

Г.М. Кнорринг

**Справочник для проектирования
электрического освещения**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 528
ББК 38.2
Г11

Г11 **Г.М. Кнорринг**
Справочник для проектирования электрического освещения / Г.М. Кнорринг – М.: Книга по Требованию, 2023. – 381 с.

ISBN 978-5-458-50233-7

ISBN 978-5-458-50233-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

При светораспределении, заданном аналитически, интеграл берется:
 для равномерного источника (шар) $\Phi_{0-180} = 4\pi I$;
 для диффузного диска $\Phi_{0-90} = \pi I_0$;
 для диффузного цилиндра $\Phi_{0-180} = \pi^2 I_{90}$;
 для люминесцентной лампы из-за неполной диффузности излучения $\Phi_{0-180} = 9,25 I_{90}$;
 для диффузного полушара $\Phi_{0-180} = 2\pi I_0$;

Таблица 1-1

Зональные телесные углы

для случая применимости выражения (1-2)

$$\Phi_{0-90} = I_0 \frac{2\pi}{m+1}; \quad (1-9)$$

это же выражение может быть использовано для определения показателя m в нижней полусфере:

$$m = \frac{2\pi I_0}{\Phi_{0-90}} - 1. \quad (1-9a)$$

Для круглосимметричных светильников, светораспределение которых задано кривой или таблицей, поток определяется умножением зональных телесных углов на силу света в направлении середины каждой из зон и суммированием произведений, так что

$$\Phi_{0-180} = I_5 \omega_{0-10} + I_{15} \omega_{10-20} + \dots + I_{175} \omega_{170-180}. \quad (1-10)$$

Значения зональных телесных углов для десятиградусных зон приведены в табл. 1-1.

Определение потока светильников с трубчатыми лампами, имеющих две плоскости симметрии, производится в следующем порядке:

Значения силы света в направлениях 5, 15, 25, ..., 85° продольной плоскости умножаются на значения телесного угла ω :

α , град	5	15	25	35	45
ω , ср	0,0303	0,0294	0,0276	0,0249	0,0215
α , град	55	65	75	85	
ω , ср	0,0174	0,0129	0,0079	0,0027	

Делением удвоенной суммы произведений на осевую силу света находится вспомогательный коэффициент k_f (эту величину, иногда называемую коэффициентом формы, не следует смешивать с k_ϕ по ГОСТ 13828—74).

Находится сумма значений сил света в направлениях 5, 15, 25, ..., 85° поперечной плоскости ΣI_α , после чего искомый поток

$$\Phi = 2k_f \Sigma I_\alpha. \quad (1-11)$$

Для каждой из полусфер вычисления производятся отдельно.

При косинусном светораспределении в продольной плоскости $k_f = 0,27$.

1-4. ОСВЕЩЕННОСТЬ И СИЛА СВЕТА

В общем случае освещенность точки

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}, \quad (1-12)$$

где E — освещенность, лк; I — сила света по направлению к точке, кд; α — угол между нормалью к поверхности, которой принадлежит точка, и лучом; r — расстояние от источника до точки, м.

