

С.-Ф. Гайсбергъ.

Карманная Книжка

для Установщиковъ

Электрическаго

Освѣщенія.



С.-В. В.

Изд. В. Л. Рикъера

Новосібі пр. 14.

КАРМАННАЯ КНИЖКА
ДЛЯ УСТАНОВЩИКОВЪ
Электрическаго освѣщенія

при содѣйствіи

Г. Лука и д-ра Михалке
обработано и издано С. ф.-ГАЙСБЕРГОМЪ.

ПЕРЕВОДЪ СОЧИНЕНІЯ:

„Taschenbuch für Monteure elektrischer Beleuchtungsanlagen von
S. Freiherr v. Gaisberg“

Н. С. ДРЕНТЕЛЬНА.

Съ измѣненіями и дополненіями по 35-му нѣм. изданію
В. К. ЛЕБЕДИНСКАГО.

6-ОЕ РУССКОЕ ИЗДАНИЕ.

Съ 198 рисунками въ текстѣ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ,
Изданіе К. Л. Риккера.
Невскій пр. № 14.
1909.

Типо-литографія Эд. Бергмана, Юрьевъ, Лифл.

ПРЕДИСЛОВІЕ АВТОРА КЪ ПЕРВОМУ ИЗДАНІЮ.

Установщикъ электрическаго освѣщенія обыкновенно бываетъ снабженъ спеціальными инструкціями по отношенію къ устанавливаемымъ аппаратамъ, но онъ рѣдко имѣетъ общія указанія, относящіяся до самой установки — пробѣлъ, который авторъ желалъ бы пополнить этой книжкой; подъ ея руководствомъ начинающій скоро будетъ поставленъ въ возможность производить работы болѣе самостоятельно.

Для потребителя, т. е. для заказчика и собственника электроосвѣтительной установки, представляется возможность, сообразуясь съ приводимыми здѣсь правилами, составить себѣ нѣкоторое сужденіе о работахъ по установкѣ, а также наблюдать за ея дѣйствіемъ.

Если же и надсмотрщикъ за машинами пожелаетъ взять отсюда необходимыя указанія, то онъ долженъ остерегаться необдуманныхъ опытовъ, къ каковымъ онъ, быть можетъ, былъ бы приведенъ этою излишне подробною для него книжкой. Въ случаѣ какихъ-либо неисправностей всегда лучше призвать опытнаго монтера, чѣмъ прибѣгать къ самопомощи, не обладая надлежащими свѣдѣніями и тѣмъ самымъ рискуя повредить всей установкѣ.

Вмѣстѣ съ общеупотребительными правилами авторъ приводитъ здѣсь и результаты изъ своей собственной практики на заводѣ Шукерта въ Нюренбергѣ и у Церенера въ Магдебургѣ. Авторъ считаетъ себя обязаннымъ принести особенную благодарность инспектору телеграфовъ г-ну Берингеру, который содѣйствовалъ автору книжки своимъ обширнымъ опытомъ.

Въ заключеніе авторъ проситъ всѣхъ практиковъ-спеціалистовъ сообщать ему о недостаткахъ, которые могутъ оказаться въ книжкѣ, какъ и о желательныхъ дополненіяхъ; указанія эти будутъ приняты во вниманіе при новомъ изданіи.

М ю н х е н ь , 18-го ноября 1885 г.

ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ ТРИДЦАТЬ ЧЕТВЕРТОМУ ИЗДАНІЮ.

Подробная обработка и дополненія для новаго изданія были обусловлены главнымъ образомъ новыми постановленіями и правилами Союза Германскихъ Электротехниковъ относительно электрическихъ установокъ сильныхъ токовъ. Въ схемахъ, впервые появляющихся, введены принятыя Союзомъ обозначенія приборовъ, лампъ и т. п.; однако не было надобности измѣнять рисунки, взятыя изъ предыдущихъ изданій, такъ какъ старыя обозначенія отличаются отъ новыхъ лишь немногимъ и потому остаются совершенно понятными.

Ввиду современныхъ новшествъ и все увеличивающагося опыта въ установочномъ дѣлѣ введены новыя главы и расширены нѣкоторыя изъ прежнихъ; упомяну о наиболѣе существенномъ въ этомъ отношеніи. Доказывается значеніе калильныхъ лампъ съ металлическими нитями въ хозяйственномъ отношеніи, а вмѣстѣ съ тѣмъ и для распространенія электроосвѣтительныхъ установокъ; приэтомъ сообщаются свойства лампъ и сравнительная стоимость горѣнія. Глава о ртутныхъ лампахъ дополнена описаніемъ кварцевой лампы, фабрикуемой съ недавняго времени. Машины съ добавочными полюсами описаны болѣе подробно, чѣмъ это было раньше, ввиду ихъ увеличившагося примѣненія. Изложеніе принципа батарейнаго коммутатора сопровождается новыми рисунками, дающими понятіе о важнѣйшихъ схемахъ. Къ главѣ о буферной батарее, изложенной по-новому, примыкаетъ описаніе системы Пирани, разъясненной на схемѣ. Въ число описываемыхъ приборовъ включенъ частотомѣръ Фрама, пріобрѣтшій значеніе, какъ для электрическихъ измѣреній, такъ и для опредѣленія скорости вращенія машинъ. Описаніе легкоплавкихъ предохранителей расширено и сдѣлано по болѣе ясному плану. Къ указаніямъ относительно прокладки проводовъ присоединена таблица, сопоставляющая разстоянія между проводами внѣ зданій, причемъ данныя взяты изъ опредѣленій Союза Герм. Электротехниковъ и по результатамъ практики. Соотвѣтственными указаніями обращено вниманіе на важность наблюденія за воздушными проводами, угрожаемыми съ одной стороны опасностью отъ высокихъ напряженій, съ другой — грозовыми ударами

въ деревянные столбы. Всѣ главнѣйшіе правила относительно прокладки кабеля соединены въ одну главу. Введено руководство относительно мѣръ противъ возгоранія масла ввиду опасности этого возгоранія при употребленіи масла, какъ изолирующаго матерьяла. При просмотрѣ предшествовавшаго изданія все время имѣлось въ виду сокращать и совсѣмъ устранять менѣе важныя главы, чтобы какъ можно меньше увеличился объемъ книги; но вполнѣ избѣжать этого увеличенія было невозможно, такъ какъ соотвѣтственно развитію техники потребовались нѣкоторыя необходимыя дополненія.

Инженеръ О. Гёрлингъ, многолѣтнее сотрудничество котораго вызываетъ къ величайшей благодарности, не принималъ участія въ обработкѣ настоящаго изданія; онъ удалился уже отъ практикѣ. Дѣло продолжается при сотрудничествѣ инж. д-ра Михалке, въ Шарлоттенбургѣ, и инж. Г. Лукса, участвовавшаго при обработкѣ предшествовавшаго изданія и пожелавшаго продлить свое участіе и на будущее время. Исполненіе чертежей взялъ на себя, какъ и въ предыдущіе годы, архитекторъ Гартманъ (Гамбургъ). Всѣмъ этимъ лицамъ позволяю себѣ здѣсь выразить свою горячую благодарность.

Г а м б у р г ъ , январь 1908 г.

С. ф.-Гайсбергъ.

Содержаніе.

			Стр.
Общія предварительныя свѣдѣнія.			
	Стр.		
1. Обозначенія для техническихъ единицъ .	1	b) Параллельное включеніе	7
2. Постоянный токъ .	1	c) Включеніе въ отвѣтвленіе	7
3. Переменный токъ .	1	18. Включеніе при многофазномъ токѣ	7
a) Періодъ .	1	a) Включеніе трехугольникомъ	7
b) Частота . .	1	b) Включеніе звѣздою .	7
c) Синхронизмъ .	1		
d) Скольженіе .	1	Машинное отдѣленіе.	
4. Сила тока .	2	19. Помѣщеніе для машинъ .	8
5. Напряженіе .	2	20. Машина-двигатель .	8
6. Низкое напряженіе .	2	21. Фундаментъ	8
7. Высокое напряженіе .	2	a) Бетонный фундаментъ .	9
8. Потребленіе энергіи и отдача	2	b) Кирпичн. фундаментъ .	9
9. Указаніе производительности	4	c) Временной фундаментъ .	9
10. Количество электричества .	4	22. Трансмиссія .	9
11. Электрическая работа .	4	23. Ремни	10
12. Сопротивленіе .	4	a) Монтировка и уходъ .	10
13. Электропроводность .	4	b) Расчетъ ширины ремня .	11
14. Законъ Ома .	5		
15. Направленіе тока . .	5	Электрическая машина.	
16. Обозначеніе полюсовъ .	6	24. Опредѣленія	14
17. Способы включенія въ цѣпь при постоянномъ и переменномъ токахъ . . .	7	a) Электрическая машина .	14
a) Послѣдоват. включеніе .	7	b) Якорь	14
		c) Индукторъ	14
		d) Статоръ и роторъ .	14

	Стр.		Стр.
Г е н е р а т о р ь .			
25. Машина переменнаго тока	14	а) Машины съ возбужде- ніемъ въ отвѣтвленіи .	21
а) Генераторъ однофаз- наго тока	15	б) Машины со смѣшанной обмоткой	25
б) Машина многофазнаго тока	15	в) Машины съ добовоч- ными полюсами	26
26. Машина постояннаго тока	15	31. Параллельное включеніе машинъ переменнаго тока	26
В к л ю ч е н і е о б м о т о к ъ м а ш и н ы .		а) Машины однофазнаго тока	28
27. Машина постояннаго тока	15	б) Машины многофазнаго тока	30
а) Машина съ послѣдова- тельнымъ возбужде- ніемъ	15	I. Машины низкаго напря- женія	30
б) Машина съ возбужде- ніемъ въ отвѣтвленіи .	15	II. Машины высокаго на- пряженія	31
в) Машина со смѣшан- нымъ возбужденіемъ .	16	32. Возбужденіе машинъ пе- ременнаго тока	33
г) Многополюсн. машины	17	Э л е к т р о д в и г а т е л ь .	
д) Машина для трехпро- водной сѣти	17	33. Общія замѣчанія	33
е) Машина съ добовоч- ными полюсами	17	М о т о р ь п о с т о я н н а г о т о к а .	
г) Компенсацион. обмотка въ желобахъ полюс- ныхъ концевиковъ	17	34. Способы включенія	34
28. Машины переменнаго тока	18	а) Двигатель съ возбужде- ніемъ въ главной цѣпи	34
29. Измѣненіе въ направленіи вращенія	20	б) Шунтовой двигатель	35
а) въ машинахъ постоян- наго тока	20	в) Двигатель со смѣшан- ной обмоткой	36
б) въ машинахъ перемен- наго тока	21	35. Пусковой реостатъ	36
П а р а л л е л ь н о е и п о с л ь - д о в а т е л ь н о е с о е д и н е н і е м а ш и н ъ .		36. Пусковые реостаты съ ав- томатическимъ минималь- нымъ и максимальнымъ выключеніемъ	37
30. Параллельное соединеніе машинъ постояннаго тока	21	37. Обращеніе съ пусковымъ реостатомъ	37

	Стр.		Стр.
38. Измѣненіе направленія вращенія	38	45. Регулировка скорости .	48
39. Регулировка скорости вра- щенія	38	а) Однофазный моторъ .	48
40. Тормаженіе мотора . . .	40	б) Многофазный моторъ .	48
41. Электрическое потребле- ніе и механическая произ- водительность	40	Моторгенераторъ и ум- формеръ.	
Мот оры переме́ннаго тока.		46. Моторгенераторъ	48
42. Синхронный моторъ . . .	41	47. Умформеръ	49
а) Пусканіе въ ходъ и остановка	41	Трансформаторъ пере- мѣннаго тока.	
б) Скорость вращенія . . .	41	48. Общія замѣчанія	50
в) Электрическое потре- бленіе и механическая производительность	42	Однофазный трансформа- торъ	50
43. Асинхронный моторъ . . .	42	Многофазный трансформа- торъ	51
а) Пусканіе въ ходъ и остановка	43	49. Включеніе трансформато- ровъ	51
б) Монтировка пускового реостата	44	50. Регулировка напряженія въ цѣпи переменнаго тока	52
в) Измѣненіе направленія вращенія	45	51. Установка трансформато- ровъ	54
г) Значеніе колебаній въ напряженіи	45	Установка и содержаніе машинъ.	
д) Скорость вращенія . . .	45	52. Установка	56
е) Электрическое потре- бленіе и механическая производительность	45	53. Обращеніе полюсовъ ма- шины постоянного тока . . .	57
44. Однофазный коллектор- ный моторъ	46	54. Пусканіе въ ходъ новыхъ машинъ	58
а) Моторъ съ послѣдова- тельнымъ включеніемъ и компенсированнымъ поток о мъ якоря	46	55. Приемы ежедневнаго пу- сканія въ ходъ	59
б) Репульсивный моторъ . .	47	56. Уходъ за машиною	59
		57. Уходъ за турбогенерато- ромъ	60
		58. Коллекторъ	61
		а) Починки на коллекторѣ	61
		Обточка	61

	Стр.		Стр.
Шлифовка	62	I. Погрѣшности въ ма-	
б) Уходъ за коллекторомъ	62	шинѣ	73
59. Переменная коллектора	63	II. Неисправности во внѣш-	
60. Щетки	63	ней цѣпи	74
а) Мѣдные щетки	64	69. Неисправности въ маши-	
б) Угольные щетки	65	нахъ переменнаго тока и	
61. Перестановка щетокъ	66	трансформаторахъ	74
62. Исправленія :		А к к у м у л я т о р ы .	
а) Якорь	66	70. Общія замѣчанія	75
б) Электромагниты	69	71. Аккумуляторное помеще-	
И з с л ѣ д о в а н і е м а ш и н ы и		ніе	76
т р а н с ф о р м а т о р о в ѣ .		72. Напряженіе у зажимовъ	77
63. Замыканіе желѣзомъ	69	73. Элементный коммутаторъ	77
64. Якорь машины постоян-		74. Устранитель искръ	79
наго тока	69	75. Электрическія машины для	
а) Короткое замыканіе въ		заряженія аккумуляторовъ	79
якорь	69	76. Установка аккумуляторовъ	80
б) Перерывъ въ якорь	70	77. Зарядка аккумуляторовъ	81
с) Отысканіе неисправно-		78. Разряженіе аккумулято-	
сти въ якорь	71	ровъ	82
65. Обмотка электромагни-		79. Включеніе батареи въ	
товъ машины постоянного		двухпроводную сѣть	82
тока	71	80. Добавочная машины для	
а) Короткое замыканіе въ		двухпроводной сѣти	84
обмоткѣ электромагнита	71	81. Включеніе батареи въ	
б) Перерывъ въ обмоткѣ		трехпроводную сѣть	86
электромагнита	72	82. Добавочная машина для	
с) Отысканіе погрѣшности		трехпроводной сѣти	87
въ обмоткѣ электрома-		83. Добавочная машина, сое-	
гнита	72	диненная съ двумя урав-	
66. Генераторъ постоянного		нительными машинами	88
тока не даетъ напряженія	72	84. Буферная батарея	88
67. Моторъ постояннаго тока		85. Буферная система Пирани	88
не идетъ	73	86. Уходъ за аккумуляторами	89
68. Причины сильнаго искро-		87. Мѣры предосторожности	
образования	73	при уходѣ за аккумулято-	91
		рами	

П р и б о р ы .	Стр.		Стр.
88. Амперметр	92	а) Монтировка .	110
89. Вольтметр	93	б) Уходъ	110
90. Приборы для сѣти съ переменною нагрузкою	93	106. Регуляторъ Тирриль	110
91. Подборъ послѣдователь- наго сопротивленія къ вольтметру въ распредѣ- лительной сѣти	94	107. Нагрузочный реостатъ .	111
92. Ваттметр	94	108. Громоотводы и предо- хранители отъ высокаго напряженія .	111
93. Указатель фазъ	95	а) Размѣщеніе прибо- ровъ	112
94. Частотомѣръ Фрама .	96	б) Монтировка .	114
95. Сигнальный аппаратъ .	96	с) Уходъ	114
96. Приборъ для испытанія на сообщеніе съ землей	97	109. Земные провода для гро- моотводовъ и предохра- нителей отъ высокаго напряженія	115
97. Электрическій счетчикъ	97	110. Распредѣлительн. доски на генераторныхъ стан- ціяхъ	116
98. Отсчетъ по счетчику .	99	111. Распредѣлительн. доски въ мѣстахъ потребленія	118
99. Легкоплавкіе предохра- нители	101	112. Матерьялъ для распре- дѣлительныхъ досокъ .	118
а) Размѣщеніе предохра- нителей	101	113. Соединеніе проводовъ съ приборами .	119
б) Сѣченіе легкоплавкой проволаки	103	114. Тахометръ	119
с) Устройство	103	115. Ареометръ	119
д) Монтировка	104		
е) Уходъ	104	Лампы.	
100. Рубильники и выключа- тели	105	Л а м п ы с ъ в о л ь т о в о й д у г о й .	
101. Самодѣйствующіе вы- ключатели	106	116. Свѣтовая дуга	120
102. Масляные выключатели	107	117. Напряженіе у зажимовъ лампъ	120
103. Рубильники для раздѣ- ленія	108	118. Включеніе лампъ по три	122
104. Штепсельныя соедине- нія для переносныхъ проводовъ	109	119. Лампы съ закрытою ду- гою	122
105. Реостаты .	109		

СОДЕРЖАНІЕ.

	Стр.		Стр.
a) Лампы продолжительнаго горѣнія	122	Лампы накаливанія.	
b) Экономическія лампы	123	135. Производст. освѣщенія	134
120. Пламенные дугов. лампы	123	136. Лампы съ угольными нитями	134
121. Угли	124	137. Лампы съ металлическими нитями	135
122. Ламповыя оправы и колпаки	125	a) Осміевая лампа	135
123. Освѣщеніе разсѣяннымъ свѣтомъ	125	b) Танталовая лампа	135
124. Регулирующ. механизмы	125	c) Осрамовая, вольфрамовая, цирконовая и т. д. лампы	136
a) Лампа съ послѣдовательною обмоткою	126	138. Лампа Нернста	136
b) Шунтовая лампа	126	139. Стоимость освѣщенія калильными лампами	137
c) Дифференціал. лампа	127	140. Способы соедин. лампъ	140
125. Включеніе лампъ	127	a) Параллельное соединеніе	140
a) Послѣдовател. включеніе	128	b) Послѣдовательное соединеніе	140
b) Простое параллельное соединеніе	128	c) Соединеніе лампъ въ люстрахъ	140
c) Включеніе группами	128	d) Включеніе и выключеніе лампъ съ различныхъ мѣстъ	140
126. Реостатъ для спокойнаго горѣнія дугъ	129	e) Включенія лампъ для освѣщенія лѣстницъ	141
127. Реактивная катушка	129	f) Выключатели на срокъ	141
128. Реостатъ для замѣщенія	130	141. Реостатъ для ослабленія свѣта	142
129. Ламповый трансформаторъ	130	142. Ламповый патронъ	142
130. Подъемное подвѣшиваніе	130	143. Арматуры	143
131. Устройство освѣщенія	131		
132. Производство освѣщенія	132	Провода.	
133. Уходъ за лампами	132	144. Соединеніе спайкой	145
Ртутныя лампы.		Системы проводовъ.	
134. Ртутныя лампы	133	145. Двухпроводная система	146
a) Лампы со стеклянными трубками	133	146. Трехпроводная система	148
b) Кварцевая лампа	133		

	Стр.		Стр.
147. Трехпроводная система съ голымъ среднимъ проводомъ	150	164. Подвѣшиваніе на однихъ и тѣхъ же столбахъ телефонныхъ проводовъ и проводовъ переменнаго тока	168
148. Многофазная система	151	165. Надзоръ за воздушною проводкою	168
Расчетъ проводовъ.		Проводка внѣ зданій.	
149. Расчетъ сѣченія провода	151	166. Проводка внѣ зданій	169
а) Нагрузка токомъ	151	167. Разстояніе между проводами	169
б) Механическое сопротивленіе	152	168. Присоединеніе изолированныхъ проводовъ къ голымъ	170
в) Потеря напряженія	153	Провода въ закрытыхъ помѣщеніяхъ.	
150. Расчетъ потери напряженія	153	169. Общія правила укладки проводовъ	171
151. Примѣръ расчета потери напряженія	154	170. Проводной матерьяль	171
152. Расчетъ поперечнаго сѣченія	156	а) Провода безъ резиновой оболочки	171
153. Сопротивленіе и вѣсъ мѣдной проволоки	157	б) Провода съ резиновой лентой	171
Воздушные провода.		в) Провода съ резиновой оболочкой	172
154. Воздушные провода	158	г) Спеціальные провода съ резиновой оболочкой	172
155. Проводной матерьяль	158	д) Панцырные провода	172
156. Изоляторы	158	е) Провода въ трубахъ и фальцованные	172
157. Привязь проводника къ изолятору	159	ж) Шнуры съ резиновой лентой	172
158. Вводъ проводовъ въ зданіе	162	з) Шнуры съ резиновой оболочкой	173
159. Стѣнной буръ	163	и) Проводники для пантоновъ	173
160. Сращеніе проводовъ	164		
161. Столбы, поддерживающіе провода	164		
162. Навѣшиваніе проводовъ	165		
163. Предохранит. средства отъ паденія проводовъ, находящихся подъ напряженіемъ	167		

	Стр.		Стр.
k) Шнуры для подвѣ- шиванія	173	e) Т-трубки	183
l) Хакеталовая прово- лока	173	f) Втулки на концахъ трубы	183
m) Свинцовые кабели .	174	g) Огражденіе трубъ .	183
n) Провода для особыхъ цѣлей	174	h) Примѣненіе трубъ, какъ заземленныхъ проводовъ	184
o) Голые провода . .	174	i) Протягиваніе прово- довъ	184
p) Провода изъ иныхъ металловъ	174	k) Присоединеніе трубы къ приборамъ и арма- турамъ	185
q) Мѣченые провода .	174	175. Коробки и шайбы для развѣтвленій	185
171. Разстояніе между про- водами	174	176. Желобчатые деревянные рейки	186
172. Изолирующіе ролики	175	177. Скобы для проволокъ .	187
173. Трубы	178	178. Колоколообразныя изо- ляторы	187
a) Эбонитовыя трубы .	179	179. Укрѣпленіе изоляторн. приспособленій и при- боровъ	187
b) Изоляторныя трубы съ тонкою металли- ческой оболочкою .	179	a) Стальная пробка .	187
c) Бумажн. трубы безъ металлической обо- лочка	179	b) Спиральная пробка .	188
d) Изоляторныя трубы съ толстою желѣзною оболочкою	180	c) Заклиниваніе винтомъ	188
e) Металлическія трубы безъ изолирующей прокладки	180	d) Деревянныя пробки .	188
f) Стальныя трубы съ продольнымъ разрѣ- зомъ	180	180. Прокладка проводовъ сквозь стѣны и потолки	188
174. Монтировка трубъ .	180	181. Правила предосторож- ности при прокладкѣ проводовъ къ выключа- телю	189
a) Соединеніе трубъ	180	182. Сращиваніе изолирован- ныхъ проводовъ .	199
b) Сгибаніе трубъ . .	181	183. Изолировка спаевъ .	191
c) Прокладка и закрѣп- леніе трубъ	181		
d) Соединительныя ко- робки	183		

	Стр.		Стр-
Свинцовые кабели.		196. Нахожденіе мѣста неис-	
184. Общія замѣчанія	192	правности изоляціи въ	
185. Прокладка кабеля	193	проводкѣ внутри зданія	208
а) Открытая прокладка	193	197. Нахожденіе мѣста неис-	
б) Прокладка сквозь		правности изоляціи въ	
стѣны	194	распредѣлительной сѣти	209
с) Прокладка въ землѣ	194	198. Опредѣленіе мѣста со-	
186. Изолировка концовъ ка-		общенія съ землей въ	
беля	195	подземной проводкѣ	210
187. Присоединеніе кабелей		Правила предосторож-	
къ приборамъ	196	ности для установокъ	
188. Соединеніе свинцовыхъ		высокаго напряженія.	
кабелей	199	199. Рабочая одежда	211
Устройство сѣти въ осо-		200. Работа на установкѣ вы-	
быхъ случаяхъ.		сокаго напряженія	212
189. Соединеніе внутреннихъ		201. Включеніе кабелей вы-	
проводовъ зданій съ		сокаго напряженія	213
уличною сѣтью	200	202. Заземленіе	214
190. Проводка въ мѣстѣ при-		203. Оказаніе помощи въ не-	
соединенія къ централь-		счастныхъ случаяхъ, про-	
ной станціи или под-		исходящихъ отъ элек-	
станціи	200	трическаго тока	215
191. Установка въ театрахъ	200	204. Обращеніе съ ошелом-	
192. Установки на судахъ	202	леннымъ	216
Изслѣдованіе сѣти.		205. Мѣры въ случаѣ пожара	217
193. Общія замѣчанія	203	206. Мѣры противъ возгора-	
194. Мѣра изоляціи	203	нія масла	217
195. Испытаніе изоляціи	204	Подготовленіе къ мон-	
I. Изслѣдованіе помощью		тировкѣ и окончаніе ея.	
вспомогательн. батареи	205	207. Упаковка электричesk.	
II. Испытаніе помощью тока		машинъ	218
отъ какой либо сѣти	206	208. Подготовленіе къ уста-	
III. Испытаніе установки,		новкѣ	219
находящейся въ дѣй-		209. Помощники	219
ствіи	208	210. Испытаніе законченной	
		установки	219

	Стр.		Стр.
211. Приёмное испытаніе машинъ	220	213. Сдача исполн. установки	221
212. Пробное пусканіе въ ходъ	221	214. Ящикъ для монтера съ инструментами и матерьялами .	221

Табличка для приблизительнаго перевода нѣкоторыхъ метрическихъ мѣръ на русскія.

