — сажа. Таков же, по существу, способ получения света и в электрической лампе накаливания: свет излучает в ней нагретое до высокой температуры твёрдое тело — вольфрамовая спираль.

Но нет ли других, совершенно иных путей получения света, минуя огонь и тепло? Ведь природа света совсем иная, чем природа теплоты и огня. Огонь — это раскалённый газ, теплота — это энергия движения частиц нагретого тела *), а свет, как вы уже знаете, представляет собой электромагнитные волны, распространяющиеся в пространстве в виде потока квантов лучистой энергии. Не ясно ли отсюда, что свет совсем не обязательно должен быть связан с теплом?

И действительно, сама природа показывает нам, что свет может быть не только «горячим», но и «холодным», т. е. излучаться холодным телом.

О таком свете мы сейчас и поговорим.

IV. ХОЛОДНЫЙ СВЕТ

ЧТО ТАКОЕ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

На возможность создания светильников холодного света указывал ещё великий русский учёный М. В. Ломоносов.

«Надо подумать,— писал он,— о безвредном свете гниющих деревьев и светящихся червей. Затем нужно написать, что свет и теплота не всегда взаимно связаны и потому различествуют».

*) О природе тепла подробнее можно прочесть в брошюре «Научно-популярной библиотеки» Гостехиздата: проф. Б. Б. Кудрявцев, Движение молекул.

В течение многих лет холодное свечение тел изучал академик В. В. Петров.

Что же представляет собой холодный свет?

Если вы бывали в летнюю ночь в лесу, то, наверное, видели светлячков. Эти маленькие живые фонарики светятся то тут, то там — в траве, на листьях деревьев. Такой «фонарик» можно брать в руки, не боясь обжечься. Источником света у светлячка служит небольшое пятнышко на спинке: оно испускает холодный зелёный свет.

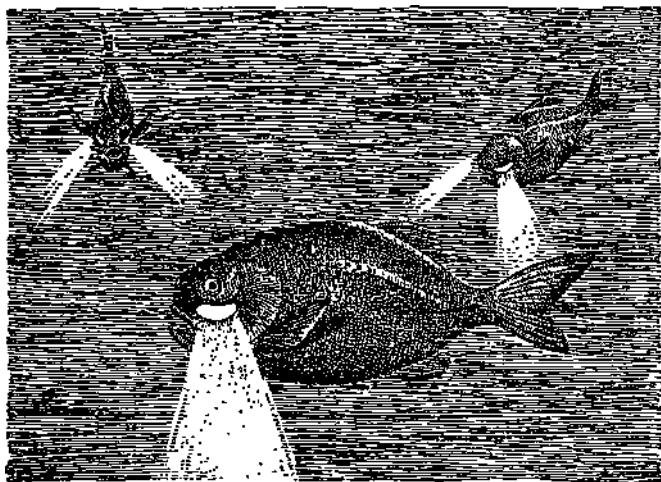


Рис. 24. Светящиеся глубоководные рыбы.

Светлячок — не единственный пример холодного свечения в окружающей нас природе. Встречаются также светящиеся черви, жуки. В глубоких слоях морей и океанов живут рыбы, имеющие на своём теле «лампы» холодного света (рис. 24). Известны светящиеся бактерии. Всем хорошо знакомо, как светится в темноте гнилое дерево. Светятся холодным светом растворы некоторых органических красок и другие химические вещества.

Во всех этих случаях мы наблюдаем свет при отсутствии огня и тепла. Такое свечение называют люминесценцией (от латинского слова люмен — свет). При этом свет возбуждается не тепловой, а какой-нибудь другой формой энергии — химической, лучистой,

электрической. Другими словами, тело светится без нагревания.

Различают несколько видов люминесцентного свечения.

Когда в свет превращается химическая энергия, то такое явление относят к так называемой хемилюминесценции. Именно этот вид люминесценции мы видим в свечении рыб, насекомых, при гниении дерева. Во всех этих случаях протекают химические и биохимические процессы, которые и являются источником чистой энергии.

Как теперь установлено, в организмах таких животных вырабатывается особое вещество — люциферин. Люциферин окисляется кислородом воздуха. Выделяющаяся при этом химическая энергия возбуждает электроны в частицах вещества и таким образом преобразуется в свет.