Таблица 1-2

Тригонометрические функции

α°	sin	tg	cos*	α°	sin	tg	cos*
0	0,000	0,000	1,000	45	0,707	1,000	0,353
1	0,0175	0,0175	0,999	46	0,719	1,036	0,335
2	0,035	0,035	0,998	47	0,731	1,072	0,317
3	0,052	0,052	0,996	48	0,743	1,111	0,299
4	0,070	0,070	0,993	49	0,755	1,157	0,282
5	0,087	0,088	0,989	50	0,766	1,199	0,266
6	0,104	0,105	0,984	51	0,777	1,235	0,249
7	0,122	0,123	0,978	52	0,788	1,280	0,233
8	0,139	0,140	0,971	53	0,799	1,327	0,218
9	0,156	0,158	0,964	54	0,809	1,376	0,203
10	0,174	0,176	0,955	55	0,819	1,428	0,189
11	0,191	0,194	0,946	56	0,829	1,483	0,175
12	0,208	0,213	0,936	57	0,839	1,540	0,161
13	0,225	0,213	0,925	58	0,848	1,600	0,149
14	0,242	0,249	0,913	59	0,857	1,664	0,136
15	0,259	0,268	0,901	60	0,866	1,732	0,125
16	0,276	0,287	0,882	61	0,875	1,804	0,114
17	0,292	0,306	0,874	62	0,883	1,881	0,103
18	0,309	0,325	0,860	63	0,891	1,963	0,094
19	0,326	0,344	0,845	64	0,899	2,050	0,084
20	0,342	0,364	0,830	65	0,906	2,145	0,075
21	0,358	0,384	0,814	66	0,914	2,246	0,067
22	0,375	0,404	0,797	67	0,920	2,356	0,0596
23	0,391	0,424	0,780	68	0,927	2,475	0,0525
24	0,407	0,445	0,762	69	0,934	2,605	0,0460
25	0,423	0,466	0,744	70	0,940	2,747	0,0399
26	0,438	0,488	0,726	71	0,946	2,904	0,0345
27	0,454	0,510	0,707	72	0,951	3,078	0,0294
28	0,469	0,532	0,688	73	0,956	3,271	0,0249
29	0,485	0,554	0,669	74	0,961	3,487	0,0209
30	0,500	0,577	0,649	75	0,966	3,732	0,0173
31	0,515	0,601	0,630	76	0,970	4,011	0,0141
32	0,530	0,625	0,610	77	0,974	4,331	0,0113
33	0,545	0,649	0,590	78	0,978	4,705	0,0090
34	0,559	0,674	0,570	79	0,982	5,14	0,0069
35	0,574	0,700	0,550	80	0,985	5,67	0,0052
36	0,588	0,726	0,530	81	0,988	6,31	0,0038
37	0,602	0,754	0,509	82	0,990	7,12	0,0027
38	0,616	0,781	0,489	83	0,992	8,14	0,0018
39	0,629	0,810	0,469	84	0,994	9,51	0,0011
40	0,643	0,839	0,449	85	0,996	11,43	0,00066
41	0,656	0,869	0,430	86	0,998	14,3	0,00034
42	0,669	0,900	0,410	87	0,999	19,1	0,00014
43	0,682	0,932	0,391	88	0,999	28,6	0,000042
44	0,695	0,966	0,372	89	1,000	57,3	—

Для точки A (рис. 1-1), если она принадлежит горизонтальной плоскости, выражению (1-12) могут быть приданы, в частности, следующие формы:

$$E = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h^2} = \frac{I_\alpha h}{r^3} = \frac{I_\alpha \cos \alpha \sin^2 \alpha}{d^2}. \quad (1-13)$$

Для вычисления освещенности приведена сокращенная таблица тригонометрических функций (табл. 1-2).

При неизменном h с возрастанием d обычно E монотонно убывает. Характер убывания определяется формой кривой $I_\alpha = f(\alpha)$.

Если с увеличением α происходит возрастание I_α , то в пределах определенных значений d можно получить постоянную или даже возрастающую с увеличением d освещенность.

При неизменном d кривая $E = f(h)$ во всех реальных случаях имеет максимум, определяющий наивыгоднейшую высоту, которая при косинусном светораспределении равна d , при равномерном светораспределении $d/\sqrt{2}$.

Освещенность точек негоризонтальных поверхностей часто определяется умножением горизонтальной освещенности на коэффициент ψ (см. гл. 6).

Коэффициент ψ равен отношению кратчайшего расстояния источника от данной освещаемой поверхности («высоты» его над последней) к его высоте над проведенной через данную точку горизонтальной поверхностью.

Для вертикальной плоскости $\psi = \operatorname{tg} \alpha$, если считать точку A (рис. 1-1) лежащей в плоскости I (перпендикулярной OA), и $\psi = p : h$, если A лежит в плоскости II (общий случай).

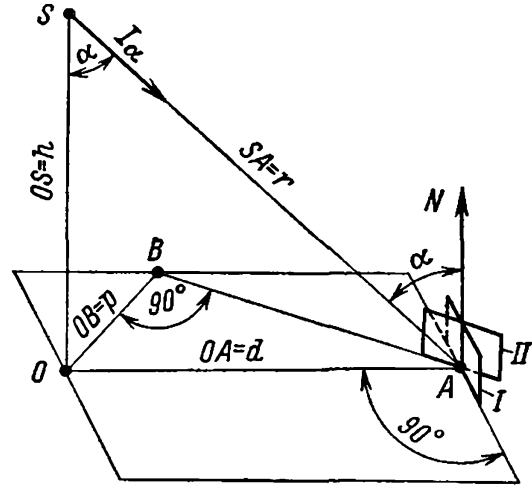


Рис. 1-1. Освещенность точки

ИСТОЧНИКИ СВЕТА

2-1. ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ

Несмотря на расширяющееся применение газоразрядных ламп, лампы накаливания (ЛН) остаются численно преобладающими в выпуске источников света.