Общія предварительныя свѣдѣнія.

1. **Обозначенія для техническихъ единицъ.** Приводимъ обыкновенныя обозначенія для техническихъ единицъ, часто встрѣчающихся въ настоящей книгѣ:

A = амперъ	HP = лошадиная сила
V = вольтъ	свѣча Геснера
W = ваттъ	ваттъ-часъ.
KW = киловаттъ.	киловаттъ часъ.

2. **Постоянный токъ.** Токъ течетъ въ постоянномъ направленіи и, если внѣшнее сопротивление не измѣняется, постоянной силы.

3. **Переменный токъ.** Втеченіе короткаго промежутка времени токъ измѣняетъ свое направленіе и свою силу, какъ это представлено на рис. 1. волнообразною кривою *a b c d*, изображающею ходъ измѣненія тока.

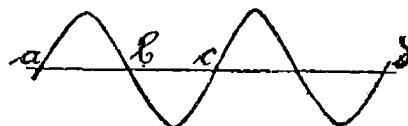


Рис. 1.

а) **Періодъ.** Отрѣзокъ отъ *a* до *c* (рис. 1) называется періодомъ; втеченіе его токъ дважды измѣняетъ свое направленіе.

б) **Частота.** Число періодовъ въ секунду называется частотой. Число переменъ направленія тока вдвое больше частоты. Если машина дѣлаетъ *n* оборотовъ въ минуту и имѣетъ *z* полюсовъ, то частота

равна $\frac{nz}{120}$.

Въ Германіи машины, предназначенныя для освѣщенія или освѣщенія и передачи силы, обладаютъ обыкновенно частотою равною 50. У машинъ, построенныхъ только для передачи силы, частота, по большей части, равна 25.

с) **Синхронизмъ.** Двѣ машины синхронны, если онѣ имѣютъ въ точности одну и ту же частоту, т. е. если произведеніе числа оборотовъ на число полюсовъ въ обѣихъ машинахъ одно и тоже. Напр. машина 6-ти полюсная синхронна съ 4-хъ полюсной, если первая дѣлаетъ 1000 оборотовъ въ минуту, а вторая 1500.

д) **Скольженіе.** Индукціонные моторы (см. 43) не синхронны съ генераторомъ многофазнаго тока, но нѣсколько отстаютъ. Это отставаніе въ скорости вращенія называется „скольженіемъ“. 4-хъ по-

люсный индукціонный многофазный; моторъ при частотѣ напр. 50 дѣлаетъ не 1500 оборотовъ, какъ это было бы при синхронизмѣ, но едва лишь 1480 оборотовъ.

4. **Сила тока.** Единица силы тока есть амперъ.

5. **Напряжение *).** Единица напряженія есть вольтъ.

6. **Низкое напряженіе.** Установки низкаго напряженія суть, по опредѣленіи**) Союза Германскихъ Электротехниковъ, тѣ установки сильныхъ токовъ, въ которыхъ рабочее напряженіе между какимъ либо проводомъ и землей не превосходитъ 250 V. Поэтому трехпроводная система съ напряженіемъ сѣти въ 2×220 V, и съ заземленнымъ среднимъ проводомъ считается установкою низкаго напряженія. При аккумуляторахъ въ расчетъ идетъ разрядное напряженіе.

7. **Высокое напряженіе.** Всѣ установки, въ которыхъ предѣлы напряженія выше указанныхъ въ § 6, считаются установками высокаго напряженія

8. **Потребленіе энергіи и отдача.** Единицею потребляемой въ секунду электрической энергіи или отдаваемой служить ваттъ; вообще говоря, число ваттовъ равно произведенію напряженія на силу тока, равно числу вольтъ-амперовъ. Обыкновенно мѣряютъ величиною въ 1000 разъ большею, „киловаттами“. Единицею механической энергіи въ секунду служить „лошадина сила“. Потребленіемъ называется число ваттовъ, идущихъ къ зажимамъ какого либо мотора или другого прибора, отдачею число ваттовъ, получаемыхъ съ зажимовъ. Такъ напримѣръ говорятъ: электромоторъ потребляетъ 2,8 KW и отдаетъ 3 HP; трансформаторъ потребляетъ 20,6 KW и отдаетъ 20 KW; генераторъ отдаетъ 100 KW при потребленіи 150 HP или, что тоже самое, при отдачѣ двигателя въ 150 HP.

Въ случаѣ постояннаго тока произведеніе „вольтъ \times амперъ“ выражаетъ дѣйствительно имѣющуюся мощность. При переменномъ токѣ это вѣрно лишь для чисто освѣтительной установки безъ дроссельныхъ катушекъ; если же въ цѣпь включены двигатели, то названнос произведеніе даетъ слишкомъ большую величину; въ этомъ случаѣ, чтобы получить дѣйствительныя ватты, нужно произведеніе „вольтъ - амперы“ помножить на нѣкоторый множитель („коэффициентъ мощности“); величина котораго дается въ нижеслѣдующемъ.

Въ этомъ случаѣ различаютъ „истинную отдачу“, измѣряемую въ ваттахъ или киловаттахъ, и „кажущуюся отдачу“, измѣряемую въ вольтъ-амперахъ или киловольтъ-амперахъ; такъ напримѣръ отдача трансформатора переменнаго тока въ 100 KVA равна 100 KW лишь въ томъ случаѣ, если коэффициентъ мощности цѣпи, потребляющей токъ, равенъ 1; наоборотъ, отдача равна только 80 KW, если коэффициентъ мощности равенъ 0,8.

*) Разность потенциаловъ.

**) Изданныя Союзомъ Герм. Электрот. Vorschriften für die Errichtung bzw. den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen (Verlag v. J. Springer, Berlin) являются въ Германіи основнымъ руководствомъ при монтировкѣ, уходѣ и содержаніи установокъ сильнаго тока. Они должны быть извѣстны каждому монтеру и машинисту, берущимся за эти работы, по крайней мѣрѣ въ объемѣ вопросовъ, касающихся его дѣла. Въ нѣкоторыхъ другихъ странахъ существуютъ подобныя же „Наставленія“.

Работа (энергія), которая требуется въ секунду для приведенія въ дѣйствіе динамомашинны, приблизительно вычисляется въ лошадиныхъ силахъ (HP) по формулѣ:

а) для случая постояннаго тока или переменнаго, но въ цѣпи исключительно освѣтительной:

$$\text{л.с.} = \text{HP} = \frac{\text{напряжение} \times \text{сила тока}}{600} = \frac{E \times J}{600};$$

б) для случая переменнаго тока, питающаго двигателя наряду съ освѣщеніемъ:

$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{\text{напряжение} \times \text{сила тока} \times \text{коэффициентъ мощности}}{600} = \\ &= \frac{E \times J \times 0,8}{600}; \end{aligned}$$

в) для многофазнаго (трехфазнаго) тока въ цѣпи освѣщенія съ одинаковой нагрузкой въ трехъ цѣпяхъ:

$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{\text{напряжение} \times \text{сила тока} \times 1,73}{600} = \\ &= \frac{E \times J \times 1,73}{600}. \end{aligned}$$

г) для многофазнаго (трехфазнаго) тока, питающаго двигателя наряду съ освѣщеніемъ

$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{\text{напряжение} \times \text{сила тока} \times \text{коэфф. мощности} \times 1,73}{600} = \\ &= \frac{E \times J \times 0,8 \times 1,73}{600}. \end{aligned}$$

Величина знаменателя (600) въ этихъ уравненіяхъ зависитъ отъ потерь энергіи въ машинѣ при преобразованіи механической работы въ электрическую. Если бы это преобразование производилось безъ потерь, то одна HP была бы равна 736 W. Принимая во вниманіе потери, должно число 736 умножить на коэффициентъ полезнаго дѣйствія машины. Число 600 соответствуетъ полезному дѣйствію ок. 0,82 (736. 0,82 = ок. 600); иными словами, 82% потребляемой на валу генератора энергіи представляютъ электрическую отдачу съ ея зажимовъ, 18% теряются въ машинѣ. Въ нашихъ уравненіяхъ принято такое низкое полезное дѣйствіе (0,82), встрѣчающееся лишь у малыхъ машинъ, до 2 HP, чтобы пользоваться круглымъ числомъ 600. У большихъ машинъ слѣдуетъ считать полезное дѣйствіе до 0,9 и болѣе.

Коэффициентъ мощности зависитъ отъ того, въ какомъ отношеніи находятся въ цѣпи приемники свѣтовые къ электродвигателямъ, и имѣеть тѣмъ меньшую величину, чѣмъ болѣе нагрузка электродвигателями. При исключительной нагрузкѣ послѣдними онъ равенъ 0,7—0,9 смотря по тому, находятся ли подъ малой или подъ полной нагрузкой: въ чисто освѣтительной сѣти онъ-1.

При многофазномъ (трехфазномъ) токѣ мы получаемъ полную отдачу, если напряженіе у зажимовъ какихъ либо двухъ проводниковъ помножимъ на силу тока въ одномъ изъ нихъ и еще на коэффициентъ мощности 1,73. При этомъ предполагается, что всѣ три цѣпи равномерно нагружены.

9. Указаніе производительности. Машины и трансформаторы, изготовляемые въ Германіи для продажи въ этой же странѣ, почти всегда снабжаются т. наз. Leistungsschild, особыми дощечками, на которыхъ обозначены отдача (производительность), напряженіе, число оборотовъ и т. д. въ соотвѣтствіи съ „Нормами для оцѣнки и испытанія электрическихъ машинъ и трансформаторовъ“, установленными Союзомъ Герм. Электрот.

Среди данныхъ въ этомъ указаніи различаются:

а) Продолжительное дѣйствіе. На дощечкѣ подъ обозначеніемъ „dauernd“ (продолительно) указывается производительность машины или трансформатора, не производящая и при продолжительномъ дѣйствіи нагрѣваній, болѣшихъ, чѣмъ допускаются нормами.

б) Дѣйствіе съ перерывами есть такое, при которомъ работа, продолжающаяся минутами, чередуется съ остановками, какъ это бываетъ съ кранами, лифтами, уличными трамваями и т. д. Сюда относится указанная на дощечкѣ подъ словомъ: „intermittierend“ (перемѣжающееся) производительность, которую можетъ давать машина или трансформаторъ втеченіе часа безъ того, чтобы было превзойдено допустимос повышение температуры.

в) Кратковременное дѣйствіе - то, которое продолжается столь короткое время, что машина не достигаетъ своей окончательной температуры. Сюда относится производительность, даваемая на дощечкѣ при словахъ: „für . . . Stunden“; втеченіе указанного въ этихъ словахъ промежутка времени эта производительность не причиняетъ въ машинѣ или трансформаторѣ нагрѣванія, превышающаго допустимую величину.

10. Количество электричества. Единица количества электричества есть амперъ-часъ. Эта величина имѣеть мѣсто, если 1 А протекаетъ втеченіе часа.

11. Электрическая работа. Единица электрической работы есть ваттъ-часъ. Это работа, производимая 1 ваттомъ въ часъ; обыкновенно считаютъ въ единицѣ въ 1000 разъ большей, въ кило-ваттъ-часахъ.

12. Сопротивленіе. Единица сопротивленія есть омъ. О сопротивленіи мѣдныхъ проводовъ см. 153.

13. Электропроводность. Подъ электропроводностью разумѣють способность тѣлъ въ большей или меньшей степени проводить токъ. Электропроводность и сопротивленіе (см. 12) стоятъ въ обратномъ от-

ношеніи другъ къ другу ; чѣмъ больше электропроводность тѣла, тѣмъ меньше его сопротивленіе.

14. **Законъ Ома.** Сила тока равна частному изъ напряженія, дѣленнаго на сопротивленіе

$$J = \frac{E}{R}.$$

Отсюда вытекаетъ формула, служащая для вычисленія паденія напряженія въ проводникахъ (см. 150 и 151),

$$e = J \cdot R,$$

причемъ e означетъ разность напряженій въ началѣ и концѣ проводника, J — токъ, который протекаетъ по нему, и R — его сопротивленіе. Эта формула годна для перемѣннаго тока только въ томъ случаѣ, если токъ не встрѣчаетъ противодѣйствій, какія вызываются напримѣръ реактивною катушкою.

15. **Направленіе тока.** Направленіе тока опредѣляется по отклоняющему дѣйствию его на магнитную стрѣлку. Представимъ себѣ, что токъ обходитъ вокругъ магнитной стрѣлки, и что наблюдатель плыветъ вдоль тока лицомъ къ магнитной стрѣлкѣ : тогда сѣверный полюсъ стрѣлки отклонится влѣво отъ наблюдателя.

Для опредѣленія направленія тока употребляютъ компасъ, который держатъ подъ проводомъ, какъ показываетъ рис. 2. Наблюдатель становится, согласно данному выше правилу, къ компасу лицомъ и такъ, чтобы сѣверный полюсъ магнитной стрѣлки*) былъ по лѣвую руку, а южной по правую ; тогда то направленіе, куда направился бы наблюдатель, если бы онъ поплылъ вдоль провода (рис. 2), соответствовуетъ направленію тока.

При этомъ никогда не слѣдуетъ забывать проверять показанія компаса, ибо магнитная стрѣлка легко перемагничивается, находясь вблизи полюсовъ электрической машины. Сѣвернымъ полюсомъ называется тотъ конецъ стрѣлки, который указываетъ на сѣверную сторону небосклона, когда стрѣлка колеблется свободно и не находится подъ вліяніемъ ка-

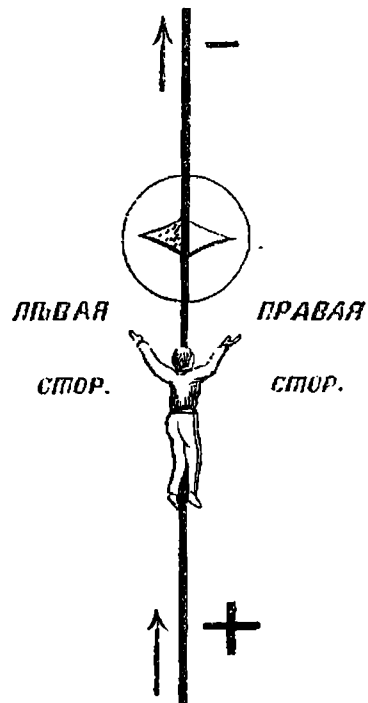


Рис. 2.

*) Вороненный, сѣверный конецъ ея — на чертежѣ заштрихованный.

кихъ либо постороннихъ силъ : подѣ влияніемъ тока или находящагося по близости желѣза *).

16. Обозначеніе полюсовъ (борновъ). Въ производителяхъ электрическаго тока положительнымъ борномъ (+) называютъ тотъ зажимъ, отъ котораго токъ идетъ во вѣдшнюю цѣпь; противоположный ему называется отрицательнымъ (-). Въ приборахъ, потребляющихъ энергію, напр. лампахъ, моторахъ и т. под. борны обозначаются такъ, какъ они должны быть присоединяемы къ цѣпи. Зажимъ + у лампы есть тотъ, который должно соединить съ + полюсомъ сѣти.

Въ установкахъ переменнаго тока обозначенія + и - уже не имѣютъ мѣста. Въ установкахъ же съ параллельно включенными многофазными машинами и трансформаторами полезно для ясности обозначать зажимы, принадлежащіе одной и той же фазѣ, которые слѣдуетъ соединять другъ съ другомъ, одинаковыми буквами, какъ *a, b, c* въ цѣпи высокаго напряженія и *A, B, C* въ цѣпи низкаго.

Для опредѣленія полюсовъ сѣти напр. при включеніи дуговыхъ лампъ и т. д. пользуются слѣдующими приемами, основанными на химическомъ дѣйствіи тока :

Если опустить въ разведенную сѣрчую кислоту (около 1 части, по вѣсу, кислоты на 9 частей воды) или въ растворъ соли голые концы мѣдныхъ проволокъ, соединенныхъ съ обоими зажимами генератора или съ соответственными проводами, то на концѣ, соединенномъ съ - полюсомъ, начинается обильное газоотдѣленіе, а конецъ, соединенный съ + полюсомъ, покрывается чернымъ слосмъ.

Если прикоснуться концами этихъ проволокъ къ смоченной водою бумагѣ, которая пропитана растворомъ іодистаго калия (можно получить въ каждой аптекѣ), то проволока, соединенная съ + полюсомъ,

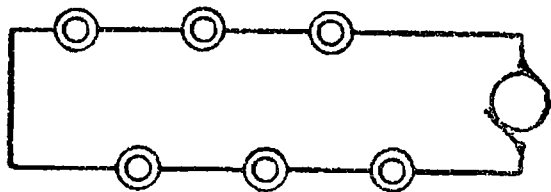


Рис. 3.

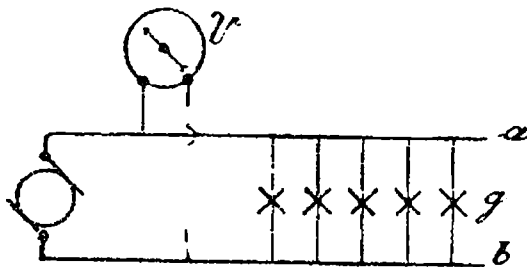


Рис. 4.

оставляетъ черное пятно. Въ продажѣ имѣется въ видѣ книжекъ, бумага, пропитанная реагентною жидкостью Вильке, на которой () полюсъ оставляетъ красное пятно.

*) На магнитныхъ брускахъ конецъ, соответствующій сѣверному полюсу магнитной стрѣлки, обыкновенно обозначается буквою N (Nord), противоположный — S (Süd).

17. Способы введенiя (включенiя) въ цiпь при постоянномъ и переменномъ токаxъ.

а) Последовательное (въ рядъ) включенiе: всi приборы чрезъ последовательное соединенiе зажимовъ другъ за другомъ образуютъ одинъ рядъ (рис. 3). Чрезъ всi приборы протекаетъ одинъ и тотъ же токъ.

б) Параллельное: зажимы аппаратовъ соединены съ двумя общими проводами (рис. 4). Токъ, идущiй по главнымъ проводамъ *a* и *b* (магистральямъ), отвiтвляется въ примыкающiя лампы *g*.

в) Включенiе въ отвiтвление: у главнаго провода дiлается отвiтвление, въ которое идетъ часть главнаго тока. Въ сущности это то же, что параллельное включенiе. Можно, напримiръ, сказать, что приборъ *V* (рис. 4) включенъ параллельно лампамъ *g*, или что онъ въ отвiтвлении у проводовъ *a* и *b*.

18. Включенiе при многофазномъ токxъ.

а) Включенiе треугольникомъ: лампы и приборы включаются группами или порознь непосредственно между главными проводами (рис. 5), т. е. между *a* и *b*, *b* и *c*, *c* и *a*. Токи, протекающiе по магистральямъ *a*, *b*, *c*, распределяются по лампамъ чрезъ мiсто

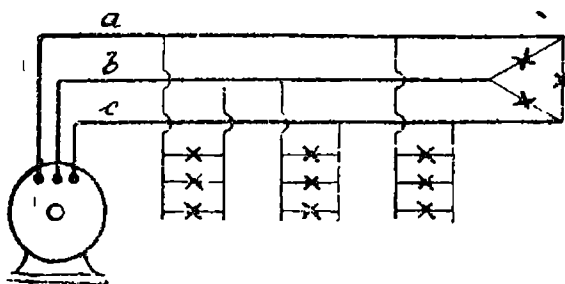


Рис. 5.

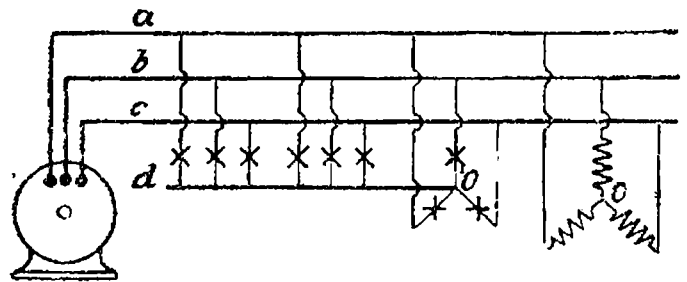


Рис. 6.

сращиванiя. Напряженiе у лампъ равно напряженiю въ сiти, т. е. равно напряженiю между каждыми двумя борнами машины, за вычетомъ потери напряженiя въ проводахъ.

б) Включенiе звiздой: въ этомъ случаi лампы, обмотки моторовъ и т. д. приращиваются къ главнымъ проводамъ лишь однимъ изъ своихъ зажимовъ (рис. 6); вторые же зажимы ихъ присоединяются всi къ одной точкi *O* (нолевая или нейтральная точка) или къ одному проводу. Нулевой проводъ *d* (уравнительный проводъ, рис. 6) можно вести къ нейтральной точкi машины. Напряженiе въ звiздi или напряженiе между уравнительнымъ проводомъ и однимъ изъ проводовъ цiпи, т. е. между *o* и *a*, *o* и *b*, *o* и *c* равно

напряженiе въ цiпи

$$\frac{1}{\sqrt{3}}$$

Это включенiе имiетъ то преимущество предъ треугольникомъ, что

позволяетъ выравниваться тремя напряжениямъ трехфазной сѣти при неравномѣрной нагрузкѣ ея вѣтвей; вслѣдствіе необходимости четвертаго провода эта система мало употребительна въ освѣтительныхъ установкахъ.

Машинное отдѣленіе.

19. Помѣщеніе для машинъ. Назначенное для электрическихъ машинъ помѣщеніе должно быть сухимъ и по возможности не пыльнымъ; кромѣ того, въ виду необходимости тщательной чистки машинъ, оно должно быть свѣтло и во избѣжаніе слишкомъ высокихъ температуръ хорошо вентилируемо. Въ машинномъ помѣщеніи не должно происходить скопленія взрывчатыхъ газовъ. Въ машинномъ помѣщеніи, или по крайней мѣрѣ вблизи машинъ, нельзя опиливать желѣза или устанавливать токарный станокъ. Также и для храненія динамомашинъ и запасныхъ частей ихъ необходимо сухое помѣщеніе.

Слѣдуетъ заботиться объ охлажденіи машинъ, провѣтривая помѣщеніе. Если недостаточны существующія окна, необходимо установить вентиляторъ, или насасывающій свѣжій воздухъ, или удаляющій нагрѣтый воздухъ. Вентилирующія отверстія должны быть такъ расположены, чтобы потоки поступающаго воздуха внизу и выходящаго — наверху проникали по возможности все помѣщеніе. Вводимый воздухъ долженъ быть, насколько возможно, лишеннымъ пыли.

20. Двигатель. Первое условіе хорошей электрической установки есть равномѣрный ходъ двигателя. Выборъ двигателя опредѣляется, главнымъ образомъ, цѣлями электрической установки; если дѣло идетъ на примѣръ объ освѣщеніи конторы или жилого помѣщенія, и т. д. то требуется гораздо болѣе равномѣрная работа, чѣмъ при освѣщеніи фабричныхъ зданій или улицъ. Слѣдуетъ еще замѣтить, что колебанія въ быстротѣ хода машины гораздо сильнѣе отзываются на свѣтѣ калильныхъ лампъ, нежели лампъ съ вольтовой дугой, и что продолжительность службы первыхъ не мало страдаетъ отъ неравномѣрности хода. Если возможно, слѣдуетъ устроить такъ, чтобы электрическія машины приводились въ дѣйствіе нарочно для того назначеннымъ двигателемъ; въ особенности же не слѣдуетъ соединять ихъ съ такимъ двигателемъ, который одновременно употребляется для приведенія въ дѣйствіе сильныхъ, по временамъ выключаемыхъ рабочихъ машинъ. Въ особенности точно эти условія должны быть соблюдаемы при параллельной работѣ машинъ переменнаго тока.

21. Фундаментъ. Прочный фундаментъ есть одно изъ важнѣйшихъ условій при установкѣ электрической машины; машина отнюдь не должна приходить въ дрожаніе при вращеніи якоря. обыкновенно очень быстро. Изолировка машинной станины отъ ея фундамента

примѣняется лишь въ особыхъ случаяхъ ; здѣсь машина кромѣ того окружается еще изолирующимъ слоемъ. При высокихъ напряженіяхъ слѣдуетъ станину машины соединить съ землею (см. 202).

Верхъ фундамента динамомашинъ долженъ находиться по меньшей мѣрѣ въ 20 см. надъ поломъ. Это, съ одной стороны, дѣлаетъ возможною большую опрятность, съ другой — облегчаетъ самый уходъ, такъ какъ подушки, столь низко приходящіяся въ небольшихъ машинахъ, будутъ при этомъ поставлены выше.

Если нельзя избѣгнуть — всегда нежелательнаго — помѣщенія машинъ подъ жильемъ, то слѣдуетъ заботиться, чтобы шумъ и сотрясенія, производимые машиною во время ея дѣйствія, не передавался наверхъ. Поэтому стѣны не должны быть связаны съ фундаментами машинъ. слѣдуетъ дѣлать настилку пола въ машинномъ помѣщеніи такъ, чтобы она была отдѣлена или отъ фундаментовъ машинъ, или отъ стѣнъ зданія, для чего у фундаментовъ или у стѣнъ оставляютъ несвысокимъ промежутокъ примѣрно въ 2—4 см.; этотъ промежутокъ заполняется пескомъ. При ременныхъ или тросовыхъ приводахъ, при электрическихъ машинахъ необходимы салазки для натяженія ремней или тросовъ.