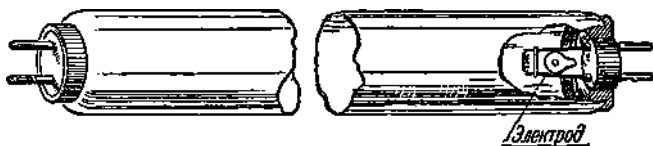


Рис. 25. Устройство газоразрядной лампы.

Явления хемилюминесценции очень интересны и, вероятно, в будущем на этой основе будут созданы источники света. В современных же лампах холодного света используются два других вида люминесценции.

Один из этих видов — свечение разреженных газов или паров при пропускании через них электрического тока. Это явление первым изучал ещё М. В. Ломоносов. Выясняя природу полярных сияний, он делал такой опыт: выкачивал из стеклянного шара воздух и пропускал через разреженный воздух, оставшийся в шаре, электрический разряд. «Возбуждённая электрическая сила в шаре, из которого воздух вытянут, — писал учёный, — внезапные лучи испускает, которые во мгновение ока исчезают и в то же почти время новые на их места выскакивают, так что непрерывное блистанье быть кажется».

Дальнейшее изучение свечения разреженных газов под действием электрического тока привело к созданию газосветных, или газоразрядных, ламп. Первые такие лампы были построены ещё в XIX веке.

Обычно газоразрядная лампа — это трубка из стекла или кварца, в которую по краям впаяны два электрода (см. рис. 25); через них к лампе подводится электрический ток. В качестве газа, заполняющего газоразрядную трубку, теперь используются аргон, неон, гелий, пары ртути, пары натрия и другие.

Такой трубке можно придавать любую форму.

Когда через газоразрядную трубку пропускается электрический ток от одного электрода к другому, в ней пронесится поток электрически заряженных частиц — электронов и ионов. Сталкиваясь с атомами газа, эти частицы приводят их в возбуждённое состояние, и в трубке возникает свечение.

Обычно люминесцирующий газ излучает лучи какого-либо одного, небольшого участка спектра, например красные или синие. Такой свет дают газоразрядные трубки, применяющиеся теперь очень часто для рекламы, для иллюминации во время праздников, для сигнализации и некоторых других целей.

Особенно широко применяются газоразрядные трубки, заполненные неоном или аргоном. Трубки с неоном светятся красным, а трубки с аргоном (в присутствии паров ртути) — синим цветом.

Из них выполняют, например, различные цветные надписи на зданиях, которые теперь часто можно видеть в больших городах.

Газосветные лампы экономичнее ламп накаливания в несколько раз. Однако значение их как источников освещения оказалось небольшим. Дело в том, что все они, в большей или в меньшей степени, дают свет, далёкий от дневного, к которому привыкли наши глаза.

Кроме того, свет газоразрядных ламп заметно пульсирует, «мигает», что также служит серьёзным недостатком, если применять такую лампу для освещения. Причина этого явления кроется в том, что через трубку пропускается переменный ток, который обычно используется в технике.

Каждую секунду такой ток сто раз изменяется по своей величине. Соответственно этому изменяется и яркость свечения газа в трубке.

Проблема дневного света была решена на пути использования другого вида люминесценции — явления так называемой фотолюминесценции.

СВЕТЛО КАК ДНЁМ

При хемилюминесценции источником свечения служит энергия химических реакций. В газоразрядной трубке холодное свечение возникает за счёт энергии электрического тока. Что же служит источником холодного света при фотолюминесценции?

Оказывается... также свет.

Но для чего же нужно, спросите вы, получать свет за счёт света? Есть ли в этом какой смысл?

Оказывается, есть.

Дело заключается в том, что, освещая какое-то люми- несцирующее тело лучами с одной длиной волны, мы получаем холодный свет с другой длиной волны. Например, есть такая органическая краска — флуоресцеин. Если водный раствор этой краски освещать невидимыми ультрафиолетовыми лучами, то он будет светиться видимым ярким зелёным цветом.

Таким свойством обладают и многие другие жидкости, например керосин. Посмотрите на его поверхность, освещённую солнцем: она имеет синеватый оттенок. Объясняется это тем, что керосин поглощает лучистую энергию солнца и часть её снова излучает.