Основные особенности ламп накаливания:

изготовленные в широком сортаменте, на самые разные мощности и напряжения и различных типов, приспособленных к определенным условиям применения;

непосредственное включение в сеть без дополнительных аппаратов;

работоспособность (хотя и с резко изменяющимися характеристиками) даже при значительных отклонениях напряжения сети от номинального;

незначительное (около 15%) снижение светового потока к концу срока службы;

почти полная независимость от условий окружающей среды (вплоть до возможности работать погруженной в воду), в том числе от температуры;

компактность.

Недостатками ЛН являются их низкая световая отдача, преобладание в спектре излучений желто-красной части спектра, ограниченный срок службы.

Основными характеристиками лампы являются номинальные значения напряжения, мощности, светового потока (иногда — силы света), срок службы, а также габаритные размеры (полная длина L , диаметр D , высота светового центра H от центрального контакта резьбового цоколя или штифтов штифтового цоколя до центра нити).

Наиболее употребительные типы цоколей (второстепенные признаки здесь и в таблицах, приведенных ниже, опущены): Е — резьбовой; Вs — штифтовый одноконтáктный; Вd — штифтовый двухконтáктный. (Последующие буквы обозначают диаметр резьбы или цоколя.)

Применяются также фокусирующие (Р), гладкие цилиндрические софитные (SV) и некоторые другие цоколи.

Габаритные размеры наиболее распространенных типов резьбовых патронов для ламп приведены на рис. 2-1.

Для некоторых ламп возможно варьирование типа цоколей.

В маркировке ламп общего назначения буква В означает вакуумные лампы, Г — газонаполненные, Б — биспиральные газонаполненные, БК — биспиральные криптоновые.

Большое значение имеет зависимость характеристик ЛН от фактически подводимого напряжения (табл. 2-1).

С повышением последнего возрастает температура накала нити и, как следствие, свет становится белее, быстро возрастает поток и несколько медленнее световая отдача, резко уменьшается срок службы.

Технические данные наиболее употребительных ЛН приведены в табл. 2-2—2-8. Изготавливается и большое число других типов ЛН, данные которых приводятся в каталогах серии СИ, в том числе лампы рудничные, для метро, для светофоров, проекционные, для фотографии, миниатюрные и сверхминиатюрные, светозмерительные, коммутаторные и многие другие.

Представляют интерес лампы-светильники (табл. 2-9 — 2-10) с зеркальным или диффузными отражающими слоями на колбах. Кривые силы света зеркальных ламп приведены на рис. 2-2.

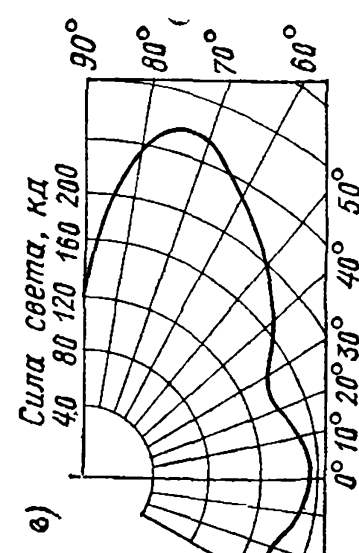
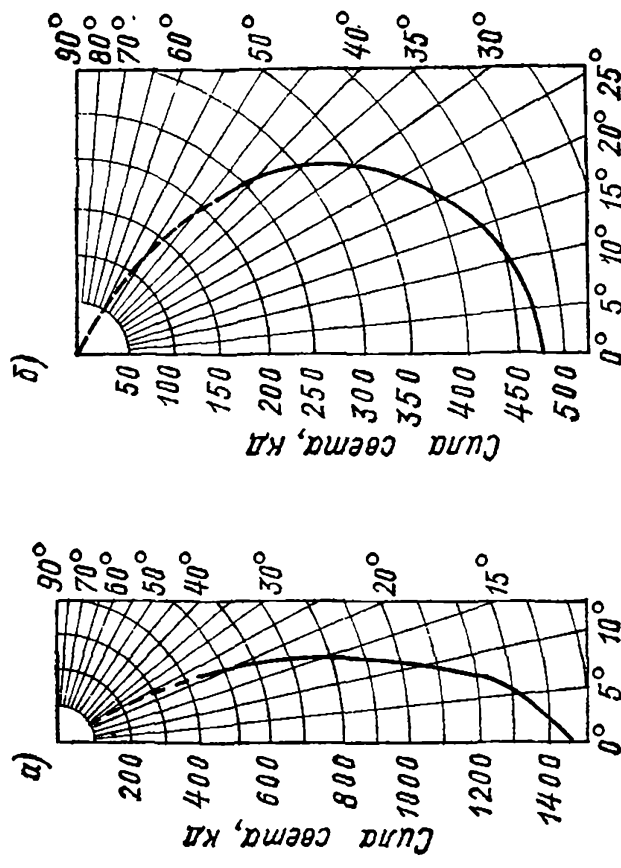