Раньше установки фундамента вымѣряются мѣста для фундаментныхъ болтовъ, которые замуравываются въ маленькіе фундаменты; въ большомъ оставляются свободныя мѣста помощью круглыхъ или квадратныхъ деревянныхъ вкладышей, впоследствии вынимаемыхъ. Эти мѣста не должны быть очень тѣсны, чтобы была возможность небольшого передвиженія машины или салазокъ для натяженія приводовъ при вывѣркѣ.

а) **Б е т о н н ы й ф у н д а м е н т ъ** : 1 часть портландскаго цемента, 3 части зернистаго, безъ глины, песку и 5 частей щебня тщательно смѣшиваются при постепенномъ приливаніи воды. Бетонъ утрамбовывается слоями въ фундаментномъ пространствѣ, ограниченномъ стѣнками изъ досокъ. Для отвердѣванія бетона долженъ быть оставленъ срокъ, по крайней мѣрѣ, въ двѣ недѣли.

б) **К и р п и ч н ы й ф у н д а м е н т ъ** : Хорошо обожженные звонкіе кирпичи укладываются, смоченные водой, связанные растворомъ изъ 1 части портландскаго цемента и 3 частей зернистаго, безъ глины, песку. На отвердѣваніе кладки нужно считать по меньшей мѣрѣ 5 дней.

с) **В р е м е н н о й ф у н д а м е н т ъ** дѣлается, если недостаетъ времени для отвердѣванія нормальнаго, помощью гипса или металлическаго бетона.

Отверстія для болтовъ заливаются жидкимъ растворомъ изъ 1 части цемента и 1 части мелко просѣяннаго песку; имъ же подливаютъ подъ машинное основаніе, причѣмъ послѣднее обкладывается глиною. Натягиваніе болтовъ можетъ быть произведено лишь послѣ окончательнаго отвердѣванія фундамента.

22. **Т р а н с м и с с і я**. Диаметры шкивовъ должны быть по возможности большими для лучшаго забираянія ремней. Шкивы должны быть точно центрированы и тщательно обточены; ихъ ширина должна на

2—3 см. превосходить ширину ремней. Ведущій шкивъ дѣлается плоскимъ (цилиндрическимъ), ведомый — слегка шарообразнымъ (сводчатый).

Передача на болѣе медленное вращеніе, т. е. съ малаго шкива на большой, часто необходимая для моторовъ, требуетъ примѣненія ведущаго шкива (въ данномъ случаѣ меньшаго) съ не очень малымъ радіусомъ, такъ какъ для работы ремня является неблагоприятнымъ условіемъ, если онъ долженъ слѣдовать за шкивомъ малаго радіуса. Если невозможно, чтобы малый шкивъ имѣлъ большой діаметръ, то онъ долженъ быть сдѣланъ шире, чѣмъ было бы нужно для генератора величины одинаковой съ двигателемъ; это позволяетъ примѣнить болѣе широкій ремень. Передаточное число не можетъ быть дѣлаемо болѣе 1 : 6.

При вычисленіи поперечника шкивовъ принимаютъ въ расчетъ скольженіе ремней: для каждой ременной передачи считаютъ 1,5—2% потери въ скорости, т. е. при расчетѣ поперечниковъ увеличиваютъ число оборотовъ приводимаго въ движеніе вала на 1,5—2% въ сравненіи съ тѣмъ, что требуется въ дѣйствительности.

Расчетъ производится слѣдующимъ образомъ. Пусть динамомашина требуетъ n оборотовъ въ минуту и имѣетъ шкивъ діаметромъ d мм.; соответственныя величины для передаточнаго вала пусть будутъ n_1 и d_1 . Такъ какъ діаметры шкивовъ стоятъ въ обратномъ отношеніи къ числу оборотовъ, то мы имѣемъ пропорцію

$$d_1 : d = n : n_1,$$

изъ которой слѣдуетъ

$$d_1 = \frac{n}{n_1} \cdot d.$$

Примѣръ: пусть для динамомашинны предписано 1000 оборотовъ; — принимая въ расчетъ скольженіе ремня, увеличиваютъ это число на 2%

$$(1000 \cdot \frac{2}{100} = 20), \text{ слѣдовательно } n = 1020.$$

Кромѣ того даны:

$n_1 = 300$ оборотовъ передаточнаго вала;

$d = 200$ мм. поперечникъ шкива динамомашинны.

Поперечникъ d_1 передаточнаго шкива, поэтому найдется изъ данной выше формулы:

$$d_1 = \frac{1020}{300} \times 200 = 680 \text{ мм.}$$

23. Ремни.

а) М о н т и р о в к а и у х о д ъ. Для приведенія въ дѣйствіе электрическихъ машинъ, какъ и соответствующихъ имъ приводовъ, употребляются исключительно ремни перваго сорта.

Быстро двигающіеся ремни для электрическихъ машинъ должны быть безъ концовъ, проклееными, такъ какъ въ противномъ случаѣ происходило бы сотрясеніе и быстрое изнашиваніе подушекъ. Если нельзя получить съ фабрики ремни, проклееннаго безъ концовъ, то проклейка должна быть произведена на мѣстѣ электрической установки по указаніямъ, даннымъ фабрикою, и матеріями, которые она доставитъ. Длину ремня вѣрнѣе всего опредѣляютъ послѣ установки машины. Для этой цѣли электрическая машина ставится на салазкахъ въ положеніе, соответствующее почти кратчайшей длинѣ ремней, послѣ чего эта длина измѣряется, туго натянутымъ шнуромъ, перекинутымъ на шкивахъ, въ предположеніи, что ремни заканчиваются тупыми срѣзами. Слѣдуетъ потребовать отъ фабрики величину прибавки длины на шовъ. Если требуется, чтобы ремень былъ уже готовъ ко времени установки машины, то его длина берется равною: 2 раза разстояніе между осями $+ \frac{1}{2}$ поперечника ведущаго шкива $+ \frac{1}{2}$ поперечника шкива, приводимаго въ движеніе, $+$ прибавка, позволяющая наложить ремень.

Лучше всего тянуть горизонтальные ремни, причѣмъ для узкихъ ремней, до ширины въ 100 мм., разстояніе между осями не должно быть меньше 5 м., а для болѣе широкихъ — меньше 10 м. Если вершина (высшая точка) ведомаго шкива ниже вершины ведущаго (рис. 7)

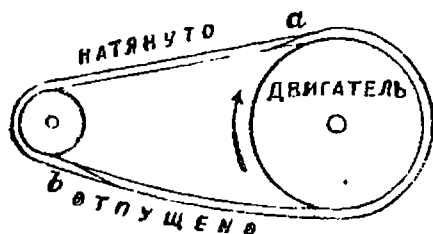


Рис. 7.

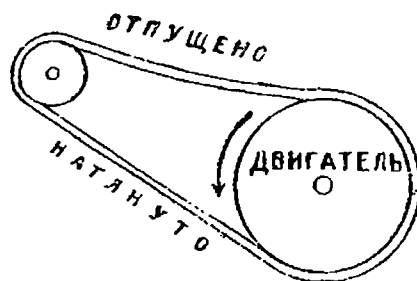


Рис. 8.

то цѣлесообразнѣе, если тянуть верхняя половина шкива. Если въ этомъ случаѣ тянуть его нижняя часть, то на вращаемомъ шкивѣ легко возникаетъ шумъ. Если вершина вращаемаго шкива выше (рис. 8) или на одномъ уровнѣ съ ведущимъ, то лучше сдѣлать нижнюю половину ремня натянутою.

б) Расчетъ ширины ремня. Ширина ремня, необходимая для данной производительности, зависитъ не только отъ величины силы, которую ремень долженъ передавать, но еще отъ скорости его движенія и діаметра малаго шкива. Въ слѣдующей таблицѣ даны величины силы, передаваемой ремнемъ на см. ширины для различныхъ скоростей и поперечниковъ малаго шкива, въ предположеніи наиболѣе благоприятныхъ условій, т. е. приблизительно горизонтальныхъ ремней и не очень малыхъ шкивовъ.

Сила въ кгр. на см. ширины ремня.

Простые ремни.

Поперечникъ малаго шкива.	Простые ремни.						Скорость въ метрахъ въ сек.
	3	5	10	15	20	25	
100 мм.	2	2,5	3	3	3,5	3,5	кгр.
200 "	3	4	5	5,5	6	6,5	"
500 "	5	7	8	9	10	11	"
1000 "	6	8,5	10	11	12	13	"
2000 "	7	10	12	13	14	15	

Простые ремни допустимы лишь до 1 м. ширины.

Двойные ремни.

Поперечникъ малаго шкива.	Двойные ремни.						Скорость въ метрахъ въ сек.
	3	5	10	15	20	25	
500 мм.	8	9	10	11	12	13	кгр.
1000 "	10	12	14	16	17	18	"
2000 "	12	15	20	22	24	25	

Скорость ремня и его натяженіе въ килгр., необходимыя для вычисленія ширины его по этой таблицѣ, опредѣляются слѣдующимъ образомъ:

Скорость. Скорость v въ секунду въ метрахъ опредѣляется произведеніемъ окружности шкива u и числа n оборотовъ въ минуту, дѣленнымъ на 60.

$$\text{Скорость } v = \frac{u \cdot n}{60}.$$

Окружность шкива равна его діаметру d , помноженному на 3,14.

Примѣръ.

Диаметръ шкива	$d = 200 \text{ мм.} = 0,2 \text{ м.},$
окружность шкива	$u = 0,2 \cdot 3,14 = 0,628 \text{ м.},$
число оборотовъ	$n = 1000,$
скорость	$v = \frac{0,628 \cdot 1000}{60} = \frac{628}{60} = 10,5 \text{ м.}$

Н а т я ж е н і е. Передаваемое ремнемъ натяженіе z получается, если раздѣлить производительность l , выраженную въ килгр.-метрахъ въ секунду, на скорость v . Лошадиная сила (HP) равна 75 килгр.-мет. въ сек. $= 736 \text{ W}$.

$$\text{Н а т я ж е н і е } z = \frac{l}{v}.$$

Примѣръ. Пусть ремень долженъ передать 10 HP; остальные величины беремъ изъ предыдущаго примѣра.

$$\text{Отдача } l = 10 \cdot 75 = 750 \text{ килгр.-мет. въ секунду.}$$

$$\text{Натяженіе } z = \frac{l}{v} = \frac{750}{10,5} \text{ или } 72 \text{ килгр.}$$

Простой ремень согласно вышеприведенной таблицѣ при 200 мм. діаметра меньшаго шкива и скорости въ 10 м. можетъ быть натяженъ 5 килгр. на 1 см. ширины. Расчетъ даетъ натяженіе въ 72 килгр.; слѣдовательно ширина ремня должна быть $\frac{72}{5} = 14,4$ или 15 см.

При передачѣ на болѣе медленное вращеніе, должно взять ширину ремня нѣсколько бѣльшею (см. 22, абз. 2).

Ремень долженъ быть наложенъ на шкивы своею шероховатою стороною и притомъ такъ, чтобы концы швовъ не двигались навстрѣчу шкиву. Рис. 7 показываетъ въ a правильное, въ b неправильное положеніе этихъ концовъ. Если при машинѣ имѣются салазки, то при наложеніи ремня она должна быть сдвинута какъ можно бѣльше назадъ.

Новые ремни слѣдуетъ натягивать пемного и мало-помалу; послѣ каждаго подтягиванія должно осмотрѣть подушки вала, не происходитъ ли чрезмѣрнаго нагрѣванія. Въ случаѣ отсутствія салазокъ не слѣдуетъ часто обрѣзывать ремней для ихъ укорачиванія: скорѣе можно посоветовать промаслить ихъ бычачьимъ жиромъ, причемъ достигается укорачиваніе до 2% ихъ длины. Жиръ бросается маленькими кусочками между ремнемъ и шкивомъ въ мѣстѣ наворачиванія ремня на шкивъ или намазывается кистью на ремень въ движеніи. Въ первое мгновеніе промасленный ремень скользитъ; образующееся при этомъ тепло расплавляетъ жиръ, который и впитывается затѣмъ ремнемъ. Покрывать жиромъ слѣдуетъ осторожно и при разгруженной машинѣ, чтобы не упалъ ремень при наступающемъ вначалѣ скольженія. Употребленіе смолы и другихъ склеивающихъ веществъ неподходяще; ими не достигается долговременное натяженіе ремня, а скорѣе порча его матеріала. Минеральное масло, разрушающее ремень, слѣдуетъ держать подалѣе отъ него.

Электрическая машина.

24. Определеія.

а) Названіе „электрическая машина“ или кратко „машина“ можетъ обозначать слѣдующее:

I. Генераторъ или динамо, вращающаяся машина, приводимая въ дѣйствіе двигателемъ и дающая электрическую производительность (см. 8).

II. Моторъ, вращающаяся машина, которая превращаетъ электрическую энергію въ механическую.

III. Моторъ - генераторъ, двойная машина, состоящая изъ сдѣланныхъ мотора и генератора, и служащая для превращенія тока одного характера въ другой.

IV. Умформеръ, машина, въ которой производится вышеозначенное превращеніе въ одномъ якорѣ.

б) Якорь (арматура) есть та часть машины, въ которой подъ дѣйствіемъ магнитнаго поля индуктируются электродвижуція силы. Въ машинѣ постояннаго тока якорь, соединенный съ валомъ, вращается предъ полюсами магнита. Токи, развивающіеся въ катушкахъ якоря принимаются щетками и направляются во внѣшнюю цѣпь.

Въ машинахъ переменнаго и многофазнаго токовъ, по большей части, якорь неподвиженъ, вращаются же съ валомъ электромагниты.

с) Магниты (индукторъ). Подъ этимъ названіемъ разумѣютъ тѣ магниты машины, индукціоннымъ дѣйствіемъ которыхъ въ катушкахъ якоря производится электродвижущая сила вращающейся машины.

д) Въ индукціонныхъ моторахъ переменнаго тока различаютъ статоръ — неподвижную часть, и роторъ — часть вращающуюся. Обыкновенно въ статоръ входитъ многофазный токъ изъ сѣти, вслѣдствіе чего въ роторѣ возникаютъ токи, какъ результатъ трансформации.

Генераторъ.

25. Машина переменнаго тока. Производимый этою машиною токъ постоянно мѣняетъ свою величину, а черезъ короткіе промежутки времени, и направленіе. На рис. 9 волнообразная линія *a b c d* представляетъ, какъ мѣняется токъ съ теченіемъ времени. Отрѣзокъ волнообразной кривой отъ *a* до *c* соотвѣтствуетъ одному періоду; въ теченіе одного періода токъ дважды мѣняетъ свое направленіе, а именно въ *a* и *b*. Въ Германіи строятся обыкновенно машины съ расчетомъ на 50 періодовъ въ секунду; машины, предназначаемыя исключительно для двигателей, строятся на 25 періодовъ.

Питаніе электромагнитовъ, которые въ большинствѣ машинъ переменнаго тока соединены съ валомъ машины, производится отъ сѣти постояннаго тока или отъ отдѣльной машины постояннаго тока (возбудитель). Собирается переменный токъ отъ зажимовъ неподвижнаго якоря.

а) Генераторъ однофазнаго тока. Эта машина производитъ одинъ токъ, который въ течение короткихъ промежутковъ времени мѣняетъ свое направлѣніе и величину (см. 3).

б) Машина многофазнаго тока производитъ переменные токи, различающіеся по фазѣ. Наиболее употребительны машины съ тремя переменными токами (трехфазный токъ) и тремя проводами (см. 18). Рѣже встрѣчаются двухфазныя машины съ двумя цѣпями при трехъ проводахъ. Рис. 9 представляетъ измѣненіе тока въ трехфазной системѣ, причемъ надъ горизонтальной линіей O обозначены токи положительнаго (+) направлѣнія, а подъ ней отрицательнаго. Порядокъ измѣненія тока обозначается стрѣлкой. По времени первымъ токъ I въ a' переходитъ отъ - направлѣнія чрезъ O къ + направлѣнію; за нимъ токъ II въ a'' и затѣмъ токъ III въ a''' . Токъ II достигаетъ состоянія (фазы) перваго позже его, и еще болѣе опаздываетъ токъ III, такимъ образомъ фазы трехъ токовъ оказываются сдвинутыми другъ относительно друга.

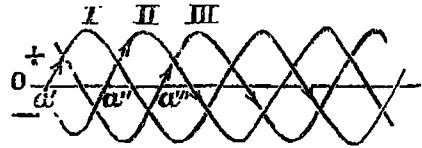


Рис. 9.

26. Машина постояннаго тока. Токъ этой машины протекаетъ по внѣшней цѣпи постоянно въ одномъ направлѣніи и, если сопротивление внѣшней цѣпи постоянно, то и величина тока не измѣняется. Въ якорѣ динамомашинъ постояннаго тока возбуждается токъ переменный, который обращается въ постоянный дѣйствіемъ коммутатора, и собирается щетками, трущимися о послѣдній.

Включеніе обмотокъ машины.

27. Машина постояннаго тока.

а) Машина съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ. Якорь, электромагниты и внѣшняя цѣпь (рис. 10) соединены послѣдовательно, такъ что возбуждаемый въ якорѣ токъ весь протекаетъ, какъ по электромагнитамъ, такъ и по внѣшней цѣпи, приключасмой къ зажимамъ А и В.

б) Машина съ возбужденіемъ въ отвѣтвленіи *)). Обмотка электромагнитовъ (рис. 11) введена въ отвѣтвленіе у щетокъ или у зажимовъ А и В, равнозначныхъ съ зажимами щетокъ.

Отвѣтвленіе въ этой машинѣ всегда снабжается реостатомъ, который позволяетъ регулировать силу протекающаго по обмоткѣ электромагнитовъ тока и, слѣдовательно, напряженіе у борновъ. Этотъ реостатъ включается между однимъ изъ борновъ, напр. А. и прилежа-

*) Такъ называемая шунтовая машина.

щимъ зажимомъ отвлѣтленія x . Второй зажимъ (y) отвлѣтленія соединяется съ борномъ B , если это соединеніе не сдѣлано уже навсегда тогда зажима не существуетъ.

Машина съ возбужденіемъ въ отвлѣтленіи находитъ себѣ наибольшее примѣненіе; для зарядки аккумуляторовъ, а также гальваническаго осажденія металловъ разсматриваемый способъ возбужденія имѣетъ ту выгоду, что въ машинѣ не можетъ быть произведено обращенія полюсовъ (перемагничиванія) поляризаціею аккумуляторовъ или электрическихъ ваннъ.

Въ случаѣ частыхъ колебаній нагрузки шунтовой машины, какія происходятъ, напр., въ цѣли электродвигателей, рекомендуется во из-

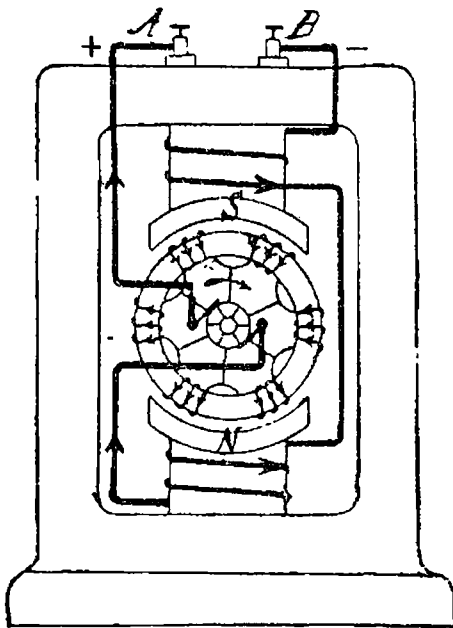


Рис. 10.

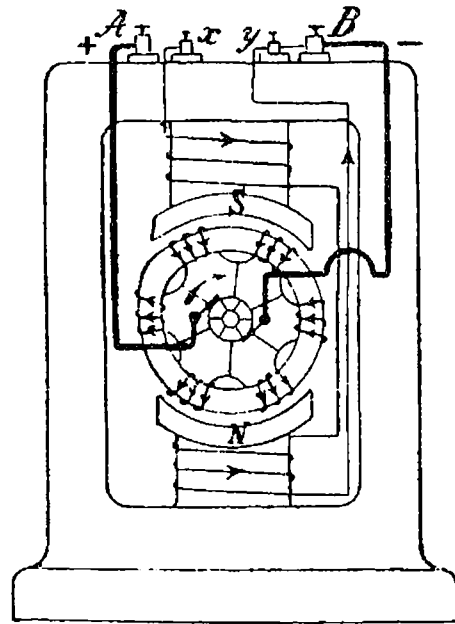


Рис. 11.

бѣжаніе большихъ колебаній напряженія, возбуждать магниты токомъ отдѣльнаго источника, т. е. аккумуляторами или вспомогательною машиною.

с) Машина со смѣшаннымъ возбужденіемъ или компаундъ-машина (рис. 12). Способъ возбужденія въ этой машинѣ, представляющій сочетаніе двухъ вышеназванныхъ, обусловливаетъ постоянное напряженіе у борновъ независимо отъ измѣненій въ нагрузкѣ.

Электромагниты этой машины имѣютъ обмотки изъ толстой и изъ тонкой проволоки; чрезъ первую проходитъ главный токъ, вторая введена въ отвлѣтленіе у щетокъ или — рѣже — у борновъ машины. Здѣсь также (см. в) рекомендуется включать въ отвлѣтленную обмотку регулирующій реостатъ.

Подобныя машины устанавливаются обыкновенно въ сѣти съ большими колебаніями въ нагрузкѣ, и не имѣющей аккумуляторовъ.

d) Многополюсныя машины. Въ противоположность машинамъ, представленнымъ на рис. 10, 11, и 12, въ которыхъ имѣется по два магнитныхъ полюса, называютъ многополюсными машинами такія, которыя имѣютъ четыре, шесть и т. д. полюсовъ.

Рис. 13 и 14 представляютъ схему обмотки якоря четырехполюсной машины. Число потребныхъ здѣсь щетокъ вообще соотвѣтствуетъ числу магнитныхъ полюсовъ; одноименныя щетки включаются параллельно (рис. 13). Если въ такихъ машинахъ употребляются двѣ щетки, то (рис. 14) соединяютъ одну съ другою катушки якоря, симметрично лежащія относительно магнитнаго поля, или соотвѣтственныя пластинки коммутатора.

e) Машина для трехпроводной сѣти. Въ сѣти трехпроводной (см. 146) употребляются обыкновенно такіе генераторы, отъ которыхъ можно получить оба напряженія. Эти машины или дѣлаются съ двумя отдѣльными обмотками на якорѣ, каждая со своимъ коммутаторомъ, или допускаютъ дѣленіе напряженія особымъ устройствомъ обмотки якоря, а также съ помощью дроссельной катушки, вращающейся вмѣстѣ съ якоремъ. Въ послѣднемъ случаѣ въ машинѣ кромѣ коммутатора имѣется еще контактное кольцо, отъ котораго ведется средній проводъ, помощью щетки.

f) Машина съ добавочными полюсами. Между полюсными выступами индуктора N и S (рис. 15), несущими обмотку возбужденія, устраиваются „добавочные полюса“ s и n , обмотка которыхъ включается въ главную цѣль. Добавочные полюса служатъ для уменьшенія искрообразования на коммутаторѣ и употребляются главнымъ образомъ въ машинахъ съ большимъ числомъ оборотовъ и при шунтовыхъ двигателяхъ, если широкая регулировка скорости послѣднихъ производится регулированіемъ тока въ главныхъ электромагнитахъ.

g) Компенсационная обмотка, помѣщаемая въ желобахъ полюсныхъ наконечниковъ (рис. 16), примѣняется въ турбогенераторахъ и служитъ для уменьшенія искренія при ходѣ машины иногда вмѣстѣ съ добавочными полюсами. При этомъ компенсационная обмотка x , обмотка добавочныхъ полюсовъ u и толстая обмотка индуктора, если машина компаундъ, — соединяются послѣдовательно и включаются въ главную цѣль.

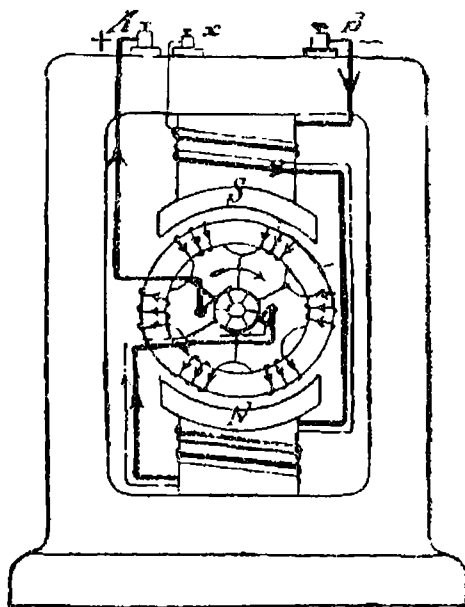


Рис. 12.

28. Машины переменного тока. Сюда принадлежат:

а) Машины однофазного тока, раньше называвшіяся машинами переменного тока въ тѣсномъ смыслѣ этого термина (альтернаторы).

б) Машины многофазного тока (трехфазный генераторъ).

с) Машины двухфазного тока.