И вот что при этом существенно. Свет, поглощаемый люминесцирующим веществом — лю м и н о ф о р о м, имеет всегда меньшую длину волны, чем свет, им излучаемый. Это основной закон фотолюминесценции. Он и позволяет нам преобразовывать невидимое излучение в видимое или видимый свет одного цвета в видимый же свет другого цвета.

Как же было использовано в светотехнике явление фотолюминесценции?

Для этого были применены не люминесцирующие жидкости, а твёрдые люминофоры, или так называемые ф о с ф о р ы. К числу таких веществ относится, например, химическое соединение цинка и серы — сернистый цинк, смешанный с небольшим количеством некоторых тяжёлых металлов.

Подобно раствору флуоресцеина и некоторым другим жидкостям, фосфоры также светятся под действием невидимых ультрафиолетовых лучей. Твёрдый люминофор может излучать целый участок сплошного спектра. Цвет свечения зависит от состава фосфора.

В новых выпускаемых сейчас нашей промышленностью люминесцентных лампах, или, как их часто называют, лампах «дневного света», используются два явления — свечение разреженных газов при пропускании электрического тока и явление фотолюминесценции.

Среди газоразрядных трубок уже давно были известны трубки, заполненные парами ртути. Свет этих ламп, по сравнению с другими газосветными трубками, ближе всего подходит к белому. Однако он всё же далёк от дневного. Кроме того, в излучении ртутных ламп очень много ультрафиолетовых лучей. Поэтому такие лампы применялись и применяются теперь главным образом не для освещения, а для иных, специальных целей. Широкой известностью пользуются, например, ртутные газосветные лампы для лечения многих заболеваний как источник ультрафиолетовых лучей. Они известны под названием «горное солнце». Вместо обычного стекла в таких лампах применяется кварцевое стекло, хорошо пропускающее ультрафиолетовые лучи.

Вместе с тем именно эти лампы и стали основой для создания ламп «дневного света». Недостаток ртутной лампы (как источника света) — обилие в её излучении ультрафиолетовых лучей — оказался её достоинством.

Произошло это после того, как учёными было найдено простое и очень удачное решение: использовать в газоразрядной ртутной трубке явление фотолюминесценции. В Советском Союзе эта задача была решена академиком С. И. Вавиловым. Вот как это осуществлено практически. Новая люминесцентная лампа — это газоразрядная ртутная трубка, сделанная из обычного стекла, заполненная смесью паров ртути с аргоном. На внутреннюю поверхность её нанесён тонкий слой люминофора, который состоит из смеси различных фосфоров. Люминофор поглощает ультрафиолетовые лучи и светится ярким белым светом, очень близким к дневному.

В настоящее время нашей промышленностью выпускаются в массовых количествах два вида люминесцентных ламп — лампы «ДС» и лампы «БС». Лампы «ДС», что значит лампы дневного света, дают свет близкий к рассеянному дневному, а лампы «БС», т. е. белого света — свет несколько более жёлтый. Находят также применение лампы «мягкого белого света», они дают свет розоватого оттенка.

Изменяя состав люминофоров, можно получить излучение любого цвета и оттенка.

Новые лампы уже сейчас в несколько раз более экономичны, чем лампы накаливания, теплотери в них очень невелики. Это действительно лампы холодного света. Свет люминесцентных ламп несравненно более близок к днев-

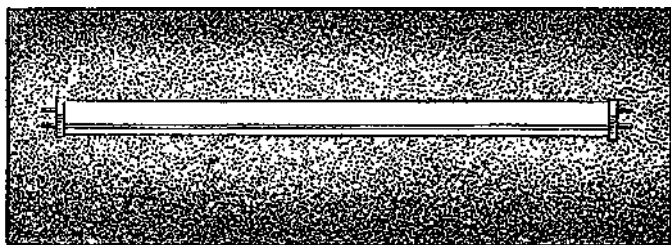


Рис. 26. Внешний вид лампы дневного света.