Рис. 2-2. Кривые силы света (на 1000 лм) зеркальных ламп:
а — типа ЗК, б — типа ЗС, в — типа ЗШ

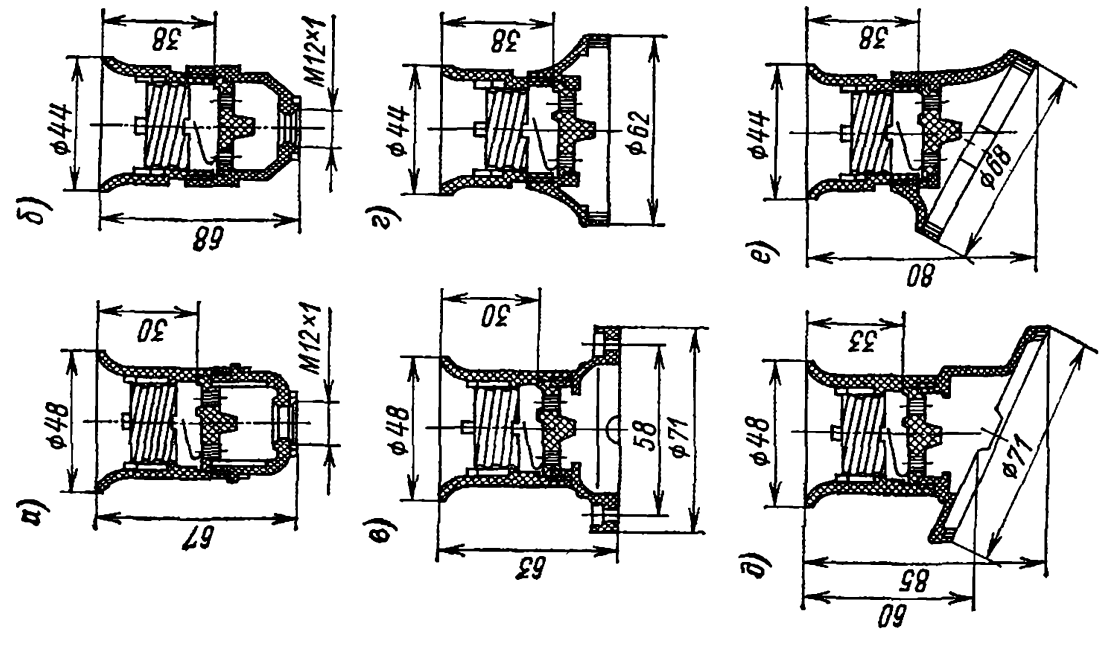


Рис. 2-1. Патроны с резьбой Е27 для ламп накаливания:
а и б — подвесные с резьбой для нипеля; в и г — прямые потолочные; д и е — стенные наклонные