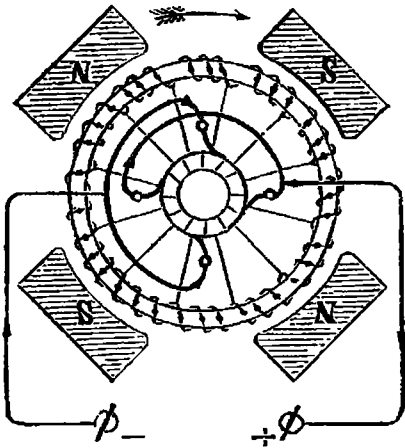


Рис. 13.

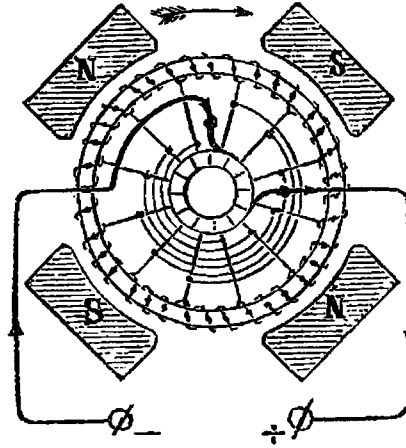


Рис. 14.

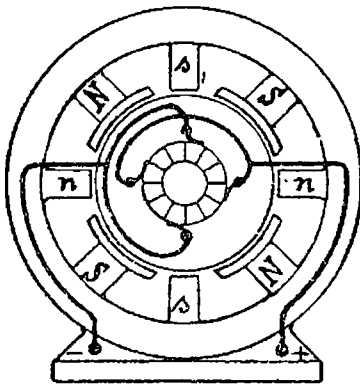


Рис. 15.

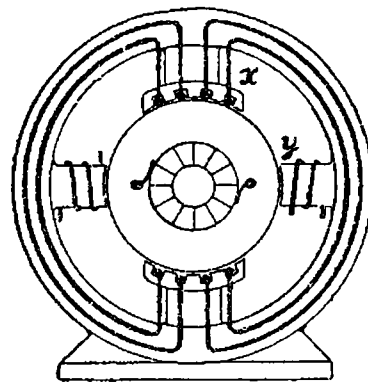


Рис. 16.

Машины переменного тока строятся почти исключительно по типу многополюсныхъ. Концы обмотки электромагнитовъ ведутся къ двумъ контактнѣмъ кольцамъ, съ которыхъ получается токъ отъ машины — возбuditеля, постоянного тока. Каждой парѣ полюсовъ магнитной крестовины соотвѣтствуютъ въ машинѣ однофазной (рис. 17) одна или двѣ секціи въ обмоткѣ якоря, въ машинѣ же трехфазного тока (рис. 18) — три или шесть; содѣйствующія другъ другу секціи обмотки соединяются вмѣстѣ параллельно или послѣдовательно. На

рис. 17 представлена четырехполюсная однофазная машина; концы последовательно соединенных секций ведутся к двум неподвижным борнамъ. Машина многофазного тока на рис. 18 имѣетъ 2×3

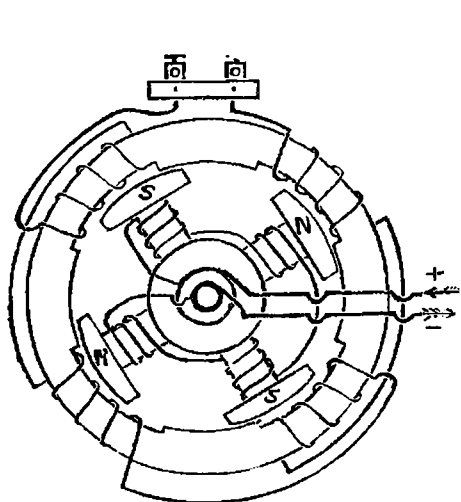


Рис. 17.

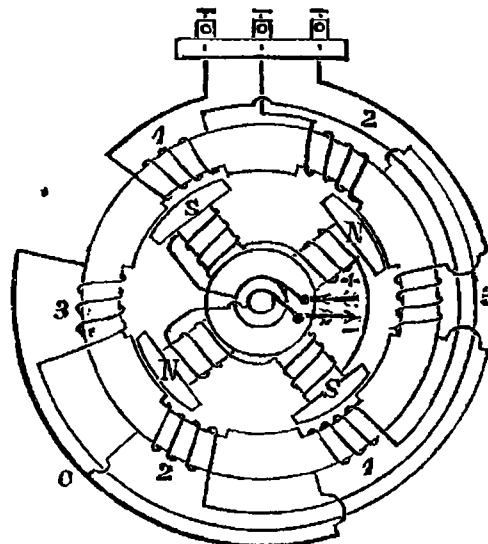


Рис. 18.

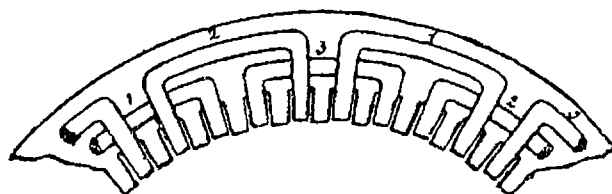
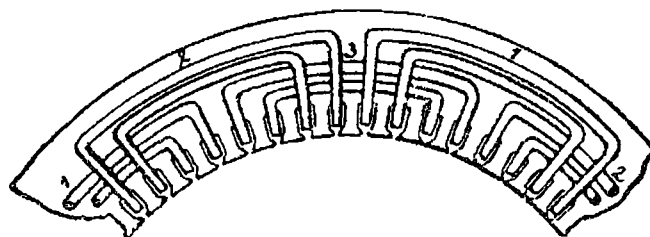


Рис. 19.



Рисъ. 20.

секцій. Катушки одинаковой фазы „1,1—2,2—3,3“ соединены последовательно; три начала отдельныхъ обмотокъ секцій ведутся къ тремъ зажимамъ, три конца соединяются проводомъ 0. Такимъ образомъ машина включена звѣздою.

Обыкновенно обмотка якоря не производится по кольцевому типу, какъ показано схематически на рис. 17 и 18, но укладывается въ желобахъ якоря. Такая обмотка изображена на рис. 19 для машины многофазнаго тока съ открытыми желобами и на рис. 20 — съ полузакрытыми. Въ первомъ случаѣ каждая катушка, отдѣльно приготовленная по шаблону, можетъ быть отдѣльно вложена въ якорь, во второмъ — обмотка производится по отдѣльнымъ виткамъ. Для каждаго полюса и каждой фазы можетъ быть по одному желобу (рис. 19), или по два (рис. 20), или по большому числу.

При соединеніи динамомашинъ съ паровыми турбинами, обладающими большою скоростью вращенія, употребляются машины переменнаго тока лишь двухполюсныя даже и въ случаѣ большой производительности.

Слѣдованіе фазъ въ трехъ цѣпяхъ машины многофазнаго тока (см. 25 b) опредѣляется способомъ соединенія секцій обмотки съ борнами машины и направлениемъ ея вращенія.

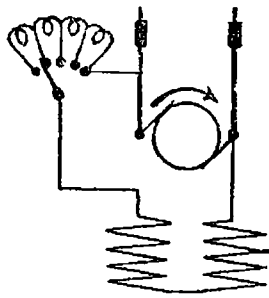


Рис. 21.

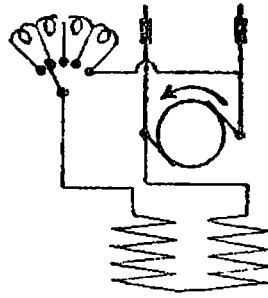


Рис. 22.

29. Измѣненіе въ направленіи вращенія.

а) Въ машинахъ постояннаго тока. Если необходимо придать машинѣ направленіе вращенія обратное тому, которое предполагалось заводомъ, доставившимъ ее, то слѣдуетъ произвести измѣненія въ соединеніяхъ машины, а также, вообще говоря, и въ положеніи щетокъ.

Щетки, наложенныя касательно или наклонно (см. 60), слѣдуетъ переставить въ новомъ направленіи вращенія.

Измѣненіе въ соединеніяхъ состоитъ въ шунтовой машинѣ въ пересоединеніи одного на мѣсто другого концовъ шунтовой обмотки (см. рис. 21 и 22). Въ машинѣ компаундъ слѣдуетъ сдѣлать такое переключеніе и въ послѣдовательной. и въ шунтовой обмоткахъ возбужденія (см. рис. 23 и 24).

Знаки полюсовъ машины послѣ такого переключенія остаются прежними.

Обмотку добавочныхъ полюсовъ (см. 27 f) при перемѣнѣ направленія вращенія надо включить такимъ образомъ, чтобы якорный токъ

протекалъ по ней въ направленіи обратномъ тому, которое было при прежнемъ направленіи вращенія.

б) Въ машинахъ переменнаго тока: Въ машинѣ однофазнаго тока направленіе вращенія не имѣетъ значенія. Въ машинѣ многофазнаго тока переменна въ направленіи вращенія сопровождается переменною въ порядкѣ слѣдованія фазъ (см. 25 б), а потому и переменною направленія вращенія, двигателей многофазнаго тока, которые

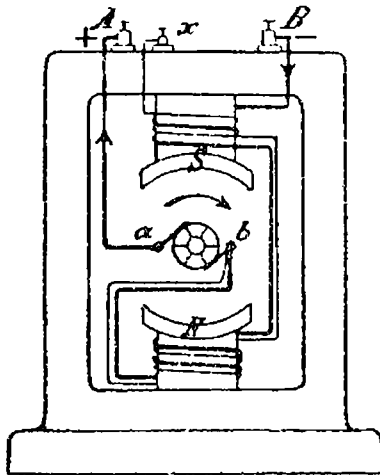


Рис. 23.

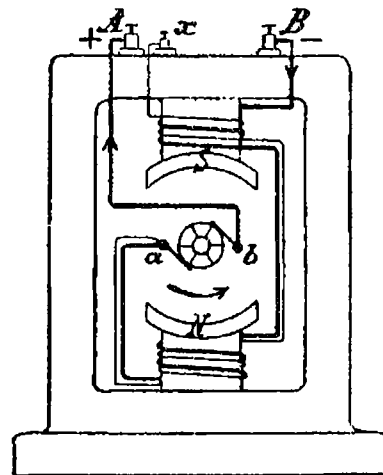


Рис. 24.

включены въ цѣпь; чтобы, несмотря на переменну направленія вращенія въ машинѣ, порядокъ фазъ остался прежнимъ, стоитъ лишь переключить одинъ на мѣсто другого любые два провода, идущіе въ машинѣ.

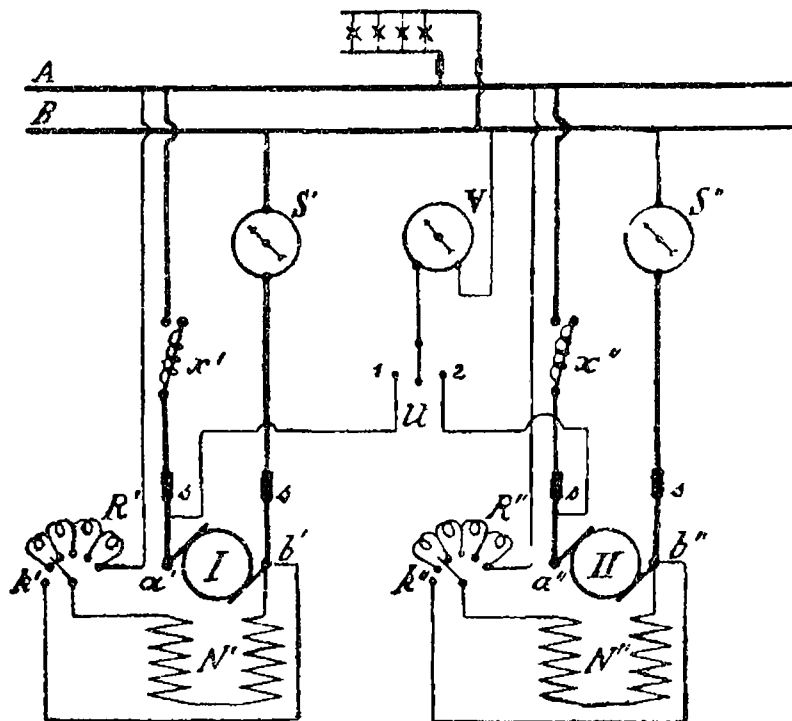
Параллельное и послѣдовательное соединеніе машинъ.

30. **Параллельное соединеніе машинъ постояннаго тока.** Полная сила тока отъ параллельно соединенныхъ машинъ равна суммѣ токовъ, даваемыхъ каждою отдѣльною машиною. Напряжение при параллельномъ включеніи остается неизмѣннымъ, если всѣ параллельно включаемыя машины до соединенія даютъ одно и то же напряжение.

а) **Параллельное соединеніе машинъ съ возбужденіемъ въ отвѣтвленіи:** Рис. 25 представляетъ способъ параллельнаго включенія, требующій наименьшаго числа приборовъ. Одноименныя щетки a^1) машинъ I и II соединены съ магистралію A .

1) Эти обозначенія, употребляемые безъ значковъ, относятся одинаково ко всѣмъ параллельно включеннымъ машинамъ, такъ напр. подъ a разумѣются машинныя борны a' и a'' (рис. 25).

противоположная же b съ магистралью B . Въ главной цѣпи машинъ имѣется выключатель x , амперъ S и при каждомъ полюсѣ по одному предохранителю s . Здѣсь удобны самостоятельные минимальные выключатели x (рис. 25), или комбинація максимальнаго съ выключателемъ обратнаго тока. Первые выключаютъ машину, когда токъ упадетъ прибл. до 5% своей нормальной величины, послѣдніе же производятъ выключеніе, съ одной стороны если токъ упадетъ до нуля или станетъ отрицательнымъ въ нѣсколько % своей величины, съ другой



• Рис. 25.

стороны — если перегрузка превзойдетъ нѣкоторую опредѣленную величину (см. 101). Эти послѣдніе приборы позволяютъ обходиться безъ предохранителей въ соответственныхъ проводахъ.

Обмотки въ отвѣтвленіи N соединены однимъ концомъ со щетками b , и другимъ чрезъ реостатъ R съ шинами (съ главнымъ проводомъ) A ; такое включеніе имѣетъ ту выгоду, что не позволяетъ произойти перемгничиванію машины, т. к. обмотка электромагнитовъ питается съ главныхъ проводовъ. Реостаты снабжены контактами на короткое сообщеніе k , позволяющими при выключеніи машины замкнуть шунтовую обмотку на себя и такимъ путемъ устранить опасность экстратоковъ, вредныхъ для изоляціи машины. Вольтметръ V присоединяется съ одной стороны къ шинамъ B , съ другой же чрезъ переключатель U къ главному проводу машины, ведущему къ щеткамъ a .

Чтобы включить машину, напр. II, параллельно съ машиною I, находящеюся уже въ дѣйствиі, достигаютъ въ первой нормальной скорости вращенія и, съ помощью реостата R'' , того же напряженія, что у машины I, причемъ переключаютъ вольтметръ V на машину II, послѣ того какъ его соединяли съ I и отсчитали приэтомъ его показаніе. Когда достигнуто равенство напряженій, замыкается выключатель x'' . Непосредственно послѣ включенія машина II не даетъ вовсе тока или даетъ его очень слабымъ; но затѣмъ мало-по-малу, передвиганіемъ впередъ рычага въ реостатѣ R'' и сдвиганіемъ назадъ рычага въ реостатѣ R' , реостаты ставятся въ такія положенія, что обѣ машины оказываются нагруженными равномерно соотвѣтственно ихъ величинамъ, и напряженіе удерживается на слѣдуемой высотѣ. Въ теченіе дальнѣйшаго дѣйствія установки напряженіе постоянно поддерживается на желаемой высотѣ помощью обоихъ реостатовъ. Самодѣйствующіе минимальные выключатели при замыканіи тока должны быть придержаны рукой, пока токъ не достигнетъ такой величины, что уже нельзя будетъ больше бояться выпаденія замыкателя; въ новѣйшихъ конструкціяхъ выключателей имѣются приспособленія, дѣлающія излишнимъ вышеуказанное придерживаніе рукой. Подвязывать выключатели или вообще какимъ нибудь образомъ закрѣплять ихъ было бы ошибкою.

При включеніи еще новой машины реостаты машинъ, находящихся уже въ дѣйствиі, могутъ быть разсматриваемы, какъ одинъ и тотъ же реостатъ, причемъ ихъ рычаги перемищаются одновременно. Нагрузка должна быть вообще распределенною между всѣми машинами сообразно ихъ величинамъ; если токъ какой нибудь изъ машинъ слишкомъ малъ, то рычагъ ея реостата передвигается впередъ (т. е. сопротивление выключается) до тѣхъ поръ, пока не будетъ достигнута желаемая сила тока; при этомъ, чтобы не поднялось напряженіе, всѣ рычаги остальныхъ параллельно включенныхъ машинъ передвигаются назадъ. При частыхъ колебаніяхъ въ нагрузкѣ совѣтуютъ большую часть машинъ оставлять при постоянной нагрузкѣ и лишь одну или небольшое число ихъ, смотря по потребности на токъ, подвергать большей или меньшей нагрузкѣ, чтобы необходимую приэтомъ регулировку двигателей производить, по возможности, на меньшемъ числѣ машинъ.

Когда выключаютъ какую нибудь изъ машинъ, напр. II, то рычагъ реостата R'' мало-по-малу отводятъ назадъ, такъ что токъ чрезъ нее все уменьшается и становится почти равнымъ нулю въ тоже время переставляютъ реостатъ R' (или, вообще, реостаты остальныхъ машинъ) такимъ образомъ, чтобы поддержать требуемое напряженіе. Когда машина II почти лишена уже всей нагрузки, то, разомкнувъ сначала выключатель x'' , передвигаютъ затѣмъ рычагъ реостата R'' на короткое сообщеніе, послѣ чего машина можетъ быть остановлена. При употребленіи самодѣйствующихъ выключателей (см. выше *a*, первый абзацъ) каждое выключеніе машины даетъ случай убѣдиться въ хорошемъ дѣйствиі выключателя.

Дѣйствіе реостата можетъ быть замѣнено въ исключительныхъ случаяхъ измѣненіемъ скорости вращенія двигателя.

Рис. 26 представляет способ включения, при котором обращено внимание на другія мѣры предосторожности. Здѣсь оба полюса машины снабжены выключателями, что позволяетъ вполне выдѣлить ее изъ цѣпи во время чистки или ремонта; одинъ выключатель у ручной, другой же x самодѣйствующій. Шунтовые обмотки магнитовъ (въ противоположность рис. 25) соединены непосредственно съ главными проводами, ведущими къ щеткамъ машинъ, вслѣдствіе чего машины могутъ быть возбуждаемы самостоятельно безъ необходимости

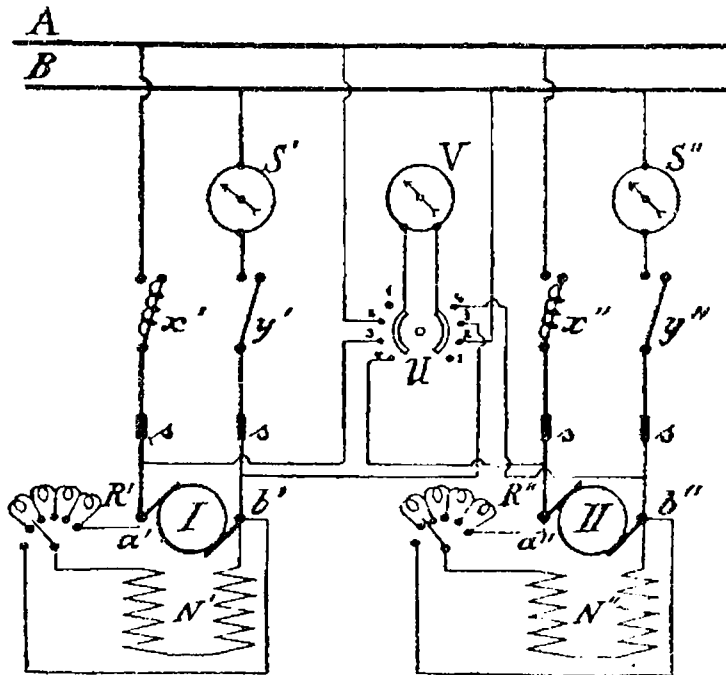


Рис. 26.

брать токъ отъ магистралей. Въ этомъ случаѣ, пржеде включенія машины слѣдуетъ убѣдиться, что не произошло перемагничиванія, для каковой цѣли могутъ служить вольтметры, которые при обратномъ направленіи тока даютъ показанія въ обратную сторону. Вольтметръ V при схемѣ рис. 26 снабжается двухполюснымъ коммутаторомъ U . Этотъ приборъ имѣетъ четыре контакта :

1. Полевое положеніе,
2. Напряженіе у магистралей (шинъ),
3. Напряженіе машины I,
4. Напряженіе машины II.

Въ большихъ установкахъ рекомендуется имѣть еще одинъ вольтметръ, постоянно включенный между магистралами.

При включеніи машины слѣдуетъ сначала замкнуть ручной выключатель y и затѣмъ уже самодѣйствующій x . При выключеніи, сперва

даютъ дѣйствовать автоматическому выключателю, и лишь затѣмъ замыкаютъ ручно́й.

б) Параллельное включеніе машинъ со смѣшанной обмоткой: Схема рис. 27 отличается отъ вышеописанныхъ лишь тѣмъ, что щетки c , отъ которыхъ начинаются обмотки магнитовъ, включенныя въ главную цѣпь, соединены между собою т. наз. уравнивательнымъ проводомъ C ; этотъ проводъ дѣлается по крайней мѣрѣ равнаго сѣченія съ тѣми проводами, которыми машины присоединяются къ магистралямъ. Если считается важнымъ, чтобы машины, во время чистки и т. под., были совершенно изолированы отъ сѣти,

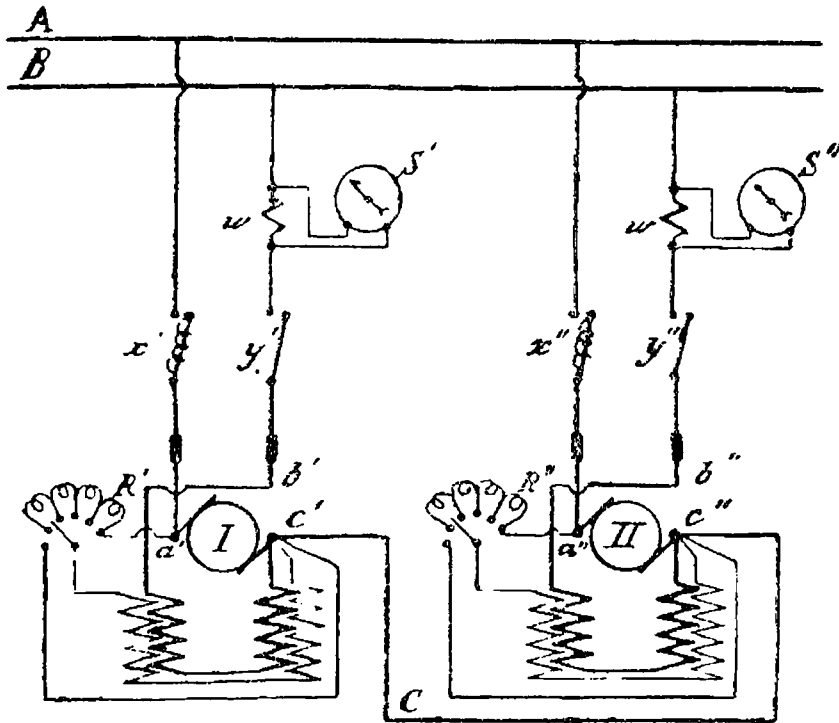


Рис. 27.

го въ проводъ C можно ввести выключатель; однако это сопряжено съ тою опасностью, что, если забудутъ замкнуть соответственный выключатель раньше включенія машины, произойдетъ перемагничиваніе машины. Ручные выключатели $у$ вводятся въ цѣпь обмотки магнитовъ, самодѣйствующіе же x въ провода, непосредственно идущіе отъ щетокъ. Вольтметръ включается такъ же, какъ показано на рис. 26; онъ долженъ быть такъ устроенъ, чтобы давалъ разныя показанія при разныхъ направленіяхъ тока; это позволяетъ замѣтить, прежде включенія машины, перемагничиваніе ея полюсовъ, которое легче происходитъ въ машинахъ компаундъ, чѣмъ шунтовыхъ. Въ противоположность схемамъ рис. 25 и 26 амметры включены не въ главную цѣпь, но въ отвлѣченія къ сопротивлениямъ w .

При пользованіи вышеуказанными правилами включенія новой машины въ цѣль машинъ, уже дѣйствующихъ, необходимо здѣсь имѣть въ виду слѣдующее: Если включается машина напр. II параллельно съ нагруженной уже I, то замыканіемъ выключателя y'' послѣдовательныя обмотки обѣихъ машинъ соединяются параллельно, что вызываетъ ослабленіе магнитнаго возбужденія машины I, а слѣдовательно и небольшое пониженіе напряженія; это исправляется тѣмъ, что реостатъ R' ставятъ на короткое замыканіе. Подобно этому при выключеніи машины, напр. II, одновременно съ размыканіемъ выключателя y'' въ реостатъ R' , принадлежащемъ машинѣ I, вводится сопротивление, чтобы уменьшилось нѣсколько увеличившееся въ толстой обмоткѣ возбужденіе послѣдней машины.