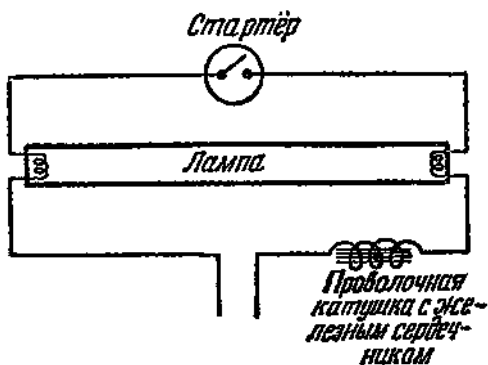


Рис. 27. Схема включения люминесцентной лампы. Стартер при включении лампы на короткое время замыкается для нагрева электродов лампы.

ному, чем свет какого-либо другого искусственного источника. Только с появлением этих ламп была успешно решена проблема работы в ночные часы на таких предприятиях, где необходим дневной свет.

Срок службы новых ламп очень большой — не менее 1500 часов.

Таковы положительные качества люминесцентных ламп. Имеют они пока и свои отрицательные стороны.

К числу последних надо отнести, например, то обстоятельство, что лампы дневного света удовлетворительно работают лишь при достаточно высокой температуре (от +15 градусов и выше). Зажигание люминесцентных ламп значительно сложнее, чем ламп накаливания. Схема включения такой лампы приведена на рис. 27. Но положительные качества новых ламп несомненно покрывают эти недостатки,

КАКОЙ СВЕТ ЛУЧШЕ

Сейчас, когда лампы нового, холодного света начинают всё больше входить в нашу жизнь, у многих возникает вопрос: а чем лучше эти новые лампы, не вредны ли они для глаз?

Такое сомнение связано обычно с тем, что в свете люминесцентных ламп несколько необычно выглядят человеческие лица.

Исследованиями наших учёных на это дан вполне определённый ответ: свет новых ламп не приносит никакого вреда зрению. Люминесцентные лампы — несомненно, более совершенный источник света.

Мы уже говорили о том, что в процессе длительного развития наши глаза привыкли к естественному, дневному освещению. При дневном свете глаз меньше утомляется, лучше видит. Поэтому понятно, что чем ближе искусственный свет к дневному, тем он лучше для глаз.

Этому важному требованию удовлетворяют более всего лампы холодного света.

Что же касается некоторой «необычности» холодного света, то, как показывает опыт, глаза скоро привыкают к белому свету новых ламп, и человек перестаёт замечать непривычный на первых порах оттенок в освещении.

Установлено, что для глаз несколько более приятен свет ламп «мягкого белого света», а лампы «ДС» незаменимы во всех тех случаях, где по условиям производства требуется дневной свет.

Однако вопрос о том, какой свет лучше, далеко не ограничивается сказанным. Задача наилучшего, безвредного для глаз освещения решается в конечном счёте не тем, какие лампы горят в помещении — лампы накаливания или лампы холодного света, а тем, в каком виде и где размещаются источники света. Дру-

гими словами, главное заключается не в качестве света (если сравнивать свет ламп накаливания и ламп люминесцентных), а в качестве освещения. Именно условия освещения в первую очередь определяют работоспособность наших глаз и высокую производительность труда при вечерней и ночной работе.

Каковы же эти условия?

Познакомимся с тем, как измеряется освещение.

От величины электрической мощности, потребляемой лампочкой накаливания, зависит сила её света. Силу света



Рис. 28. Дневной свет в метро.

до сих пор измеряют в свечах. Такая единица силы света была принята ещё в те времена, когда на смену свечам стали появляться новые, более сильные источники света — керосиновые лампы, газовые горелки и т. д. Силу света различных ламп и стали тогда сравнивать со свечой. Появилось выражение: лампа силой в 25 свечей. Так же определялась сила света и у первых электрических лампочек. И теперь ещё часто приходится слышать, когда лампу накаливания мощностью в 40 ватт называют лампочкой в 40 свечей. Однако это неверно. Обычно число ватт, обозначенное на лампе, не равно числу свечей. Так,

например, лампочка в 40 ватт даёт свет силой не 40, а 30 свечей.

Чем больше сила света лампы, тем сильнее освещаются предметы. Для определения степени освещения существует другая единица — люкс. Освещённость, равную одному люксу, даёт свеча на расстоянии одного метра *). Отсюда ясно, что освещённость зависит как от силы источника света, так и от расстояния до этого источника.