Таблица 2-1

**Зависимость параметров ламп накаливания
от фактически подводимого напряжения
(в процентах от номинальных значений)**

Напря- жение	Ток	Мощность	Сопроти- вление	Световой поток	Световая отдача	Срок службы
50	69	34	74	6,5	19	—
55	72	40	76	10	25	—
60	76	46	78	14,5	31	—
65	79	52	81	20,5	39	—
70	83	58	84	27	47	—
75	86	64	88	35	55	—
80	89	71	90	45	63	—
85	92	78	93	56	72	1000
90	95	85	95	70	82	500
92	96	88	96	75	85	350
94	97	91	97	81	89	260
96	98	94	98	86	92	200
98	99	97	99	93	96	130
100	100	100	100	100	100	100
102	101	103	101	107	104	75
104	102	107	102	115	107	60
106	103	110	102	122	111	40
108	105	114	103	129	113	—
110	106	117	103	137	117	—

Таблица 2-2

**Технические данные ламп накаливания общего назначения
(по ГОСТ 2239—70)**

Мощ- ность, Вт	Тип лампы	Световой поток, лм, ламп при напряжении, В, равном				Размер, мм		
		127	127—135	220	220—235	D	L	H
15	В	135	110	105	85	61	107	—
25	В	260	195	220	190			
40	Б	490	370	400	300	61	114	
40	БК	520	—	460	—	46	90	
60	Б	820	650	715	550	61	114	
60	БК	875	—	790	—	51	96	
100	Б	1 560	1 250	1 350	1 090	66	129	
100	БК	1 630	—	1 450	—	61	105	

Мощность, Вт	Тип лампы	Световой поток, лм, ламп при напряжении, В, равном				Размер, мм		
		127	127—135	220	220—235	D	L	H
150	Г	2 300	—	2 000	—	81	175	130
150	Б	—	2 000	2 100	1 840			
200	Г	3 200	2 780	2 800	—			
200	Б	—	—	2 920	2 540			
300	Г	4 950	—	4 600	4 000	112	240	180
500	Г	9 100	—	8 300	7 200			
750	Г	—	—	13 100	—	152	345	250
1 000	Г	19 500	—	18 600	—			
1 500	Г	29 600	—	29 000	—	167	345	250

Примечание 1. Полное обозначение типа ламп складывается из букв В, Б, Г или БК и цифр, обозначающих напряжение и мощность, например В220-15 или Б220-235-150.

2. Лампы мощностью до 150 Вт могут изготавливаться в матированных, молочных колбах или опалиновых (обозначения МГ, МЛ и ОП соответственно) с уменьшением светового потока на 3% при матированных и опалиновых колбах и на 20% — при молочных колбах.

3. Лампы мощностью до 300 Вт изготавливаются с цоколем Е27, лампы мощностью 300 Вт могут поставляться с цоколем Е27 и Е40 (длина лампы L с цоколем Е27 равна 236 мм и высота светового центра H = 175 мм), лампы большей мощностью (500, 750, 1000 и 1500 Вт) изготавливаются с цоколем Е40.

4. Допускается по требованию потребителя изготовление ламп мощностью до 200 Вт включительно с цоколем В22d с уменьшением L на 2 мм и H на 8 мм.

5. Лампы типа БК (биспиральные криптоновые) выпускаются в прозрачных грибовидной формы колбах.

6. Срок службы ламп. 1000 ч — для ламп 127 и 220 В, 2500 ч — для ламп 127—135 и 220—235 В.

7. Лампы на напряжение 127—135 и 220—235 В предназначены для сетей, в которых напряжение может длительно превосходить номинальное; световой поток и срок службы указаны для номинального напряжения.

Таблица 2-3

Технические данные ламп накаливания для местного освещения

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Размер, мм			ГОСТ, ТУ
				D	L	H	
МО12-15	12	15	200	61	108	73	ГОСТ 1182—72
МО12-25		25	380				
МО12-40		40	620				
МО12-60		60	850				

Тип лампы	На- пряже- ние, В	Мощ- ность, Вт	Свето- вой, поток, лм	Размер, мм			ГОСТ, ТУ
				D	L	H	
МО36-25	36	25	300	61	108	73	ГОСТ 1182—72
МО36-40		40	600				
МО36-60		60	800				
МО36-100		100	1550	66	129	94	
МОД12-25	12	25	270	71	104	—	ТУ16—535.285—69
МОД12-40		40	480				
МОД12-60		60	810				
МОД36-25	36	25	240				
МОД36-40		40	400				
МОД36-60		60	720				
МОД36-100		100	1380	81	133		
МОЗ12-40	12	40	400	71	109	—	ТУ 16—535.132—68
МОЗ12-60		60	660				
МОЗ36-40	36	40	350				
МОЗ36-60		60	650				
МОЗ36-100		100	1200	81	109		

Примечание. 1. МОД — лампа-светильник с отражающим диффузным слоем;
 МОЗ — то же, с зеркальным.
 2. Цоколь у всех ламп Е27.
 3. Допускается изготовление ламп типа МО с цоколем типа В22d, но при этом длина лампы *L* уменьшается на 2 мм, а высота светового центра *H* — на 8 мм.
 4. Срок службы ламп 1000 ч.