с) Параллельное включеніе машинъ съ добавочными полюсами. Подобно тому, какъ и при машинахъ со смѣшаннымъ возбужденіемъ, здѣсь необходимъ уравнивательный проводъ C (рис. 27), соединяющій щетки, къ которымъ подведены обмотки добавочныхъ полюсовъ. Относительно пріемовъ параллельнаго включенія остаются въ силѣ правила, изложенныя подъ буквою b .

31. Параллельное включеніе машинъ переменнаго тока. Параллельное включеніе машинъ переменнаго тока соединено съ большими затрудненіями въ сравненіи съ машинами постояннаго тока вслѣдствіе возможности выпаденія машинъ. Пускаютъ параллельно только машины по возможности одинаковой конструкціи. Въ противномъ случаѣ, даже и при условіи равенства среднихъ напряженій, кривыя напругенія (рис. 1 и 9) не покрываютъ другъ друга для каждаго момента, что можетъ привести къ выпаденію машины. Для каждаго генератора необходимъ особый двигатель, такъ какъ только при этомъ условіи возможны выравниваніе по фазѣ и распределеніе нагрузки, необходимыя при параллельно работающихъ машинахъ. Ихъ параллельная работа устойчивѣе при ременныхъ или канатныхъ приводахъ и при турбинахъ, чѣмъ при соединеніи на крѣпко съ паровыми или газовыми двигателями. Неравномѣрность хода двигателя, которая особенно вредна въ послѣднемъ случаѣ, уменьшается большими массами маховика. Такъ какъ въ случаѣ газовыхъ двигателей параллельно работающія машины переменнаго тока могутъ выпадать, если не произойдетъ вспышки, то неумѣстнымъ является всякое приспособленіе, регулирующее скорость вращенія дѣйствіемъ на вспышки. Возможно также предотвратить дѣйствіе неравномѣрности параллельнымъ включеніемъ машинъ при одинаковомъ положеніи рычаговъ и при синхронизмѣ вспышекъ въ газовыхъ двигателяхъ. Дальнѣйшими мѣрами являются обмотка, производящая затуханіе, въ крестѣ электромагнитовъ, реактивныя катушки въ цѣпяхъ отдѣльныхъ машинъ.

При параллельномъ включеніи машинъ переменнаго тока полный токъ равенъ суммѣ токовъ отдѣльныхъ машинъ лишь тогда, если ихъ возбужденія подрегулированы соответственно нагрузкамъ. Въ противномъ случаѣ между машинами пойдутъ выравнивающіе токи, которые, хотя и незамѣтно нагрузятъ двигатели, но представляютъ собою безполезную (и безвѣстную) нагрузку динамомашинъ.

Для параллельнаго соединенія машинъ переменнаго тока необходимо, чтобы (если уже достигнуто одинаковое чередованіе фазъ):

- 1) число оборотовъ машинъ было въ точности подобрано для необходимаго числа періодовъ — установка на синхронизмъ,
- 2) напряженіе у всѣхъ машинъ было бы одно и то же,
- 3) машины были бы согласны по фазѣ.

Если эти условія выполнены, то между контактами незамкнутаго еще выключателя нѣтъ разности потенциаловъ, и выключатель поэтому можетъ быть замкнутъ.

Регулировка нагрузки параллельно включенныхъ машинъ переменнаго тока можетъ быть производима лишь помощью регулировки двигателя, т. е. въ случаѣ парового двигателя увеличеніемъ или уменьшеніемъ доступа пара. Иногда это производится небольшимъ электродвигателемъ, соединеннымъ съ регулирующимъ приспособленіемъ, и управляемымъ съ распредѣлительной доски. Регулировкой возбужденія нельзя измѣнить нагрузку. Возбужденіе должно быть приравнено къ нагрузкѣ, ибо иначе пойдетъ сильный, безваттный токъ, т. е. токъ, весьма смѣщенный по фазѣ относительно напряженія. Для наблюденія сдвига по фазѣ служитъ указатель фазъ (см. 93). Безваттный токъ не существуетъ, если въ каждой изъ параллельно включенныхъ машинъ поддерживается приблизительно одно и то же отношеніе силы тока къ ея производительности, отсчитываемой на ваттметрѣ (см. 92); это достигается регулировкой возбужденія. Если желаютъ измѣнить напряженіе въ цѣпи параллельно работающихъ машинъ, то слѣдуетъ измѣнить возбужденіе у всѣхъ машинъ.

При правильномъ выборѣ соотношеній машины переменнаго тока сохраняютъ свой синхронизмъ подѣ дѣйствіемъ появляющихся при этомъ синхронизирующихъ силъ; всѣ звѣзды индукторовъ вращаются въ тактъ. Неправильности вызываются собственными колебаніями машинъ и степенью неравномерности машины - двигателя. Происходящее отсюда „качаніе“ становится тѣмъ болѣе замѣтнымъ на измѣрительныхъ приборахъ, чѣмъ меньше затуханіе ихъ стрѣлокъ. Если періодъ собственныхъ колебаній и толчки въ машинѣ-двигателѣ находятся въ согласіи (резонансъ), то качаніе усиливается, и машины могутъ выпасть. Иногда это опасное качаніе можетъ быть уменьшено измѣненіемъ скорости вращенія машинъ. Въ случаѣ необходимости увеличиваются маховики, или по указанію завода индукторы снабжаются мѣдными успокоителями, или въ цѣль включаются дроссельныя катушки.

Выключеніе одной изъ параллельно работавшихъ машинъ производится послѣ того, какъ она разгружена, причемъ ваттметръ показываетъ на нуль, и когда токъ чрезъ нее тоже равенъ нулю; первое достигается регулированіемъ двигателя, напр. дѣйствіемъ на отсѣчку, послѣднее — измѣненіемъ возбужденія. Если вслѣдствіе регулировки двигателя машина переменнаго тока начала работать въ - холостую (ватты = 0), то слѣдуетъ и токъ возбужденія измѣнять соответственно такой работѣ. Выключеніе машины можно облегчить себѣ тѣмъ, что положенія рычаговъ на регулирующихъ реостатахъ, соответствующихъ

ходу въ-холостую, означаются мѣтками, которыми и пользуются, выключая машину. Точно также можно совѣтовать отмѣтить положенія регуляторовъ двигателей, соответствующія ходу въ-холостую.

а) Параллельное включеніе машинъ однофазнаго тока. На рис. 28 дана схема соединеній для двухъ машинъ низкаго напряженія. Включеніе машины въ главную цѣпь производится помощью двуполюснаго выключателя E ; въ провода, примыкающіе къ машинѣ, вводятся ваттметръ L , амперметръ S и предохранители s . Отъ каждой машины ведутся провода къ двуполюсному переключателю U ; между нимъ и магистралями включены лампы накаливанія g для показанія фазъ; къ одной изъ лампъ параллельно

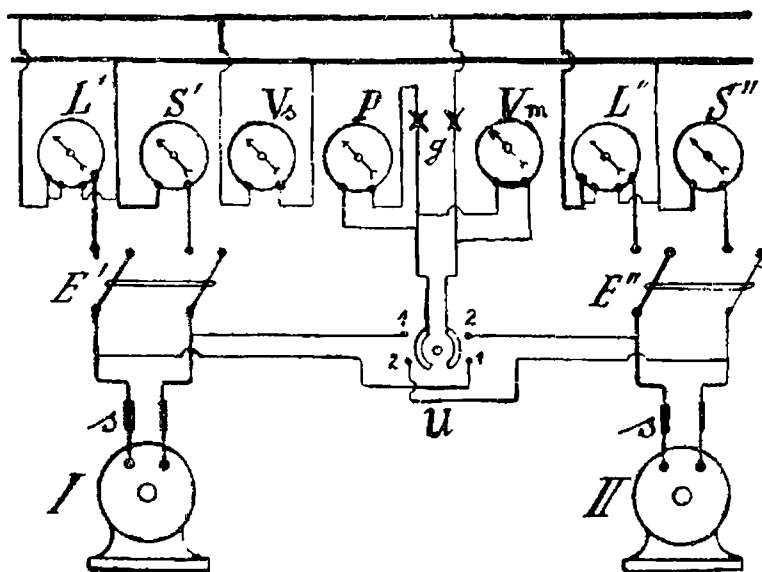


Рис. 28.

включается вольтметръ P , какъ чувствительный указатель фазъ; кромѣ того параллельно переключателю U вводится вольтметръ V_m для измѣренія напряженія любой изъ включаемыхъ машинъ. Вольтметръ V_s включенъ между магистралями. Калильные фазовыя лампы выбираются такимъ образомъ, чтобы не перегорѣли въ случаѣ несовпаденія фазъ, когда можетъ произойти напряженіе равное двойному напряженію машины. Если надобно, включается нѣсколько лампъ послѣдовательно. При напряженіи машинъ въ 110 V въ схемѣ рис. 28 фазовыя лампы берутся на 110 V.

На схемѣ рис. 28 фазовыя лампы включены такимъ образомъ, что при равенствѣ фазъ онѣ не горятъ. Нерѣдко также и такое включеніе, при которомъ равенство фазъ вызываетъ наиболѣе яркое горѣніе лампъ и наибольшій отбросъ на указателѣ фазъ P . Для схемы рис. 28 это достигается переключеніемъ проводовъ отъ лампъ g одного на мѣсто другого на шинахъ или на переключателѣ U .

Если машины высокаго напряженія, то не подѣ ихъ напряженіемъ находятся вольтметры, указатели фазъ и т. д., но подѣ напряженіемъ, уменьшеннымъ помощью т. наз. измѣрительнаго трансформатора (см. рис. 30).

Если, напр., машина II (рис. 28) должна быть параллельно соединена съ машиной I, находящейся уже въ дѣйствиіи, то переключатель (I) ставится на контактъ 2. Пока числа оборотовъ машинъ не равны между собою, фазовыя лампы g одновременно загораются и опять гухнуть и притомъ тѣмъ чаще, чѣмъ дальше отъ равенства числа оборотовъ. Съ возгораніемъ и затуханіемъ лампъ измѣняется также и показаніе вольтметра P . Когда согласіе въ числѣ оборотовъ обѣихъ машинъ уже настолько достигнуто регулировкой двигателя II, что фазовыя лампы мѣняютъ свою яркость лишь очень медленно, тогда, пользуясь показаніями вольтметровъ V_s и V_m , уравниваютъ напряженія между магистральями съ напряженіемъ включасмой машины II, измѣняя ея возбужденіе. Если теперь калильныя лампы g остаются гсмными въ теченіе нѣсколькихъ секундъ, или, что можно точнѣе наблюдать, вольтметръ P , служащій указателемъ фазъ, указываетъ нѣсколько секундъ на нуль, то можно уже замкнуть выключатель E' . Если при включеніи машины удалось уловить должный моментъ, т. е. если въ моментъ замыканія выключателя напряженія были равны и фазовыя лампы нѣсколько секундъ не свѣтились, то въ цѣпи не почувствуется никакого колебанія напряженія, причемъ включенная машина не производитъ еще тока и слѣдовательно не совершаетъ работы. Затѣмъ мало по малу она нагружается регулировкой двигателей, причемъ увеличивается приходъ энергіи къ машинѣ включасмой и уменьшается — къ машинѣ, нагрузку которой желаютъ уменьшить. Соответственно увеличенію нагрузки одной машины и уменьшенію другой слѣдуетъ измѣнить ихъ возбужденія. Регулировка возбужденія безъ одновременной регулировки двигателя вліяетъ лишь на безваттный токъ и не производитъ измѣненія въ нагрузкѣ.

Если машины-двигатели отличаются неспокойнымъ ходомъ въ холостую и этимъ затрудняется параллельное включеніе, то машина, которую включаютъ, заранѣе нагружается. Для этого служатъ обыкновенно нагрузочные реостаты. Послѣ того какъ машина включена параллельно въ цѣпь, вспомогательную нагрузку мало по малу уменьшаютъ, а нагрузку отъ сѣти увеличиваютъ. Если параллельное включеніе произведено не въ должный моментъ, что узнается по качанію владъ и впередъ амперметра включенной машины, то регулируютъ машину-двигатель такимъ образомъ, чтобы она сама приводилась въ дѣйствиіе машиною переменнаго тока, являющеюся уже двигателемъ; эта послѣдняя беретъ тогда энергію отъ шинъ. Приэтомъ нѣсколько увеличиваютъ возбужденіе включенной машины. Тогда возникаетъ сильный безваттный токъ, которымъ машина и приводится въ тактъ.

Размыканіе выключателя неправильно включенной машины можетъ быть произведено лишь съ величайшей осторожностью; должно выждать мгновеніе, когда токъ чрезъ машину совсѣмъ ничтоженъ.

в) Параллельное включение машинъ многофазнаго тока.

I. Машинъ низкаго напряженія: Схема включенія (рис. 29) въ общихъ чертахъ походить на только что описанную схему для машинъ однофазнаго тока. Машинный выключатель E трехполюсный; для соединенія съ уравнивателемъ фазъ пользуются лишь двумя зажимами машинъ многофазнаго тока.

При выполненіи соединеній проводниками слѣдуетъ имѣть въ виду, что соединяются между собою лишь согласные по фазѣ зажимы машинъ (см. 25). Вслѣдствіе этого предъ первымъ параллельнымъ соединеніемъ машинъ необходимо изслѣдованіе въ такомъ порядкѣ:

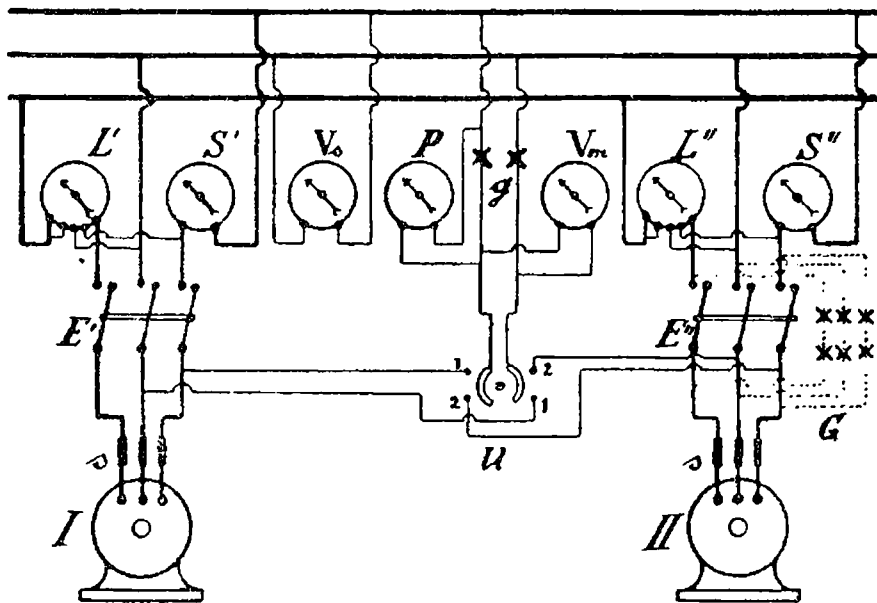


Рис. 29.

Если желаютъ присоединить машину II къ машинѣ I, то включаютъ между зажимами выключателя E'' въ каждый изъ трехъ проводовъ столько лампъ накаливанія G , послѣдовательно соединенныхъ, чтобы онѣ выдерживали напряженіе на 15% большее, чѣмъ напряженіе у зажимовъ машины; такъ, напр., если послѣднее равно 500 вольтамъ, и если пользуются 120-вольтовыми лампами, то должно въ каждую цѣпь

включить $\frac{500 \times 1,15}{120}$, т. е. 5 лампъ, соединенныхъ послѣдовательно.

Машина II приводится тѣмъ способомъ, какой описанъ выше подъ I), при разомкнутомъ E'' , къ одному и тому же или къ соотвѣтственному (при неодинаковыхъ машинахъ) числу оборотовъ, т. е. къ синхронизму и къ равному напряженію съ машиной I. Если соединительные про-

вода машины II включены въ правильномъ порядкѣ по фазамъ, то лампы во всѣхъ трехъ цѣпяхъ одновременно загораются и одновременно же тухнутъ. Если же, наоборотъ, лампы въ трехъ цѣпяхъ загораются и тухнутъ, чередуясь въ одной цѣпи за другой, то слѣдуетъ переключить одинъ на мѣсто другого какіе нибудь два проводника у машины II. Если лампы G потухли, то и лампы *g* уравнивателя фазъ должны потухнуть, а вольтметръ P долженъ показывать на нуль. Если этого не происходитъ, то, значитъ, уравнитель фазъ включенъ неправильно; въ этомъ случаѣ нужно пересоединить соотвѣтственные провода. Въ случаѣ высокаго напряженія обременительно включеніе многихъ лампъ накаливанія послѣдовательно; его избѣгаютъ тѣмъ, что при испытаніи напряженіе машинъ понижается включеніемъ реостата въ цѣпь возбужденія. При существованіи многофазныхъ двигателей въ сѣти многофазнаго тока можно провѣрить порядокъ фазъ въ отдѣльныхъ машинахъ еще и тѣмъ, что включаютъ машины въ цѣпь по одной и въ ту же цѣпь включаютъ многофазный двигатель. При правильномъ слѣдованіи фазъ въ машинахъ двигатель вращается при всѣхъ машинахъ въ одномъ и томъ же смыслѣ.

Когда произведено изслѣдованіе машинныхъ зажимовъ и соотвѣтственнымъ образомъ выполнены соединительные провода, тогда только могутъ быть параллельно соединены машины многофазнаго тока согласно правилъ, данныхъ выше относительно машинъ однофазнаго тока.

На рис. 29, какъ и на рис. 28, изображена та схема включенія фазовыхъ лампъ *g*, при которой равенство фазъ вызываетъ темноту. Если же обмѣнять мѣстами провода отъ лампъ, идущіе къ шинамъ, или къ коммутатору U, то при равенствѣ фазъ лампы будутъ горѣть наиболее ярко.

II. Машины высокаго напряженія. На рис. 30 дается схема параллельнаго включенія машинъ высокаго напряженія; она отличается отъ схемы для машинъ низкаго напряженія (рис. 29), главнымъ образомъ тѣмъ, что измѣрительные приборы отдѣлены отъ цѣпи высокаго напряженія трансформаторами. Кромѣ того на рис. 30 указанъ обычно примѣняемый способъ включенія трехъ калильныхъ лампъ, служащихъ уравнителемъ фазъ и періодовъ; этотъ способъ позволяетъ узнать, слишкомъ велико или слишкомъ мало число періодовъ включаемой машины. Достигается это тѣмъ, что съ помощью переключателя только одна изъ трехъ лампъ (на рис. верхняя) включается между соотвѣтствующими другъ другу зажимами машинъ a_1 и a_2 ; при этомъ остальныя лампы включаются между противоположными полюсами машинъ. Если напр. машина I работаетъ на магистрали, а должна быть приключена машина II, то тройной переключатель ставится на a_2 *b.* c_2 ; тогда лампы включаются слѣдующимъ образомъ: верхняя, фазовая лампа, между зажимомъ трансформатора *Tr*, соотвѣтствующимъ магистрали съ фазой *a*, и a_2 ; лѣвая лампа между зажимомъ трансформатора *Tr*, соотвѣтствующимъ фазѣ *c*, и b_2 ; правая между зажимомъ трансформатора съ фазой *b* и c_2 .

Напряженіе магистралей мѣряется вольтметромъ *Vs* чрезъ трансформаторъ *Tr* между магистралями *a* и *b*. Равнымъ образомъ амметры

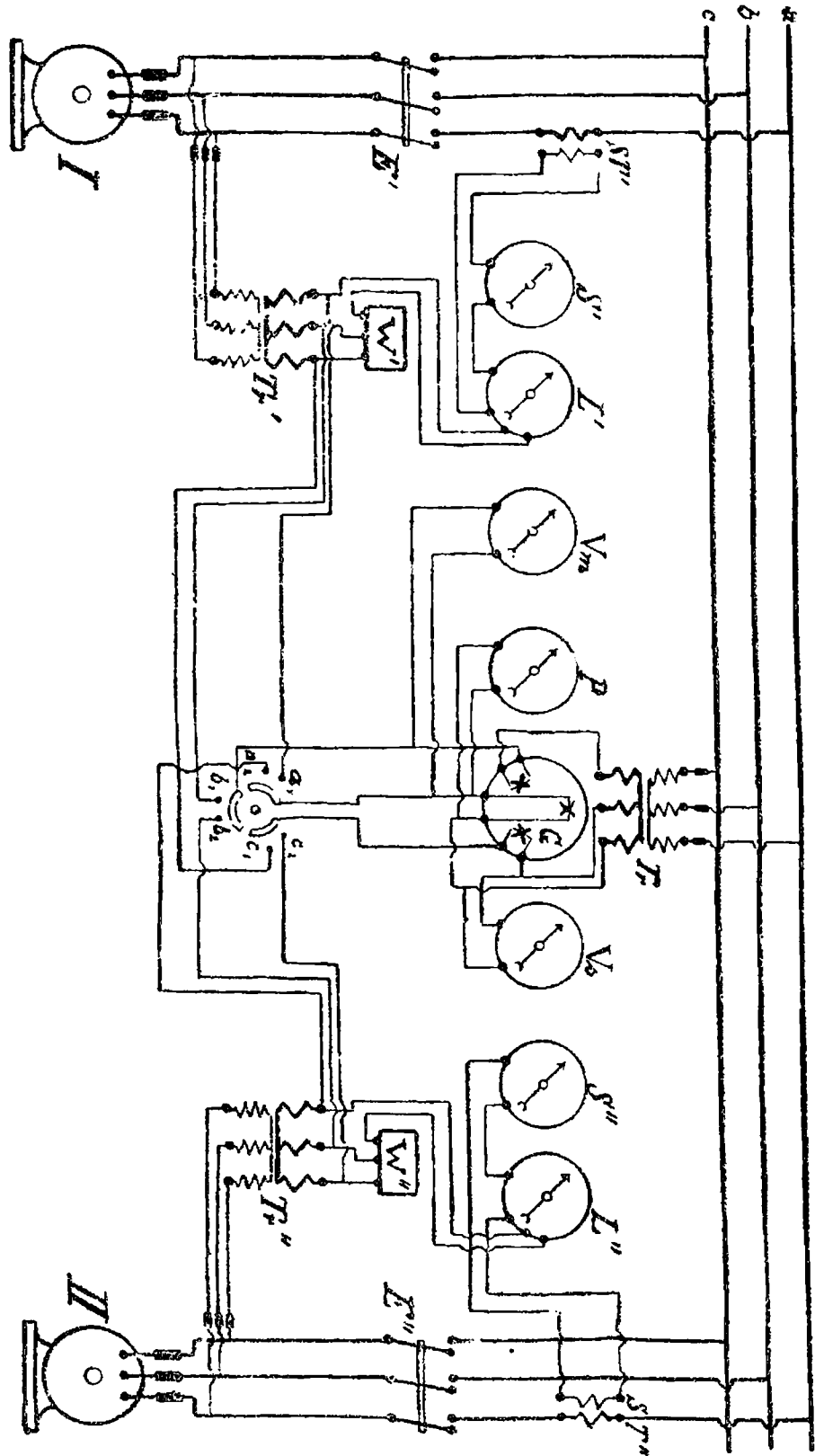


Рис. 30.

S' и S'' и ваттметры L' и L'' отдѣлены отъ проводовъ высокаго напряженія; они включены послѣдовательно въ цѣпи трансформаторовъ ST' и ST'' ; вольтовые обмотки ваттметровъ L' и L'' включены во вторичныя цѣпи трансформаторовъ Tr' и Tr'' чрезъ сопротивленія W' и W'' . Для большей безопасности прикасающихся къ приборамъ вольтметровые и амперометровые трансформаторы соединены съ землей своими обмотками низкаго напряженія.

Если нужно присоединить машину II, то ставятъ трехполюсный переключатель на контакты a_2 b_2 c_2 ; тогда вольтметръ V_m мѣряетъ напряженіе машины II между a_2 и b_2 . Это напряженіе должно сравнить съ напряженіемъ между магистралями a и b , даваемымъ вольтметромъ V_s . Устанавливаютъ возбужденіе машины II такимъ, чтобы V_m и V_s показывали одно и тоже. Если число оборотовъ машины еще не согласовано съ числомъ періодовъ въ магистральныхъ, опредѣляемымъ включенными уже машинами, то фазовыя лампы G то загораются, то тухнутъ. Порядокъ, въ которомъ загораются лампы, позволяетъ узнать, слишкомъ быстро или слишкомъ медленно вращается машина II. Поэтому, судя по направленію, въ какомъ происходитъ вращеніе свѣтовой точки, можно заключить, какъ должно регулировать двигатель, чтобы достичь равенства въ числѣ періодовъ, необходимаго для параллельнаго включенія. Если, наконецъ, вращеніе свѣтовой точки происходитъ очень медленно, тогда прежде, чѣмъ замкнуть I'' , что уже возможно, слѣдуетъ еще разъ сравнить напряженіе у машины и магистралей. Машина II соединяется съ магистралями замыканіемъ выключателя E'' тогда, когда верхняя фазовая лампа не горитъ. Въ это время вольтметръ P , служащій указателемъ фазъ, показываетъ на нуль.

Чтобы превратить схему включенія фазовыхъ лампъ „на темноту“ (см. 31, I послѣдній абзацъ) въ схему „на свѣтъ“, нужно переключить трансформаторъ Tr (рис. 30), обмѣнивъ мѣстами первичную или вторичную нулевую точку и зажимы для включенія проводовъ.