Чтобы представить себе величину люкса, укажем, что освещённость поверхности земли ночью при полной луне достигает примерно 0,2 люкса.

Из этого примера видно, что мы можем выполнять многие работы уже при освещённости, меньшей одного люкса. Однако такая освещённость, конечно, далеко не достаточна — она очень утомительна и вредна для глаз. Выполнять тонкую работу при ней совсем нельзя.

Исследованиями установлено, что с повышением освещённости повышается производительность труда, человек меньше утомляется.

В Советском Союзе существуют определённые нормы освещённости, установленные законом. Каковы они? Вот несколько примеров:

Общая освещённость комнаты в квартире установлена в 25 люксов.

Общая освещённость сборочных, штамповочных и других подобных цехов должна быть не менее 50 люксов.

Такая же освещённость установлена для клубов, общественных столовых, различных учреждений.

Во многих случаях предусматривается дополнительное освещение рабочего места. Такое освещение необходимо, например, в механических цехах, у станков, в часовых и швейных мастерских, у чертёжных столов, у письменного стола в жилой комнате и т. д. Освещённость рабочего места, в зависимости от характера выполняемой работы, может достигать 500 люксов.

Освещённость помещений и рабочих мест связана с тем, какова окраска потолка и стен комнаты. Если они имеют светлые тона, то и в комнате будет светлее.

Кроме того, степень необходимой освещённости во многом зависит от того, с какими материалами приходится ра-

*) При этом имеется в виду, что освещаемая поверхность располагается перпендикулярно к лучам падающего света.

ботать. Разные предметы по-разному поглощают и рассеивают падающий на них свет. Белая бумага, например, поглощает около 20 процентов падающей лучистой энергии, остальная часть света рассеивается. А чёрная материя поглощает от 90 до 99 процентов света. Только от 1 до 5 процентов упавшего на чёрную ткань света попадает нам в глаза. Ясно, что для работы с тёмными, а также мелкими вещами требуется большая освещённость.

Но достаточная освещённость — это ещё не всё. Не следует думать, что освещение тем лучше, чем больше сила света ламп в помещении. Необходимо учесть ещё ряд других требований.

Освещённость рабочего места должна быть постоянной. Поэтому источники света у рабочих мест надо жёстко закреплять.

Далее — рабочее место должно быть освещено по возможности равномерно. Дело в том, что наши глаза по-разному воспринимают яркий свет и темноту. Вспомните, что происходит, когда вы заходите в солнечный день в полутёмную комнату: вы ничего не видите. Однако проходит короткое время, и ваши глаза «привыкают» к слабому освещению комнаты, вы уже хорошо видите всё, что в ней находится.

Такую способность глаза приспособляться как к яркому, так и к сумеречному свету называют адаптацией. Она позволяет нам видеть при самых различных условиях освещённости.

Однако частый переход от яркого освещения к слабому и наоборот вреден для наших глаз. Поэтому хорошая работоспособность человека связана с постоянным и равномерным освещением. Если же при работе перед глазами будут находиться как ярко освещённые, так и тёмные предметы, то условий для высокопроизводительного труда не будет.

Требование равномерного освещения относится не только к рабочему месту, но и ко всей окружающей обстановке. Если вы работаете за письменным столом, то, помимо хорошей освещённости непосредственно вашего рабочего места — поверхности стола, — должны быть освещены и стены, и потолок комнаты.

Работа при освещении, когда всё в комнате, кроме поверхности стола, находится в полумраке, вредна для глаз.

Вот почему в комнатах и цехах, где имеется местное освещение, устанавливается кроме того и общее освещение всего помещения.

Большое значение для равномерной освещённости имеет расположение источников света; они должны быть установлены так, чтобы работающему не мешали тени от рук, от головы, от инструментов и деталей.



Рис. 29. Отражённый свет создаёт равномерное, приятное для глаз освещение.

Наконец, в поле зрения не должно быть и ярких, слепящих пятен, скажем, отражений светящегося волоска лампы в разных металлических поверхностях, в настольном стекле и т. д. Такой отражённый свет крайне отрицательно действует на глаза и резко снижает производительность труда.