Таблица 2-4

**Технические данные ламп накаливания в цилиндрических баллонах
(ГОСТ 5011—69)**

Тип лампы	Напря- жение, В	Мощ- ность, Вт	Световой поток, лм	Размер, мм		Тип цоколя (ГОСТ 17101—71)
				D	L	
Ц60-10	60	10	60	20	86	B15d
Ц127-10	127		50	20		B15d
Ц127-10-1			50	31		E27
Ц127-15		15	105	20		E14
Ц127-15-1			105	31		E27
Ц127-25		25	190	25		E14
Ц127-25-1			190	31		E27
Ц135-25			188	31		E27
Ц220-10		220	10	45		25
Ц220-10-1	45			31		E27
Ц220-15	15		80	25		E14
Ц220-15-1			80	31		E27
Ц220-25	25		170	25		E14
Ц220-25-1			170	31		E27

Примечание. 1. Срок службы ламп 1000 ч.
2. По требованию потребителя допускается замена цоколя E14 цоколем B15d (при этом длина лампы L должна быть не более 79 мм) и замена цоколя E27 цоколем B22d.

Таблица 2-5

**Технические данные ламп накаливания свечеобразных типа Д
(ОСТ 160.535.010—73)**

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм
Д127-25	127	25	215
Д127-40-1		40	440
Д220-25	220	25	200
Д220-40-1		40	350
Д220-60-1		60	750

Продолжение табл. 2-5

Тип лампы	Напряжение, В	Мощность, Вт	Световой поток, лм
ДОП127-25 ДОП127-40-1	127	25 40	208 426
ДОП220-25 ДОП220-40-1 ДМЛ220-25 ДМЛ220-40 ДМЛ220-60	220	25 40 25 40 60	194 340 160 280 606

Примечание. 1. Лампы ДОП имеют колбу опалинового стекла; ДМЛ — молочного стекла; остальные — прозрачную колбу.

2. Лампы могут поставляться с цоколем Е27 (длина лампы 123 мм) или с цоколем Е14 (длина лампы 118 мм); диаметр колб ламп 44 мм.

Таблица 2-6

Технические данные автомобильных ламп накаливания
(ГОСТ 2023—66)

Тип лампы	На- пряже- ние, В	Мощ- ность, Вт	Сила света, кд	Световой поток, лм	Срок служ- бы, ч	Размер, мм			Тип цоколя (ГОСТ 17101—71)
						D	L	H	
A6-1	6	1,8	1	12,6	750	12	24	15	BA9s
A6-2		3,5	2	25,1	500	15	29	15	
A6-3		4,7	3	37,7	500	20	39	21	BA15s
A6-6		7,4	6	75,4	500	20	39	21	
A6-10		11,5	10	125	200	26	51	31	
A6-15		14	15	189	300	26	51	31	
A6-21		20	21	264	300	26	51	32	
A12-1	12	2,1	1	12,6	750	12	24	15	BA9s
A12-1,5		3,1	1,5	18,9	750	15	29	15	
A12-3		5,9	3	37,7	500	20	39	21	BA15s
A12-6		8,2	6	75,4	500	20	39	21	
A12-15		14,3	15	189	300	26	51	31	
A12-21		19	21	264	300	26	51	32	
A12-21-2		19	21	264	300	36	60	29	P42s
A12-32		27,7	32	402	300	36	60	29	
A12-80		80	—	1440	150	36	60	29	
A24-1	24	2,5	1	12,6	750	11	30	22	BA9s
A24-3		6,8	3	37,7	500	20	39	21	BA15s
A24-21		20	21	264	200	26	51	32	

Примечание. 1. Срок службы ламп указан при расчетном напряжении, несколько превышающем номинальное.

2. В таблицу не включены лампы с двумя нитями.