Вмѣсто лампъ, какъ уравнивателя фазъ и частоты, примѣняются и соответственные приборы съ указателями.

32. Возбужденіе машинъ переменнаго тона. Для возбужденія индукторовъ служитъ или отдѣльная машина постояннаго тока, монтированная на одномъ валу съ машиной переменнаго тока, или собою независимый генераторъ. Въ большихъ установкахъ для этой цѣли существуютъ особыя машины постояннаго тока съ аккумуляторами, если токъ не берется отъ машины, обслуживающей также и другія цѣли установки.

Электродвигатель.

33. Общія замѣчанія. Моторы, если они начинаютъ вращаться подъ нагрузкой, требуютъ вообще говоря при пусканіи въ ходъ большаго тока, чѣмъ при нормальной работѣ. Это слѣдуетъ имѣть въ виду при выборѣ предохранителей; они должны быть рассчитаны при-

близительно на полуторную величину нормального тока через моторъ. Сѣченіе проводовъ должно быть по меньшей мѣрѣ таково, чтобы эти предохранители служили для нихъ охраной. Для проводовъ это кратковременное увеличеніе нагрузки не имѣетъ значенія, но увеличить ихъ сѣченіе необходимо въ виду калильныхъ лампъ, включенныхъ въ ту же проводку, свѣтъ которыхъ подвергается колебанію при возрастающемъ паденіи напряженія. Если существуетъ опасность, что моторы могутъ быть перегружены, то слѣдуетъ устроить возможность измѣренія тока въ нихъ на амперметрѣ.

Моторы и принадлежащія къ нимъ проводники и приборы должны быть вообще выключаемы такимъ образомъ, чтобы за разомкнутымъ

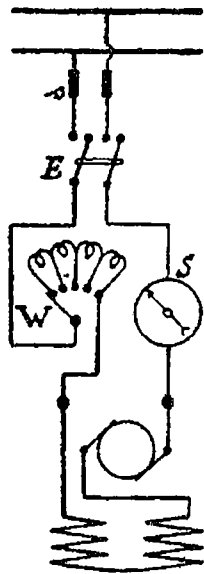


Рис. 31.

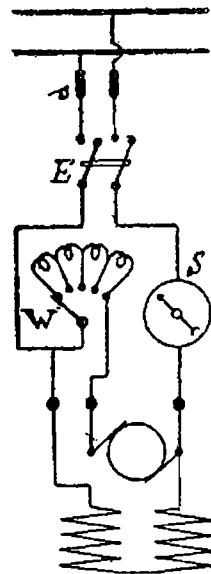


Рис. 32.

выключателемъ не оставалось ни одной части подъ напряженіемъ. Если неподвижные моторы приключаются къ трамвайной сѣти, то можно оставлять неизолированнымъ соединеніе съ рельсами, служащими обратнымъ проводомъ трамвайной сѣти, если паденіе напряженія въ нихъ не превышаетъ 2 V ; въ противномъ случаѣ провода обоихъ полюсовъ должны быть изолированы.

Моторъ постоянного тока.

34. Способы включенія.

а) Двигатель съ возбужденіемъ въ главной цѣпи: онъ въ большей степени, чѣмъ шунтовой двигатель, обладаетъ способностью начать свой ходъ подъ нагрузкой; но въ случаѣ колебаній въ нагрузкѣ число оборотовъ его весьма измѣняется. Такъ какъ при

ходѣ въ холостую этотъ моторъ можетъ получить чрезвычайно большую скорость вращенія, то онъ не можетъ быть примѣняемъ къ работѣ, при которой по временамъ нагрузка снимается. Въ цѣпи постоянного напряженія эти двигатели включаются лишь для уличныхъ трамваевъ, крановъ и т. п. Схема включенія такого двигателя изображена на рис. 31, гдѣ W обозначаетъ пусковой реостатъ, S — амметръ, E выключатель и s предохранители.

Машина, производящая токъ, можетъ быть включена, какъ двигатель, если перемѣнить мѣстами провода, соединяющіе индукторъ со щетками, и передвинуть щетки противъ вращенія якоря настолько, чтобы онѣ касались пластинъ коммутатора, соотвѣтствующихъ катушкамъ, выходящимъ изъ подъ полюсныхъ наконечниковъ. При этомъ направленіе вращенія въ машинѣ останется прежнимъ.

б) Шунтовой двигатель: Въ сравненіи съ двигателемъ съ обмоткой въ главной цѣпи, шунтовой двигатель при пусканіи въ ходъ подъ полной нагрузкой требуетъ большей силы тока и тѣмъ причиняетъ большія колебанія напряженія въ цѣпи, но зато онъ обладаетъ весьма цѣннымъ для многихъ цѣлей свойствомъ приблизительно сохранять, несмотря на измѣненія въ нагрузкѣ, скорость вращенія, если напряженіе у зажимовъ постоянно.

Распределеніе приборовъ (рис. 32) тоже, что и въ описанномъ выше (а) случаѣ послѣдовательнаго мотора; однако для послѣдняго необходимъ регулирующий реостатъ, соотвѣтствующій продолжительной нагрузкѣ, для шунтового же двигателя достаточенъ пусковой реостатъ (см. 35), рассчитанный для той нагрузки, при которой моторъ долженъ работать. Реостатъ W (рис. 32) устраивается, какъ регулирующий, лишь тогда, если необходимо по временамъ уменьшать свойственную двигателю скорость вращенія, понижая напряженія въ якорѣ. Регулирующий реостатъ въ шунтъ R (рис. 32) употребляется въ томъ случаѣ, когда требуется широкая регулировка, а именно увеличеніе скорости вращенія помощью ослабленія магнитнаго поля. Токъ, идущій къ шунтовому реостату R , отвѣтвляется отъ пускового W (рис. 33), такъ что возбужденіе питается непосредственно отъ цѣпи. Шунтовой реостатъ долженъ бытъ такъ включенъ, чтобы токъ въ немъ не прерывался.

Включеніе и выключеніе производится выключателемъ E (рис. 32 и 33). Только при схемѣ, изображенной на рис. 34, выключатель пускового реостата W долженъ служить одновременно и прерывателемъ тока, такъ какъ при этой схемѣ послѣ прерыва тока въ W цѣпь индуктора остается замкнутой чрезъ якорь и реостатъ для пусканія въ ходъ. Пусковой реостатъ W снабжается особымъ дугообразнымъ контактомъ, вслѣдствіе чего токъ электромагнитовъ не протекаетъ чрезъ реостатъ для пусканія въ ходъ. Прерываніе тока въ цѣпи электромагнитовъ въ моментъ выключенія вызвало бы индукціонныя токи, опасныя для изоляціи машины. Несмотря на то, что выключеніе производится пусковымъ реостатомъ, необходимъ еще и двухполюсный выключатель E , такъ какъ только съ помощью этого прибора цѣпь вы-

ключается согласно требованию не оставлять ни одной ее части под напряжениемъ.

Чтобы шунтовую машину (см. рис. 11) включить, какъ двигатель, должно лишь сдвинуть щетки противу вращения якоря настолько, чтобы ходъ мотора не сопровождался искрениемъ у щетокъ. Направление вращения при этомъ остается такимъ же, какимъ было у динамомашины.

с) Двигатель со смѣшанной обмоткой: такой двигатель обладаетъ большою мощностью при началѣ своего хода, подобно двигателю съ обмоткой въ главной цѣпи, и, кромѣ того, тѣмъ свойствомъ, что соответственнымъ выборомъ отношенія обмотокъ можно достигнуть автоматически измѣняющейся въ желаемыхъ предѣлахъ скорости вра-

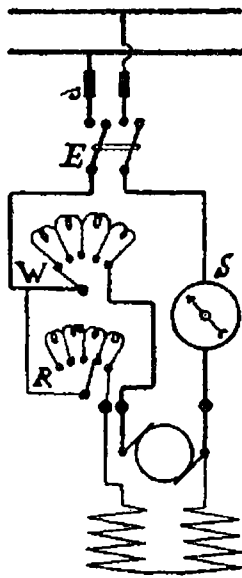


Рис. 33.

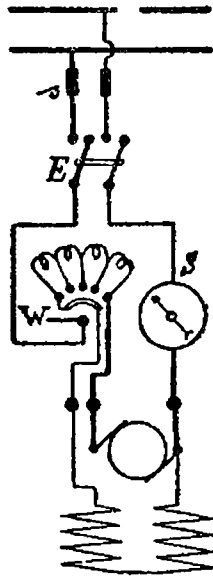


Рис. 34.

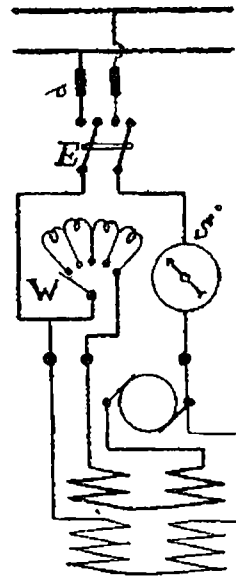


Рис. 35.

щения при измѣненіи нагрузки. Для крановъ, напр., имѣетъ значеніе, чтобы большіе грузы поднимались съ меньшею скоростью, чѣмъ малые. Относительно схемы, изображенной на рис. 35, слѣдуетъ отмѣтить тоже, что для случая шунтового двигателя (см. в). Смѣшанная обмотка примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, когда вышеозначенныя свойства имѣютъ особую цѣну.

Если машина со смѣшанной обмоткой (см. рис. 12) должна быть включена, какъ двигатель, то примѣняются правила, данныя выше подъ а) и в).

35. Пусковой реостатъ. Электродвигатели снабжаются т. наз. пусковымъ реостатомъ, служащимъ при пусканіи мотора въ ходъ; безъ этого приспособленія двигатель бралъ бы на себя слишкомъ большой токъ до достиженія своей нормальной скорости. Можно обойтись безъ пусковыхъ реостатовъ только при малыхъ моторахъ, не

больше $\frac{1}{2}$ лощ. с. Пусковые реостаты приготовляются или изъ проволоки, или изъ металлическихъ полосъ, и снабжаются иногда масляными охладителями; ихъ сопротивленіе измѣняется скачками выключеніемъ отдѣльныхъ секцій; иногда — они представляютъ собою жидкіе реостаты съ желѣзными пластинками въ сосудахъ, наполненныхъ растворомъ соды. Въ послѣднемъ видѣ они примѣнимы лишь въ теплыхъ помѣщеніяхъ и требуютъ болѣе тщательнаго ухода, чѣмъ реостаты изъ проволокъ. Край сосуда, содержащаго жидкость, смазывается вазелиномъ, чтобы воспрепятствовать выкристаллизованію. Слѣдуетъ возобновлять жидкость по мѣрѣ ея испаренія. Если не дано никакого указанія относительно концентраціи раствора, слѣдуетъ подыскать ее пробами. Если при погруженныхъ желѣзныхъ пластинахъ токъ чрезъ пусковой реостатъ оказывается слишкомъ малымъ, т. е. сопротивленіе жидкости слишкомъ большимъ, то концентрацію слѣдуетъ увеличить прибавкой соды.

Если необходимо обойтись съ небольшимъ пусковымъ реостатомъ при большомъ моторѣ, то пользуются реостатами съ горячей водой, въ которыхъ при пусканіи двигателя въ ходъ энергія превращается въ тепло испаренія воды.

Пусковые реостаты строятся въ томъ расчетѣ, что при включеніи и выключеніи нагрузка токомъ непродолжительна, а потому во избѣжаніе чрезмѣрнаго нагрѣванія они могутъ быть употребляемы только для той цѣли, для которой и предназначены.

36. Пусковые реостаты съ автоматическимъ минимальнымъ и максимальнымъ выключеніемъ. При расплавленіи предохранителей въ цѣпи мотора и вообще при размыканіи сѣти моторы могутъ остановиться съ пусковыми реостатами, поставленными на короткую. Отсюда происходитъ опасность, что когда токъ снова пойдетъ, пока реостатъ еще замкнутъ, то не только моторъ, но и цѣпь могутъ быть повреждены отъ перегрузки токомъ. Во избѣжаніе этого употребляются пусковые реостаты, снабженные минимальными релэ, выключающими автоматически, когда токъ прекращается. Пусковые реостаты съ максимальными релэ, которыя могутъ быть комбинированы съ предыдущими, производятъ автоматическое выключеніе, когда токъ въ моторѣ превзойдетъ допустимую величину.

37. Обращеніе съ пусковымъ реостатомъ. При включеніи мотора реостатъ медленно выключается, чтобы дать мотору время разогнаться. Въ противномъ случаѣ сила тока слишкомъ возрасла-бы, что причинило-бы чрезмѣрныя колебанія въ напряженіи сѣти. Наоборотъ выключеніе должно быть производимо быстро; этимъ избѣгается уменьшеніе скорости до включенія и возрастанія тока. Вообще, а въ особенности при шунтовыхъ двигателяхъ, недопустимо немедленное выключеніе, послѣ того какъ рычагъ пускового реостата поставленъ на первый контактъ; приэтомъ образовалась-бы вольтова дуга, портящая контакты выключателя. При выключеніи сначала сдвигаютъ рычагъ пускового реостата на послѣдній контактъ, и затѣмъ уже прерываютъ цѣпь помощью прерывателя, обозначеннаго *E* на рис. 31—33,

а также 35 и 36, или помощью рычага пускового реостата W при схемѣ, изосраженной на рис. 34. Ни въ коемъ случаѣ нельзя выключать токъ возбужденія раньше, чѣмъ токъ въ якорѣ. Во время хода мотора рычагъ пускового реостата долженъ быть на послѣднемъ контактѣ; при этомъ могутъ быть включены регулирующие реостаты, годные для продолжительнаго дѣйствія.

При прерывѣ тока въ сѣти пусковой реостатъ слѣдуетъ вернуть въ начальное положеніе; лишь послѣ того какъ въ сѣти установится нормальное напряженіе, можно снова пустить моторъ въ ходъ.

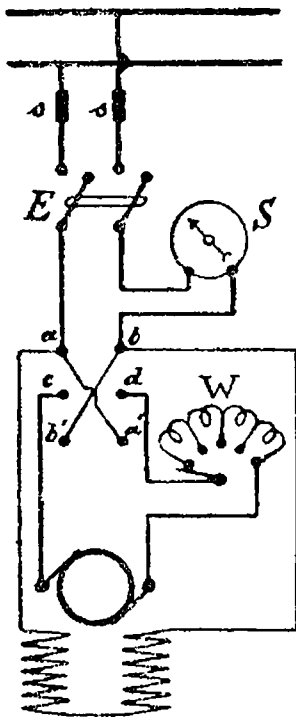


Рис. 36.

38. Измѣненіе направленія вращенія.

Направленіе вращенія мотора измѣняется обращеніемъ тока въ якорѣ или магнитахъ. Это производитъ особый переключатель, позволяющій передвиженіемъ рычага дать то или иное направленіе вращенія. Принципъ такого переключателя для шунтоваго мотора изображенъ на рис. 36: переключатель соединяетъ зажимы $c d$ якорной обмотки или съ зажимами $a b$ сѣти, или, если его повернуть, съ $b' a'$.

При пусканіи двигателя въ ходъ сначала замыкается переключатель, затѣмъ двухполюсный выключатель E , послѣ чего введенный цѣликомъ пусковой реостатъ мало по малу замыкается на короткую. При остановкѣ, послѣ включенія пускового реостата, размыкается E , тогда какъ переключатель остается замкнутымъ; это необходимо для того, чтобы при выключеніи обмотка электромагнитовъ была замкнута на якорь и пусковой реостатъ.

Для обращенія хода двигателя переключатель долженъ быть перевернутъ, но лишь послѣ того, какъ пусковой реостатъ включенъ и моторъ остановится.

Обыкновенно обратитель хода устраивается такъ, что движенія рычаговъ выключателей производятся по необходимости въ должномъ порядкѣ. Для тушенія дугъ, появляющихся при выключеніи, часто употребляются гасители, основанные на механическомъ сдуваніи дугъ.

39. Регулировка скорости вращенія. Скорость вращенія моторовъ съ послѣдовательною обмоткою регулируется послѣдовательно включеннымъ реостатомъ (рис. 31). Чѣмъ большее сопротивленіе включено къ мотору, тѣмъ медленнѣе его ходъ. Въ противоположность пусковому реостату (см. 35) здѣсь реостатъ долженъ быть такъ размѣренъ, чтобы могъ выдержать продолжительный токъ. Съ шунтовымъ моторомъ, если нужно уменьшить скорость, можно поступать подобнымъ же образомъ (рис. 32); для увеличенія же скорости включается сопротивленіе въ цѣпь индуктора (рис. 33). Уменьшеніе ско-

рости помощью послѣдовательно включеннаго реостата связано съ пониженіемъ коэффициента полезнаго дѣйствія. Если является необходимость измѣнять въ широкихъ предѣлахъ скорость большого числа небольшихъ двигателей, какъ это имѣетъ мѣсто на бумажныхъ фабрикахъ, то примѣняютъ многопроводную систему изъ 3—5 проводовъ. При этомъ якорь мотора включается особымъ коммутаторомъ подъ соответственное напряженіе въ 50, 100, 250, 500 ... V, смотря по требуемой скорости. Внутри каждой изъ такихъ ступеней напряженія скорость можетъ быть измѣняема помощью регулирующаго реостата въ отвѣтвленіи электромагнитовъ мотора, находящемся уже подъ неизмѣннымъ напряженіемъ. Многопроводная система питается

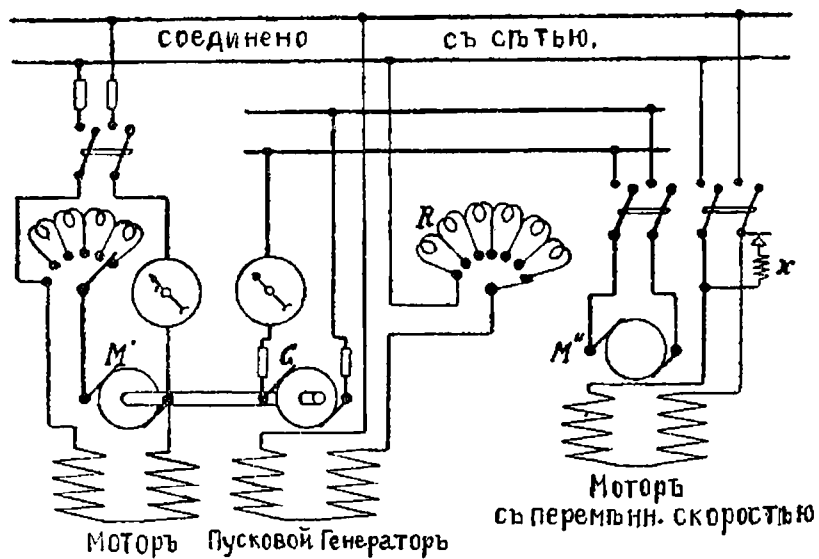


Рис. 37.

обыкновенно соответственнымъ числомъ послѣдовательно соединенныхъ генераторовъ, приводимыхъ въ движеніе общимъ электродвигателемъ.

Самая широкая регулировка скорости, какая случается при отпильныхъ большихъ моторахъ на прокатныхъ заводахъ и т. д., производится пусковымъ генераторомъ (рис. 37). Въ этомъ случаѣ напряженіе на зажимахъ мотора, а слѣдовательно и его скорость могутъ быть измѣняемы отъ нуля до наивысшаго предѣла. Пусковой генераторъ приводится въ дѣйствіе электродвигателемъ M' , снабженнымъ обыкновенно большими маховиками для выравниванія колебаній въ производительности сѣти. Напряженіе генератора можетъ быть измѣнено въ весьма широкихъ предѣлахъ шунтовымъ реостатомъ R , включеннымъ въ сѣть. Если моторъ M'' , скорость котораго должна быть измѣняема, долженъ также измѣнять и направление своего вращенія, то шунтовое возбужденіе генератора снабжается переключате-

лемь. Зажимы мотора M'' соединяются съ якорными зажимами генератора; возбужденіе индуктора мотора M'' включается въ сѣть. Во избѣжаніе вольтовой дуги при выключеніи цѣпи возбужденія мотора M'' употребляется ручной магнитный выключатель; его дѣйствіе заключается въ томъ, что при выключеніи обмотка возбужденіе коротко замыкается на электромагнитъ x , а этотъ послѣдній сдуваетъ дугу, образующуюся въ выключателѣ. При моторѣ не имѣется ни пускового, ни регулирующаго реостата, такъ какъ напряженіе, подѣ которымъ онъ находится, регулируется генераторомъ.

40. Торможеніе мотора. При электродвигателяхъ лифтовъ, крановъ и т. под. примѣняются электрическіе или механическіе тормоза, чтобы они могли быть быстро и вѣрно останавливаемы. Шунтовые моторы постояннаго тока могутъ быть затормаживаемы электрически, если, когда якорь включенъ, якорная цѣпь замыкается на нѣкоторое сопротивление, причемъ возбужденіе остается неизмѣннымъ. Чѣмъ меньше это сопротивление, тѣмъ энергичнѣе торможеніе; оно наиболѣе энергично, если якорь замыкается на короткую. Въ послѣдовательномъ моторѣ слѣдуетъ переключить обмотку возбужденія; тогда онъ превратится въ генераторъ.

Нерѣдко и механическіе тормоза приводятся въ дѣйствіе электрически, причемъ пользуются силою притяженія электромагнита и подвижнымъ якоремъ. Электромагнитъ питается или непосредственно цѣпью, или токомъ мотора. Въ состояніи бездѣйствія, при выключенномъ моторѣ, тормозъ обыкновенно остается притянутымъ, питаемый токкомъ.

Когда моторъ напр. подъемнаго механизма самъ приводится въ движеніе падающимъ грузомъ, то, если онъ шунтовой, при достаточной скорости его вращенія можно отъ него получать токъ въ сѣти и этимъ не допускать дальнѣйшаго возрастанія скорости. Тоже самое имѣетъ мѣсто и при послѣдовательномъ моторѣ, если переключить обмотку его якоря или индуктора.

41. Электрическое потребленіе и механическая производительность. Потребляемая моторомъ энергія опредѣляется произведеніемъ изъ величины тока на напряженіе у зажимовъ, въ ваттахъ. Для полученія механической производительности въ HP эта величина должна быть помножена на коэффициентъ полезнаго дѣйствія мотора и разделена на 736 ($736 \text{ W} = 1 \text{ HP}$). Коэффициентъ полезнаго дѣйствія въ моторахъ равенъ 0,7—0,9, смотря по ихъ величинѣ и типу; иными словами, 70—90% потребляемой энергіи получается на валу. Потеря при преобразованіи составляетъ слѣдовательно 30—10%.

Если моторъ потребляетъ напр. 1000 W и его полезное дѣйствіе равно 0,8, то отдача на его валу $1000 \cdot 0,8 = 800 \text{ W}$, что представляетъ собою $\frac{800}{736} = 1,1 \text{ HP}$.

Обратно, чтобы рассчитать электрическое потребленіе соотвѣтственно данной механической производительности, слѣдуетъ эту по-

слѣдную въ лош. силахъ умножить на 736 и полученные ватты раздѣлить на коэффициентъ полезнаго дѣйствія. Напр. моторъ, отдающій 2 HP, потребляетъ при вышеприведенномъ полезномъ дѣйствіи

$$\frac{2 \cdot 736}{0,8} = \text{ок. } 1800 \text{ W.}$$

Моторы переменнаго тока.

42. **Синхронный моторъ.** Синхронные моторы примѣняются рѣже, чѣмъ асинхронные, описанные въ § 43. Они строятся также, какъ генераторы (см. 28); ихъ якорь питается переменнымъ или многофазнымъ токомъ, а электромагниты постояннымъ.

Синхронные моторы въ сравненіи съ асинхронными обладаютъ тѣмъ преимуществомъ, что въ нихъ соотвѣтственною регулировкой возбужденія устраняется сдвигъ по фазѣ между токомъ и напряженіемъ, вслѣдствіе чего безватнаго тока не образуется и коэффициентъ мощности (стр. 3) $= 1$. Возбужденіе регулируется для этой цѣли помощью указателя фазъ (см. 93). При выполненіи этого условія синхронные моторы при одинаковой съ несинхронными производительности требуютъ токъ на 10—20% меньшій и заслуживаютъ предпочтенія при передачѣ работы на большія разстоянія, гдѣ паденіе напряженія въ проводникахъ сѣти играетъ большое значеніе.

а) **Пусканіе въ ходъ и остановка.** Обыкновенно синхронный моторъ пускается въ ходъ помощью вспомогательнаго мотора; если онъ соединенъ съ динамо постоянного тока достаточной величины, и постоянный токъ имѣется въ распоряженіи, то ею можно пользоваться, какъ пусковымъ моторомъ. Когда синхронный моторъ достигнетъ своей скорости вращенія, онъ включается, какъ генераторъ, параллельно въ сѣть (см. 31), а затѣмъ уже его нагружаютъ. Непосредственное пусканіе въ ходъ синхроннаго мотора иногда является возможнымъ при слабомъ токѣ возбужденія и сильномъ въ якорѣ, но при этомъ необходимы предосторожности вслѣдствіе высокаго напряженія, появляющагося въ обмоткѣ электромагнитовъ.

Остановка мотора производится размыканіемъ выключателя въ якорной цѣпи, послѣ того какъ снята вся нагрузка. Ваттметръ послѣ разгрузки долженъ показывать на нуль, кромѣ того возбужденіе должно быть такъ урегулировано, чтобы токъ былъ равенъ нулю. Цѣпь возбужденія размыкается лишь послѣ того, какъ якорная цѣпь разомкнута.