Ещё хуже, когда перед глазами находится открытая электрическая лампа накаливания.

Надо сказать, что такая открытая, без какого-либо абажура, лампа как источник освещения в комнате вообще недопустима. Она вредна для глаз, кроме того, при этом неразумно распределяется в комнате световой поток. Свет расходится равномерно по всем направлениям — и

кверху и книзу, тогда как более желательно направлять основную часть светового потока книзу.

Применение абажуров позволяет лучше, рациональнее использовать в комнате свет электрической лампы накаливания. Однако здесь также возможны ошибки. Часто ещё применяют неэкономичные, вредные для зрения, абажуры.

Прежде всего,— это яркие цветные абажуры, выполненные из стекла, бумаги или материи. Такие абажуры поглощают много света и иногда, например красные, раздражающе действуют на глаза.

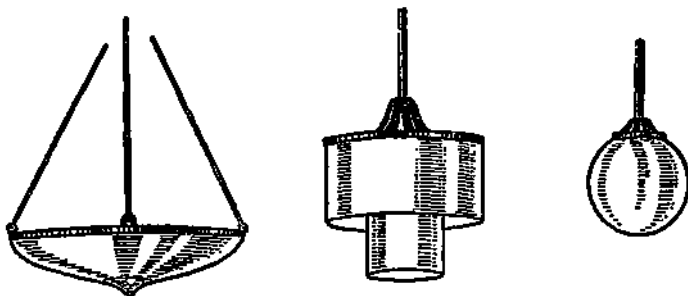


Рис. 30. Абажуры из молочного или матового стекла дают свет, безвредный для глаз.

Лучше всего абажуры из молочного или матового, рассеивающего свет стекла. Форма их может быть самой различной (см. рис. 30).

Можно освещать комнату и матерчатым абажуром, но при условии, чтобы его внутренняя поверхность хорошо отражала свет. Кроме того, часть света должна падать на стены и потолок.

Таковы в самых кратких чертах условия, необходимые для создания хорошего освещения.

В странах империализма нет никакой заботы о здоровье трудящихся, о безопасности работы. Выколачивая из рабочих максимальную прибыль, империалисты не думают о правильном, безопасном для глаз освещении производственных помещений. В результате только в одних Соединённых Штатах Америки каждый год около 100 тысяч рабочих портят своё зрение и становятся инвалидами.

Другая картина у нас, в Советском государстве. Наше правительство неуклонно заботится об охране труда. Боль-

шое внимание уделяется и вопросу улучшения освещения на производстве. Этим занимаются специальные научно-исследовательские институты страны.

Современные источники света дают нам все возможности для создания прекрасного, безвредного освещения. Надо лишь уметь пользоваться этими источниками, беречь свои глаза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Миллионы электрических огней горят в городах и колхозах нашей Родины. С каждым годом жизнь советских людей становится ярче, лучше, богаче.

Непрерывный рост производства тесно связан с электрификацией страны, с широким, всесторонним использованием электрической энергии в нашем народном хозяйстве.

Уже в предвоенные годы Советский Союз занял по уровню производства электрической энергии первое место в Европе. В 1951 году у нас производилось электроэнергии на душу населения в два с лишним раза больше, чем в 1940 году. Пятым пятилетним планом намечено новое весьма значительное увеличение производства электрической энергии.

Электричество находит всё более широкое применение в промышленности и сельском хозяйстве. На использовании этой могучей природной силы строятся всё новые высокопроизводительные машины, растут механизация и автоматизация производственных процессов, успешно создаётся материально-производственная база коммунистического общества, с каждым днём повышается материальный и культурный уровень жизни советских людей.



ЛИТЕРАТУРА

1. Акад. Шателен, М. А., Русские электротехники второй половины XIX века, Госэнергоиздат, 1950.
2. Акад. Вавилов, С. И., О «тёплом» и «холодном» свете, Издательство Академии Наук СССР, 1949.
3. Проф. Капцов, Н. А., Яблочков — слава и гордость русской электротехники, Воениздат, 1948.
4. Проф. Кудрявцев, Б. Б., Василий Владимирович Петров, его жизнь и деятельность, Гостехиздат, 1952.
5. Кнорринг, Г. М., Электрический свет, Госэнергоиздат, 1950.
6. Луизов, А. В., От лучины до лампы дневного света, Лекция Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний, 1951.
7. Проф. Майзель, С. О., Новые источники света, Воениздат, 1948.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
I. Свет от пламени	
Загадка огня.	4
Первые светильники.	9
Масляные лампы и свечи.	13
Керосин и газ.	15
II. «Русский свет»	
Что такое электричество.	19
Открытие русского физика и первое электрическое освещение	22
«Свет приходит из России»	30
Лампы Лодыгина.	37
III. Свет и лампа накаливания	
Природа света.	43
Как совершенствовалась лампа Лодыгина.	47
Как устроена современная электрическая лампа.	51
Чем плоха лампа накаливания.	55
IV. Холодный свет	
Что такое люминесценция.	57
Светло как днём.	61
Какой свет лучше.	64
Заключение	70

Цена 1 р. 5 к.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ БИБЛИОТЕКА

- Вып. 20. Проф. Б. Б. КУДРЯВЦЕВ. Движение молекул.
Вып. 21. Г. Н. БЕРМАН. Счёт и число.
Вып. 22. О. А. РЕУТОВ. Органический синтез.
Вып. 23. К. А. ГЛАДКОВ. Дальновидение.
Вып. 24. Н. Г. НОВИКОВА. «Необыкновенные» небесные явления.
Вып. 25. Н. В. КОЛОБКОВ. Грозы и бури.
Вып. 26. А. И. ПОГУМИРСКИЙ и Б. П. КАВЕРИН. Производственный чертёж.
Вып. 27. Проф. Р. В. КУНИЦКИЙ. День и ночь. Времена года.
Вып. 28. Е. В. БОЛДАКОВ. Жизнь рек.
Вып. 29. А. В. КАРМИШИН. Ветер и его использование.
Вып. 30. Г. А. ЗИСМАН. Мир атома.
Вып. 31. В. С. СУХОРУКИХ. Микроскоп и телескоп.
Вып. 32. Н. В. ГНЕДКОВ. Воздух и его применение.
Вып. 33. А. Н. НЕСМЕЯНОВ. Меченые атомы.
Вып. 34. В. Д. ОХОТНИКОВ. В мире застывших звуков.
Вып. 35. С. Г. СУВОРОВ. О чём говорит луч света.
Вып. 36. Г. В. БЯЛОБЖЕСКИЙ. Снег и лёд.
Вып. 37. М. С. ТУКАЧИНСКИЙ. Как считают машины.
Вып. 38. С. Д. КЛЕМЕНТЬЕВ. Управление на расстоянии.
Вып. 39. Л. К. БАЕВ и И. А. МЕРКУЛОВ. Самолёт-ракета.
Вып. 40. Д. О. СЛАВИН. Свойства металлов.
Вып. 41. Проф. В. П. ЗЕНКОВИЧ. Морской берег.
Вып. 42. Проф. С. Р. РАФИКОВ. Пластмассы.
Вып. 43. В. А. ПАРФЁНОВ. Крылатый металл.
Вып. 44. В. А. МЕЗЕНЦЕВ. Электрический глаз.
Вып. 45. Б. Н. СУСЛОВ. Вода.
Вып. 46. И. А. ВАСИЛЬКОВ и М. З. ЦЕЙТЛИН. Кладовые Солнца.
Вып. 47. С. Д. КЛЕМЕНТЬЕВ. Электронный микроскоп.
Вып. 48. Э. И. АДИРОВИЧ. Электрический ток.
Вып. 49. В. В. ГЛУХОВ и С. Д. КЛЕМЕНТЬЕВ. Техника на стройках коммунизма.
Вып. 50. Ф. И. ЧЕСТНОВ. Радиолокация.
Вып. 51. Проф. К. К. АНДРЕЕВ. Взрыв.
Вып. 52. Д. А. КАТРЕНКО. Чёрное золото.
Вып. 53. Г. А. АРИСТОВ. Солнце.
Вып. 54. К. Б. ЗАБОРЕНКО. Радиоактивность.
Вып. 55. А. Ф. БУЯНОВ. Новые волокна.
Вып. 56. М. А. СИДОРОВ. От лучины до электричества.