б) **Скорость вращенія.** Она зависитъ отъ числа періодовъ генератора и числа полюсовъ мотора. Если число періодовъ обозначить p и число полюсовъ мотора z , то скорость вращенія равна $\frac{120}{z} p$. Шестиполюсный моторъ дѣлаетъ, слѣдовательно, при частотѣ равной 50, 1000 оборотовъ въ минуту. При слишкомъ большой нагрузкѣ и быстромъ и большомъ колебаніи въ нагрузкѣ синхронный моторъ перестаетъ работать и останавливается. Способность вы-

держатъ перегрузку зависить отъ размѣровъ машины и степени возбужденія.

с) Электрическое потребленіе и механическая производительность. Потребленіе синхроннаго мотора однофазнаго тока равно произведенію отсчитанныхъ вольтъ E на силу тока J ($E \times J$), а для синхроннаго мотора многофазнаго $E \times J \times 1,73$, причеиъ J въ послѣднемъ случаѣ означаетъ силу тока въ каждой изъ вѣтвей сѣти. При этомъ предполагается, что соотвѣтственнымъ устройствомъ возбужденія достигнуть коэффициентъ мощности равный 1. Относительно расчета механической производительности сюда относится сказанное въ §§ 41 и 43 f.

43. Асинхронный моторъ. Здѣсь разсматриваются главнымъ образомъ индукціонные моторы, въ которыхъ токомъ питается лишь

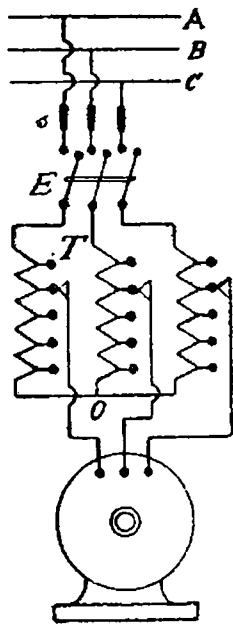


Рис. 38.

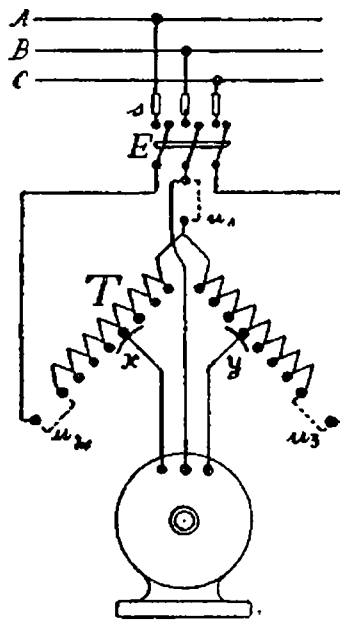


Рис. 39.

неподвижная часть, статоръ, вращающаяся-же роторъ, получаетъ токъ дѣйствіемъ подобнымъ тому, какое происходитъ въ трансформаторѣ. Статоръ, смотря по примѣненію мотора, имѣетъ обмотку для однофазнаго или многофазнаго тока, роторъ же обмотанъ просто или для нѣсколькихъ фазъ. Въ послѣднемъ случаѣ или обмотка якоря (ротора) прямо замыкается на себя, или свободные концы обмотки ведутся къ контактнѣмъ кольцамъ; къ щеткамъ этихъ послѣднихъ присоединяется пусковой реостатъ, если въ роторѣ самомъ не имѣется приспособленія для пуска въ ходъ. Моторы съ контактными кольцами и реостатомъ для пуска въ ходъ требуютъ меньшаго тока при пусканіи въ ходъ, чѣмъ моторы съ коротко замкнутымъ якоремъ, а потому они

предпочтительнѣе для включенія въ цѣпь станціи, развѣ что дѣло идетъ лишь о малыхъ двигателяхъ.

а) Пусканіе въ ходъ и остановка. Пусканіе въ ходъ двигателей двух- или многофазныхъ съ роторомъ, замкнутымъ на короткую, производится или замыканіемъ выключателя, или помощью пускового трансформатора T (рис. 38). Напряжение у зажимовъ мотора повышается въ тѣмъ большей степени, чѣмъ дальше рычагъ пускового приспособленія отъ своего нулевого положенія. Переходя съ одного контакта на другой, слѣдуетъ имѣть въ виду (подобно тому, какъ и въ элементномъ коммутаторѣ), чтобы не замкнулись на короткую отдѣльныя секціи: при послѣд-

немъ контактѣ пускового приспособленія долженъ выключаться трансформаторъ. Для уменьшенія числа контактовъ часто употребляется несимметричное включеніе, включеніе треугольникомъ съ одного недостающей стороною (рис. 39). При включеніи мотора трансформаторъ вводится въ сѣть своими обоими крайними и среднимъ зажимами. Постепеннымъ сдвиженіемъ скользящихъ контактовъ x и y отъ средняго зажима напряжение у зажимовъ мотора повышается. Это напряжение достигаетъ наибольшей своей величины, когда скользящіе контакты достигаютъ переключателей u_2 и u_3 . Чтобы сбросить энергію на холостой ходъ трансформатора, больше уже не нужнаго, онъ отключается отъ цѣпи выключателями u_1 , u_2 и u_3 .

Кромѣ того для пусканія въ ходъ примѣняется т. наз. включеніе звѣздой — треугольникомъ, при которомъ моторъ въ покое приключенъ къ цѣпи по схемѣ звѣзды, а затѣмъ, когда онъ получитъ нормальную скорость, переключается въ треугольникъ.

Если роторъ снабженъ самодѣйствующимъ пусковымъ приспособленіемъ, то необходимо наблюдать за тѣмъ, чтобы самодѣйствующее замыканіе на короткую происходило при должномъ числѣ оборотовъ, т. е. при $1/2—2/3$ нормального. Въ моторахъ съ контактными кольцами и принадлежащимъ сюда пусковымъ реостатомъ (рис. 40) реостатъ выключается мало по малу, какъ и въ двигателѣ постоянного тока (см. 37), лишь послѣ того какъ замкнуть главный выключатель.

Моторы однофазные для цѣлей включенія снабжаются обыкновенно вспомогательною обмоткою, въ цѣпь которой H (рис. 41) включается индукціонная катушка J . При пусканіи въ ходъ мотора должны быть включены три вѣти пускового реостата W и вспомогательная обмотка H , прежде чѣмъ замкнется главный выключатель E . Реостатъ W

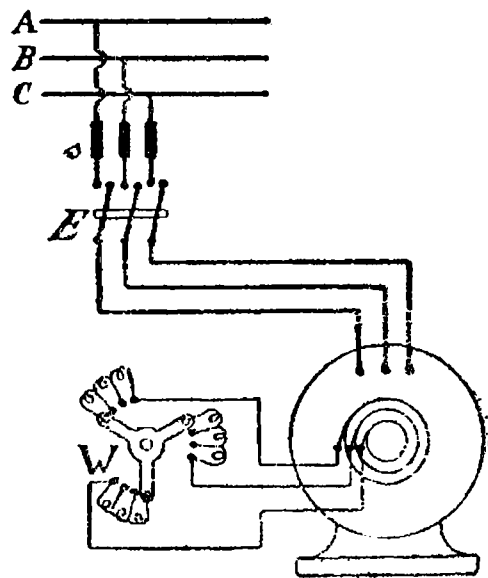


Рис. 40.

медленно выключают по мѣрѣ увеличенія скорости мотора. По достиженіи должной скорости выключатель *a* размыкается. Обыкновенно есѣ эти приборы соединены на-крѣпко, такъ что должное слѣдованіе включеній получается автоматически. Такъ какъ однофазный моторъ при началѣ движенія развиваетъ гораздо меньшую силу, чѣмъ многофазный, то рекомендуется примѣненіе холостого шкива и т. под. приспособленій для пусканія въ ходъ безъ нагрузки.

Остановка мотора съ реостатомъ для пусканія входъ производится послѣ того, какъ моторъ по возможности разгруженъ, быстрымъ включеніемъ реостатовъ и слѣдующимъ затѣмъ размыканіемъ главнаго прерывателя; если существуетъ пусковой реостатъ, то онъ долженъ быть включенъ предварительно. Если, въ особенныхъ случаяхъ,

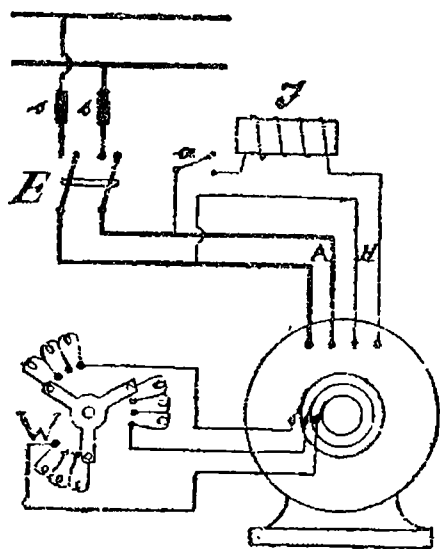


Рис. 41.

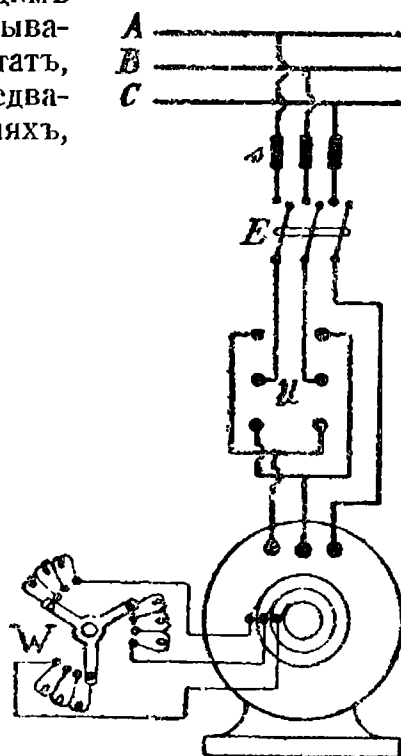


Рис. 42.

сначала размыкается главный прерыватель, то рекомендуется для того, чтобы приготовить моторъ къ слѣдующему пусканію въ ходъ, включить пусковой реостатъ послѣ остановки мотора, если онъ не включается автоматически. Моторы съ самодѣйствующимъ приспособленіемъ для пусканія въ ходъ, находящимся въ роторѣ, а также безъ приспособленія останавливаются размыканіемъ главнаго прерывателя послѣ возможно полной разгрузки.

б) Монтировка пускового реостата. Этотъ реостатъ монтируется по возможности близко къ мотору; въ противномъ случаѣ провода, идущіе къ нему, должны быть большого сѣченія, соотвѣтственно ихъ увеличенной длинѣ. Если не выполнено это условіе, то въ цѣпи якоря является включеннымъ слишкомъ большое сопротивленіе, вслѣдствіе чего увеличивается скольженіе мотора (см. 3). Наи-

большая сила тока въ якорѣ обозначается обыкновенно на пусковомъ реостатѣ, или дается заводомъ; она и служитъ тѣмъ даннымъ, по которому размѣряются провода между реостатомъ и моторомъ. Въ отсутствіи этого даннаго указанная сила тока опредѣляется по напряженію у щетокъ и производительности мотора, которая должна быть обозначена (см. 9); приэтомъ пользуются формулой:

$$J = \frac{\text{производительность мотора въ лощ. с.} \times 736}{\text{напряжение у щетокъ въ } V \times 1,73} = \\ = \frac{\text{производ. мот.} \times 425}{\text{напряж. у щет.}}$$

Соединительные провода должны по меньшей мѣрѣ выдерживать эту силу тока. Для болѣе длинныхъ проводовъ, при которыхъ паденіе напряженія становится значительнымъ, слѣдуетъ пользоваться правилами расчета, данными въ § 150.

с) **Измѣненіе направленія вращенія.** Обратный ходъ въ многофазныхъ моторахъ достигается тѣмъ, что послѣ остановки мотора два проводника, идущіе къ его статору, переставляются одинъ на мѣсто другого помощью переключателя U (рис. 42); прежде, чѣмъ повернуть этотъ послѣдній, слѣдуетъ включить реостаты ротора; чтобы эта послѣдовательность выполнялась по необходимости, переключатель и приспособленіе для пуска въ ходъ соединяются въ одинъ приборъ.

Въ однофазномъ моторѣ переключеніе производится или въ проводникахъ рабочаго тока (A на рис. 41), или въ вспомогательной цѣпи (H).

d) **Значеніе колебаній въ напряженіи.** Въ многофазныхъ моторахъ сила, развиваемая при началѣ движенія, зависитъ отъ напряженія у зажимовъ. Если моторъ не находится подъ полнымъ напряженіемъ вслѣдствіе слишкомъ большого сопротивленія въ проводахъ, то его сила понижается и притомъ такъ, что при половинномъ напряженіи и нормальной частотѣ онъ обладаетъ лишь четвертью своей силы. Если уменьшеніе напряженія происходитъ отъ замедленія хода машины-двигателя, а вмѣстѣ и генератора, такъ что напряженіе и частота падаютъ одновременно, то сила мотора измѣняется незначительно.

e) **Скорость вращенія.** Въ асинхронномъ моторѣ не исполнѣ достигается скорость, вычисляемая по числу періодовъ и числу полюсовъ, какъ для синхроннаго (см. 42 b): онъ остается при скорости меньшей (см. 3. d) на 0,5—5%, смотря по величинѣ нагрузки. Несинхронные моторы въ этомъ отношеніи подобны шунтовымъ моторамъ постоянного тока (см. 34. b).

f) **Электрическое потребленіе и механическая производительность.** Произведеніе отсчитанныхъ на приборѣ величинъ тока и напряженія даетъ лишь кажущееся потребленіе, вслѣдствіе отставанія по фазѣ тока отъ напряженія. Для полученія истинной величины потребленія это произведеніе должно быть помножено на коэффициентъ мощности.

Если обозначимъ показаніе вольтметра E , амметра (при многофазномъ токѣ въ каждой изъ трехъ линій) J , то кажущееся потребленіе равно $E \times J$, а истинное $E \times J \times 0,8$ для однофазнаго мотора; при этомъ взять коэффициентъ мощности (стр. 3) 0,8. Для многофазнаго двигателя кажущееся потребленіе равно $E \times J 1,73$, а истинное $E \times J \times 1,73 \times 0,9$.

Если напр. многофазный моторъ потребляетъ при напряженіи въ 100 V въ каждой парѣ проводовъ, 100 A въ каждомъ проводникѣ, то истинное потребленіе его равно $110 \times 100 \times 1,73 \times 0,9 = \text{ок. } 17 \text{ KW}$. Если далѣе его полезное дѣйствіе, какъ мотора, равно 0,85, то меха-

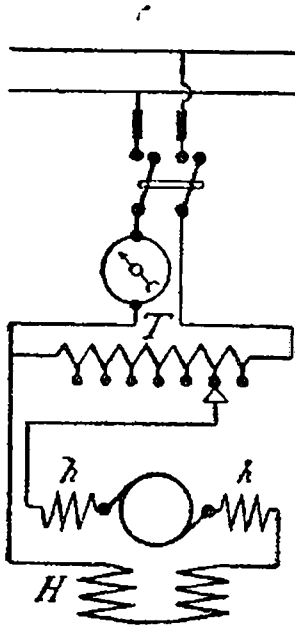


Рис. 43.

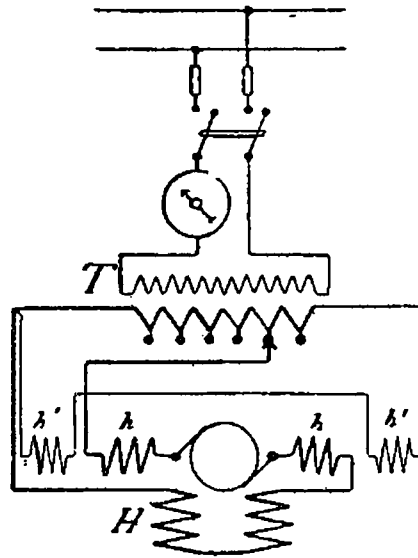


Рис. 44.

ническая работа на его валу соотвѣтствуетъ $17 \times 0,85 = 14 \text{ KW}$. Такъ какъ $1 \text{ HP} = 736 \text{ W}$, то механическая отдача нашего мотора равна $\frac{14000}{736} = \text{ок. } 19 \text{ HP}$.

44. Однофазный коллекторный моторъ. Кромѣ асинхронныхъ моторовъ безъ коллекторовъ и индукціонныхъ моторовъ (см. 43) строятся еще моторы коллекторные, похожіе въ общихъ чертахъ на послѣдовательные двигатели постоянного тока (см. 34. а); какъ и въ этихъ послѣднихъ, вращающій моментъ ихъ великъ, и скорость вращенія уменьшается съ возрастаніемъ нагрузки. Изъ наиболѣе употребительныхъ схемъ включенія упомянемъ слѣдующія:

а) Моторъ съ послѣдовательнымъ включеніемъ и компенсированнымъ потокомъ якоря. Во избѣжаніе искръ на коллекторѣ кромѣ послѣдовательной обмотки H (рис. 43)

имѣется еще вспомогательная h ; этимъ приемомъ достигается въ тоже время и повышение коэффициента мощности (см. 8).

Регулировка скорости при включеніи въ сѣть низкаго напряжения достигается помощью автотрансформатора (T рис. 43), выключаемаго по секціямъ. При моторѣ, включенномъ въ сѣть высокаго напряжения, употребляется трансформаторъ (T рис. 44) съ перемѣнною обмоткою низкаго напряжения.

Болѣе совершенная компенсация достигается схемою рис. 44, по которой кромѣ послѣдовательной обмотки h устраивается еще и шунтовая h' въ тѣхъ же желобахъ статора.

б) Репульсивный моторъ. Въ репульсивномъ моторѣ простѣйшаго

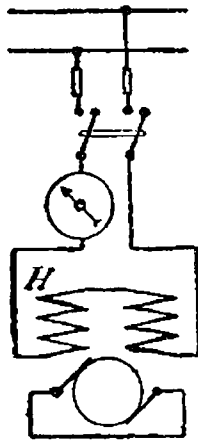


Рис. 45.

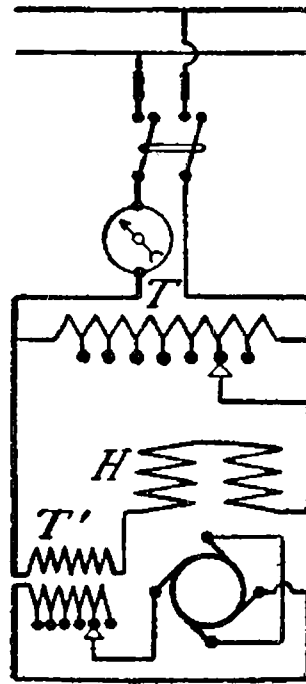


Рис. 46.

вида цѣпь якоря замыкается на себя (рис. 45). Репульсивные моторы пускаются въ ходъ сдвиженіемъ щетокъ съ нейтральнаго положенія. Въ компенсированномъ репульсивномъ моторѣ (рис. 46) магнитное поле ослабляется при началѣ хода трансформаторомъ T' , который питается вспомогательнымъ токомъ; этимъ уменьшается искренье на коллекторѣ. Моторъ пускается въ ходъ посредствомъ трансформатора T главной цѣпи, трансформаторъ же T' служитъ для измѣненія числа оборотовъ. Коэффициентъ мощности повышается при употребленіи второй пары щетокъ.

с) Если требуется большой вращающій моментъ, и если притомъ моторъ долженъ не такъ значительно, какъ въ предыдущихъ схемахъ, уменьшать свою скорость съ увеличеніемъ нагрузки, — тогда употребляются моторы, которые пускаются въ ходъ, какъ коллекторные (репульсивные или послѣдовательные), но переключаются въ индукціонные (см. 43) по достиженіи нормальной скорости.

Если вторая пара щетокъ компенсированнаго репульсивнаго мо-

тора включается чрезъ трансформаторъ въ сѣть или подъ нѣкоторую часть напряженія сѣти, то этотъ моторъ получаетъ характеръ шунтового, т. е. обладаетъ приблизительно неизмѣнною скоростью при различныхъ нагрузкахъ.

45. Регулировка скорости: а) Однофазный моторъ. Регулировка скорости асинхроннаго однофазнаго мотора (индукціоннаго мотора) помощью реостата въ цѣпи ротора не рекомендуется, т. к. при этомъ сильно уменьшаются вращающій моментъ и скорость вращения.

Скорость послѣдовательнаго мотора (см. 44. а) регулируется включеніемъ секцій трансформаторной обмотки; въ репульсивномъ моторѣ (см. 44. б) для этой цѣли сдвигаются щетки.

б) Многофазный моторъ. Скорость вращения синхроннаго мотора (см. 42) опредѣляется числомъ его полюсовъ и частотою тока (см. 3. б). Скорость этихъ двигателей измѣнена быть не можетъ.

Скорость вращения двигателей асинхронныхъ (см. 43) можетъ быть уменьшена включеніемъ реостата въ цѣпь ротора (рис. 40); но при этомъ уменьшается коэффициентъ полезнаго дѣйствія. Включеніе реостата въ цѣпь статора уменьшаетъ напряжение у мотора, а вслѣдствіе этого и его вращающій моментъ. Это послѣднее обстоятельство не позволяетъ рекомендовать включеніе реостата въ цѣпь статора.

Непостепенное измѣненіе скорости вращения безъ включенія реостата и, значитъ, безъ уменьшенія коэффициента полезнаго дѣйствія возможно, если можетъ быть измѣняемо число полюсовъ мотора помощью переключенія частей обмотки. Въ моторахъ съ якоремъ, замкнутымъ на себя, переключеніе полюсовъ должно быть производимо и въ роторѣ, и въ статорѣ.

Достигается измѣненіе числа оборотовъ скачкомъ также и помощью каскаднаго соединенія, которое примѣнено въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, хотя и отличается сравнительно низкимъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія. Въ этой схемѣ два многофазныхъ двигателя, обыкновенно съ разнымъ числомъ полюсовъ, вводятся послѣдовательно такимъ образомъ, что ихъ контактные кольца соединяются, зажимы одного мотора приключаются къ цѣпи, а другого — къ пусковому реостату. Число оборотовъ различно смотря по тому, включенъ ли одинъ двигатель, или оба послѣдовательно.

Моторгенераторъ и Умформеръ.

46. Моторгенераторъ. Моторгенераторы представляютъ собою двойную машину, состоящую изъ непосредственно соединенныхъ мотора и генератора. Они служатъ для преобразованія тока высокаго напряженія въ токъ низкаго напряженія или обратнаго преобразованія, а также вообще для преобразованія тока одного характера въ токъ другого.

Моторгенераторъ, преобразующій постоянный токъ въ постоянный же, употребляется напр. въ случаѣ питанія токомъ электролитической установки отъ уличныхъ магистралей. Для этого моторъ,

расчитанный для напряженія уличной сѣти напр. въ 220 V, приводитъ въ движеніе генераторъ, дающій токъ низкаго напряженія потребный для химическихъ цѣлей. Для преобразования трамвайнаго тока (600 V) въ освѣтительный (220 V) можетъ быть примѣняемо частичное преобразование (рис. 47). При этомъ въ освѣтительную сѣть направляется 220 V изъ 600 V, находящихся въ распоряженіи; остальная часть напряженія берется на моторъ *M* и его провода. Моторъ *M* передаетъ получаемую имъ энергію генератору, отъ котораго уже токъ въ 220 V поступаетъ въ ту же освѣтительную сѣть.

Для преобразования постоянного тока въ переменный, моторъ постоянного тока соединяется съ генераторомъ переменнаго тока.

Относящаяся сюда схема включеній и правила монтировки даны соотвѣтственно въ другихъ мѣстахъ.

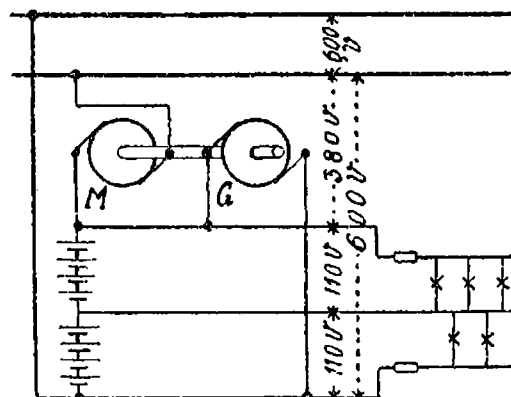


Рис. 47.

47. Умформеръ. Въ этой машинѣ описанное выше преобразование токовъ производится на одномъ общемъ якорѣ.

Для преобразования постоянного тока въ постоянный на якорѣ умформера имѣются двѣ, изолированныя одна отъ другой, обмотки съ соотвѣтственными коллекторами. Для преобразования переменнаго тока въ постоянный служитъ умформеръ, имѣющій на якорѣ съ одной стороны проводники къ контактнмъ кольцамъ, съ другой — къ коллектору. Эти умформеры вполне подобны синхроннымъ двигателямъ (см. 42); они должны получить должную скорость вращенія, прежде своего включенія въ сѣть.

Трансформаторы переменнаго тока.

48. **Общія замѣчанія.** Подъ трансформаторомъ переменнаго тока разумѣютъ неподвижный приборъ, въ которомъ помощью взаимной индукціи между катушками, находящимися рядомъ или одна надъ другой, производится превращеніе таковъ высокаго напряженія въ токи низкаго, или обратное преобразование. Смотри по тому, навиты-ли катушки вокругъ желѣзнаго сердечника или желѣзный остовъ окружаетъ катушки, трансформаторъ называется — съ сердечникомъ или съ оболочкой; чаще употребляются первые. Желѣзный сердечникъ состоитъ изъ желѣзныхъ листовъ, переложенныхъ бумагою; онъ составляется изъ нѣсколькихъ частей, между которыми не оставляется просвѣта (трансформаторъ съ замкнутой желѣзной цѣпью). Изъ двухъ обмотокъ та, которая предназначается для низкаго напряженія, имѣетъ меньшее число оборотовъ толстой проволоки, обмотка же для высокаго напряженія состоитъ изъ большого числа оборотовъ болѣе тонкой проволоки. Отношеніе чиселъ оборотовъ представляетъ собою коэффициентъ трансформации при холостомъ „ходѣ“ трансформатора, т. е. отношеніе первичнаго напряженія ко вторичному.

При нагрузкѣ вторичное напряженіе падаетъ; вмѣстѣ съ тѣмъ измѣняется коэффициентъ трансформации. Паденіе напряженія въ трансформаторѣ больше при нагрузкѣ моторами, чѣмъ освѣтительной, для одной и той же величины тока.

Трансформаторы высокаго напряженія помѣщаются въ герметически закрытые желѣзные ящики, наполненные масломъ, съ цѣлью лучшей изолировки обмотокъ. Если и трансформаторы низкаго напряженія погружаются въ масло, то этимъ преслѣдуется главнымъ образомъ цѣль охлажденія. Масло это должно быть легко текучее, безводное, несодержащее кислотъ, по возможности высокой температуры воспламененія и изслѣдованное относительно пробиванія, отвѣчающее указаніямъ съ завода.

Для того, чтобы при большой мощности обойтись съ трансформаторами небольшихъ размѣровъ, трансформаторы подвергаются охлажденію или продуваніемъ свѣжаго воздуха, или обливаніемъ оболочки водою, или помощью шланговъ, по которымъ протекаетъ вода, положеннымъ въ масляномъ резервуарѣ и т. под. Охладители должны быть въ дѣйствиіи и при слабой нагрузкѣ трансформаторовъ.

Примѣняются трансформаторы главнымъ образомъ при передачѣ электрической энергіи на большія разстоянія; приэтомъ для уменьшенія сѣченія проводовъ пользуются малыми токами и соотвѣтственно большими напряженіями, на мѣстахъ же потребленія тока напр. для освѣщенія и т. под. токъ неподходяще высокаго напряженія преобразуется въ токъ малаго напряженія.

Трансформаторъ однофазнаго тока состоитъ изъ двухъ обмотокъ — высокаго и низкаго напряженія — находящихся на одномъ и томъ же или на двухъ желѣзныхъ сердечникахъ.

Трансформаторъ многофазнаго тока состоитъ изъ трехъ сердечниковъ, расположенныхъ другъ около друга, которые съ двухъ концовъ соединены между собою замыкающими частями, состоящими также изъ желѣзныхъ листовъ. Каждый сердечникъ обвить своими первичною и вторичною катушками; три первичныя обмотки, какъ и три вторичныя, могутъ быть соединены въ треугольникъ или звѣздою (см. 18).

При трансформированіи большой энергіи употребляютъ иногда вмѣсто одного трехфазнаго трансформатора три однофазныхъ, которые также, какъ три обмотки трехфазнаго, соединяются треугольникомъ или звѣздою.

Въ рѣдкихъ случаяхъ два однофазныхъ трансформатора по схемѣ незамкнутаго треугольника (рис. 48) включаются въ трехфазную сѣть.

Трансформаторная обмотка низкаго напряженія должна быть снабжена предохранителями отъ высокаго напряженія (см. 108) для огражденія отъ этого напряженія. Эти приборы включаются обыкновенно въ однофазныхъ трансформаторахъ въ середину обмотки низкаго напряженія, въ многофазныхъ — въ точку схожденія лучей звѣзды.



Рис. 48.

49. Включеніе трансформаторовъ.

Трансформаторы включаются параллельно или только первичными обмотками, или также и вторичными. Для параллельнаго включенія ихъ коэффициенты трансформации должны быть равны; трансформаторы многофазнаго тока должны еще при томъ быть одинаково включены, т. е. напр. первичныя и вторичныя цѣпи — звѣздою. Параллельное включеніе невозможно, если напр. въ одномъ трансформаторѣ первичныя и вторичныя обмотки соединены звѣздою (см. 18. b), а въ другомъ первичныя звѣздою, а вторичныя — треугольникомъ (см. 18. a).

Но не могутъ быть включаемы параллельно и такіе трансформаторы, въ которыхъ первичныя и вторичныя обмотки соединены однородно-звѣздой или треугольникомъ, направленія же обмотокъ высокаго и низкаго напряженій не согласны, если напр. въ одномъ трансформаторѣ обмотка, начиная съ зажима нѣкоторой фазы, идетъ въ направленіи правовращающаго винта, а въ другомъ, начиная съ той же фазы — лѣвовращающая. Если случилось такимъ образомъ, то послѣ спайки соединеній или нулевой точки слѣдуетъ сдѣлать такое переключеніе, чтобы направленіе обмотокъ въ соответственныхъ фазахъ было одно и тоже.

Если одинъ изъ параллельно включенныхъ трансформаторовъ беретъ на себѣ слишкомъ большую нагрузку, то въ его вторичную об-

мотку вводится дроссельная катушка въ случаѣ невозможности измѣнить его коэффициентъ трансформации.

Рис. 49 изображаетъ нѣсколько однофазныхъ трансформаторовъ, включенныхъ первичными обмотками въ петлю сѣти, получающей токъ чрезъ точки питанія k отъ проводовъ S далеко находящейся машинной установки; вторичныя обмотки въ мѣстѣ A соединены параллельно петлею проводовъ, въ мѣстѣ же B каждый трансформаторъ питаетъ свою отдѣльную цѣпь.

Способы соединенія въ установкѣ трехфазнаго тока указаны рис. 50. Первичныя обмотки трансформаторовъ трехфазнаго тока соединены параллельно проводами abc , вторичныя же — проводами ABC . Питание вторичной цѣпи ABC производится трехфазными трансформаторами DT и трансформаторами однофазнаго тока, включенными звѣздой WT . Во вторичную цѣпь включены двигатель многофазнаго тока M , калильные лампы Gl и дуговыя лампы Bgl . О различныхъ схемахъ соединеній въ этихъ послѣднихъ см. ниже § 125.

При выключеніи параллельно соединенныхъ трансформаторовъ высокаго напряженія должно сначала разомкнуть выключатель высокаго напряженія, а затѣмъ уже — низкаго.

Трансформаторы высокаго напряженія никогда не включаются въ цѣпь однимъ полюсомъ; въ противномъ случаѣ могутъ возникнуть опасныя напряженія. Приэтомъ должно быть обращено вниманіе на необходимую одновременность выключенія во всѣхъ фазахъ.

При устройствѣ соединеній трансформаторовъ должно наблюдать, чтобы во вторичныхъ цѣпяхъ соединялись лишь зажимы съ одинаковыми фазами. Хотя обыкновенно зажимы трансформаторовъ обозначаются соотвѣтственнымъ образомъ самою фабрикою, все же нелишне, во избѣжаніе могущаго случиться при ошибочныхъ обозначеніяхъ короткаго сообщенія, опредѣлить зажимы раньше замыканія соединеній. Для этой цѣли вторичныя цѣпи AB (рис. 51) или соотв. ABC (рис. 52) питаются отъ трансформаторовъ WT' или соотв. DT' . Въ изслѣдуемомъ трансформаторѣ WT' или DT' первичные выключатели замыкаются, а зажимы вторичныхъ, остающихся разомкнутыми, соединяются чрезъ калильныя лампы. Лампы эти, которыя лучше всего укрѣпить на доскѣ, должны выдерживать напряженіе цѣпи; если нужно включаютъ по нѣскольку лампъ послѣдовательно. Если зажимы трансформатора соединены вѣрно, то лампы не загорятся. Если двѣ или всѣ три лампы засвѣтятъ, то слѣдуетъ переключать провода, ведущіе къ зажимамъ изслѣдуемаго трансформатора, до тѣхъ поръ, пока не получится такое соединеніе, при которомъ лампы будутъ темны.

50. Регулировка напряженія въ цѣпи переменнаго тока. Возможно выравнивать паденіе потенціала въ проводахъ регулировкою напряженія въ трансформаторѣ помощью выключателя витковъ. Требуется три такихъ выключателя для каждаго трансформатора трехфазнаго тока; они приводятся въ дѣйствіе или отъ руки, или автоматически помощью релѣ. Если въ сѣти существуетъ несимметрия, то употребляется включеніе „незамкнутымъ треугольникомъ“, изображен-

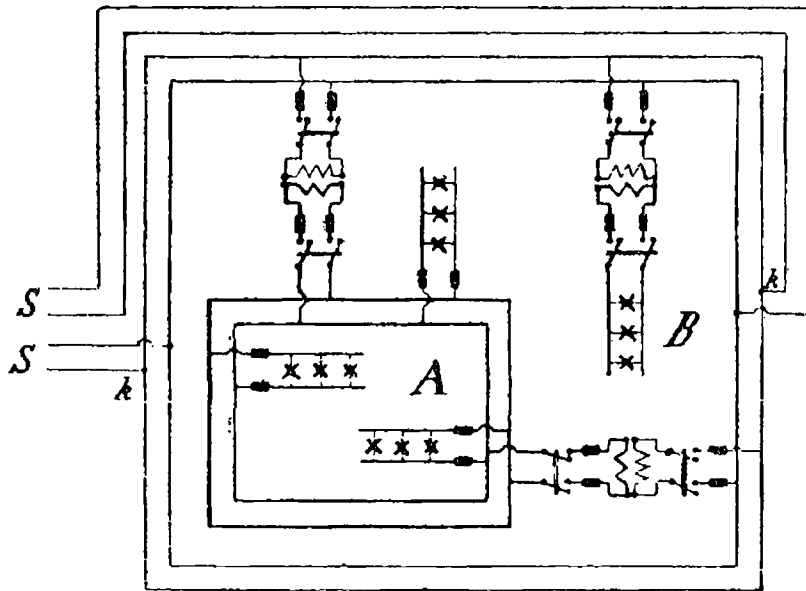


Рис. 49.

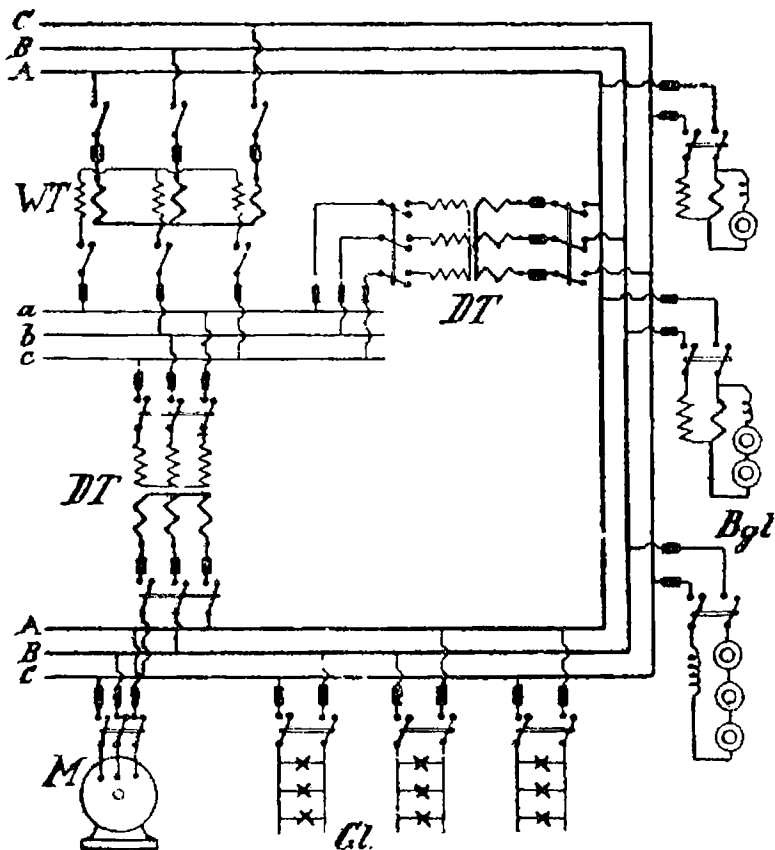


Рис. 50.

ное на рис. 53 (схема V-образная); здѣсь имѣется два однофазныхъ трансформатора съ принадлежащими къ нимъ добавочными витками x и y . Выключатель, служащій для измѣненія числа витковъ, устраивается, подобно элементному коммутатору (см. 73), такимъ образомъ, что короткое замыканіе витковъ при коммутированіи является невозможнымъ.

Вмѣсто такихъ подраздѣленныхъ трансформаторовъ употребляются еще приборы иного типа: въ нихъ напряжение регулируется помощью поворачиванія одной обмотки съ ея желѣзнымъ сердечникомъ относительно другой.

51. Установка трансформаторовъ. Трансформаторы устанавли-

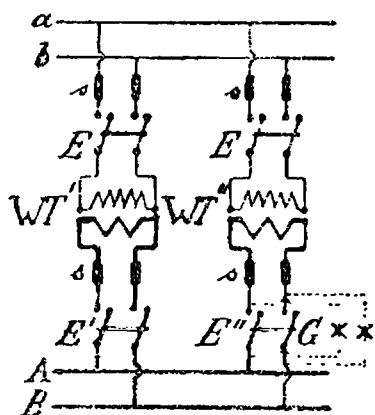


Рис. 51.

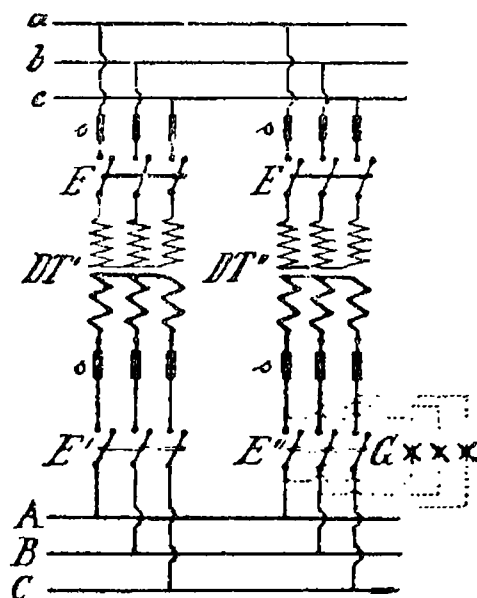


Рис. 52.

ваются или въ томъ самомъ зданіи, которое питается токомъ, или, если ими снабжается энергіей нѣсколько зданій, въ особомъ мѣстѣ, находящемся приблизительно посреди этихъ послѣднихъ. Главное вниманіе должно быть обращено на то, чтобы мѣсто, гдѣ находятся трансформаторы, было недоступно для постороннихъ лицъ, и чтобы невозможно было дотронуться до зажимовъ высокаго напряженія. Точно также и провода высокаго напряженія должны быть такъ расположены, чтобы никто посторонній не могъ до нихъ дотронуться. Стовъ трансформатора заземляется, или вокругъ прибора устраивается хорошо изолированный помостъ такъ, чтобы лицо, дотрагивающееся до остова трансформатора, было изолировано отъ земли. Желѣзные части трансформатора должны быть крѣпко свинчены, иначе онѣ издають громкій вибрирующій шумъ.

Если трансформаторы погружены въ ящики съ масломъ, то это масло слѣдуетъ прогрѣвать приблиз. до 110° , послѣ каждого наполненія и каждого подливанія, до тѣхъ поръ, пока не перестанутъ подниматься пузырьки, т. е. не выйдетъ вся вода. Прогрѣваніе производится

или помощью короткаго замыканія трансформатора, или какимъ либо другимъ способомъ; приэтомъ стѣны ящика обертываются холстомъ и т. под., чтобы воспрепятствовать излученію тепла. Эта работа производится только опытнымъ монтеромъ. Если трансформаторъ присылается уже наполненный масломъ, то его не нужно вынимать изъ масла безъ крайней необходимости, такъ какъ приэтомъ на его обмотки можетъ попасть сырость. Если трансформаторъ вынимали для починки и т. под., то масло должно быть снова проварено, какъ указано выше. Должно примѣнять лишь то масло, которое прислано съ завода, или указано имъ, какъ подходящее.

При параллельномъ включеніи трансформаторовъ въ сѣти, къ каждому изъ нихъ обыкновенно подходит по нѣскольку проводовъ высокаго и низкаго напряженія. Для высокаго и низкаго напряженій обыкновенно монтируются отдѣльныя распределительныя доски. Должна быть возможность выключить трансформаторъ, чтобы легко было выдѣлить изъ сѣти неисправный кабель. Иногда употребляются самодѣйствующіе выключатели, которые одновременно размыкаютъ всѣ фазы сѣти, когда произойдетъ перегрузка токомъ. Если въ цѣль высокаго напряженія включены предохранители, то всегда существуетъ возможность, что не всѣ они одновременно расплавятся, и что трансформаторъ окажется присоединеннымъ однимъ полюсомъ. При длинныхъ кабельныхъ линіяхъ употребляются предохранители отъ высокаго напряженія (см. 108) и именно въ мѣстахъ соединенія кабелей съ воздушными проводами. Чтобы возможно было выключить нѣкоторый кабель, не производя каждый разъ соответственнаго изслѣдованія, концы кабелей отмѣчаются, а если кабель со многими жилами, то каждая изъ нихъ носитъ свою помѣтку; легче всего размѣтить провода, какъ показано на рис. 54, пользуясь арабскими цифрами для нѣши высокаго напряженія и римскими — для низкаго, и отмѣчая одинаковыми цифрами кабель, соединяющій станцію съ трансформаторнымъ помѣщеніемъ и т. д.

Если трансформаторъ устанавливается внѣ зданія, то помѣщеніе для него устраивается или надъ землею, или подземное. Для надземнаго помѣщенія служатъ обыкновенно „будки“, имѣющія форму колошны. Помѣщеніе для трансформатора должно быть хорошо проветриваемо; въ него не долженъ попадать ни дождь, ни снѣгъ; подземное помѣщеніе не должно содержать въ себѣ воды; слѣдуетъ обратить вниманіе на крѣпкость замковъ въ дверяхъ. Желѣзные будки должны быть заземлены. Въ установкахъ малой мощности трансформаторы нерѣдко монтируются на кронштейнахъ, укрѣпленныхъ на столбахъ, несущихъ провода.

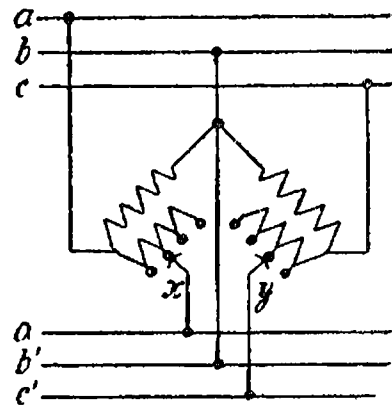


Рис. 53.

Установка и содержание машины.

52. **Установка машины.** При сборѣ машины изъ ея частей должно обращать вниманіе на слѣдующіе пункты. Тѣ части машины, которыя были промаслены при отправкѣ, слѣдуетъ основательно вычистить. Желѣзныя поверхности, которыя должны быть приведены въ соприкосновеніе, слѣдуетъ сдѣлать чисто металлическими. — Валъ якоря вкладывается въ подушки (онѣ должны быть чисты) съ величайшею осторожностью. При этомъ якорь, по возможности, удерживается за концы вала; самый якорь подпираютъ доскою, на которую кладутъ мягкую подстилку; было бы совершенно ошибочно подпирать коммутаторъ. — Якорь, какъ и движущаяся

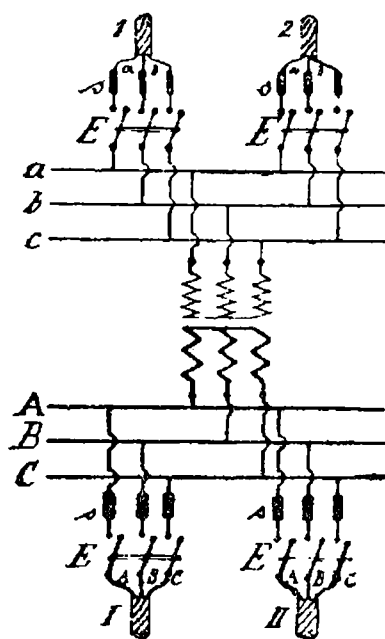


Рис. 54.

часть машины переменнаго или многофазнаго тока, долженъ быть точно центрированъ. Это особенно важно для моторовъ переменнаго тока, въ которыхъ оставляется сколь только возможно малый воздушный промежутокъ между вращающеюся и неподвижной частями, т. к. этимъ опредѣляется высокое полезное дѣйствіе. Для вымѣрки воздушнаго промежутка пользуются калиброванными жестяными пластинками. — Валъ долженъ легко вращаться въ своихъ подушкахъ. Для этого необходимо, чтобы подушки хорошо подходили къ нему, и чтобы валъ имѣлъ нѣкоторую свободу въ движеніи вдоль своей длины.

Объ установкѣ машины, собранной въ главныхъ частяхъ, должно сказать еще слѣдующее: Прежде всего, якорный валъ долженъ лежать горизонтально и параллельно приводному валу; шкивы должны быть хорошо вывѣрены. Только тогда ремни будутъ двигаться по серединамъ шкивовъ. —

Основа машины должна плотно приходиться къ фундаменту, что достигается подливаніемъ цементной замазки (см. 21 послѣдн. абз.). Послѣ того, какъ цементъ застынетъ, равномерно закрѣпляютъ болты фундамента, причемъ смотрятъ, не произошло ли гдѣ нибудь натяженій, и легко-ли вращается якорь; если это достигнуто, накладываютъ ремень. — Подушки слѣдуетъ осматривать и, если окажется необходимымъ, прочищать, многократно подливая керосину.

Когда машина установлена, собираютъ ея меньшія части. Перекладина, несущая щетки, укрѣпляется вообще такъ, чтобы ее можно было переставлять отъ руки. — Относительно ухода за щетками см. 60. — Всѣ соединенія, назначенныя для проведенія тока, должны быть сдѣланы по предварительной очисткѣ поверхностей соединенія мелкой наждачной бумагою. — Провода, находящіеся при машинѣ и отходящіе отъ нея, не должны прикасаться къ желѣзному корпусу.

Если въ машинѣ переменнаго тока проводники ведутся чрезъ основу машины, то для каждаго двухъ или трехъ проводовъ необходимо общее отверстіе въ желѣзѣ; этимъ избѣгаются паразитные токи и нагрѣваніе желѣза. Подобно этому при укладкѣ проводовъ въ трубахъ, не имѣющихъ продольнаго разрѣза, всѣ провода укладываются въ одну и ту же трубу. Провода, идущіе отъ машины высокаго напряженія къ распредѣлительной доскѣ, должны быть хорошо изолированы и, по возможности, недоступны для прикосновенія къ нимъ. Присоединяемые концы должны быть защищены ящиками изъ изолирующаго матеріала.

У машинъ доступныхъ для постороннихъ лицъ, какъ напр. двигателей въ различныхъ мастерскихъ, всѣ части, находящіяся подъ напряженіемъ, должны быть не доступны для случайнаго прикосновенія. Въ такихъ закрытыхъ моторахъ зажимы, коллекторъ или контактная кольца покрываются защитными колпачками. Чехоль, вполне покрывающій машину, не долженъ быть слишкомъ малъ, чтобы не мѣшать необходимому охлажденію машины.

53. Обращеніе полюсовъ машины постояннаго тока. Если полюса машины имѣютъ не то наименованіе, которое надлежитъ, а пересоединить провода, идущіе къ внешней цѣпи, невозможно, то слѣдуетъ перемагнитить машину. Для этого пользуются токомъ отъ другой машины или отъ батареи аккумуляторовъ. Этотъ вспомогательный токъ пропускается по электромагнитамъ перемагничиваемой машины въ такомъ направленіи, чтобы полюса ея перемѣнили знакъ; этому току достаточно продолжаться одну минуту. При соединеніи вспомогательной машины съ перемагничиваемой нужно имѣть въ виду, что южный полюсъ получится въ томъ полюсѣ, который обтекается токомъ по часовой стрѣлкѣ, когда къ нему обернуться лицомъ; при обратномъ направленіи тока получится сѣверный полюсъ. Можно придти къ цѣли путемъ пробы; пропустивъ чрезъ магниты перемагничиваемой машины токъ въ какомъ либо направленіи, узнаютъ посредствомъ компаса, обращены ли полюса. Во избѣжаніе ошибокъ, не нужно забывать проверять вѣрность показаній компаса (см. 15, абз. 2) до и послѣ пользованія имъ. Намагничивающій токъ слѣдуетъ увеличивать постепенно, введя для этого въ цѣпь его реостатъ, и довести его до величины, не превышающей тока наибольшей нагрузки машины; точно также постепенно ослабляютъ токъ.

Въ случаяхъ возбужденія въ отвѣтвленіи или компоундъ-машины (см. 27, b и c), если перемагничиваемая и вспомогательная машины назначены для приблизительно равныхъ напряженій, то у первой концы обмотки, находящіяся въ отвѣтвленіи, отдѣляютъ отъ щетокъ и соединяютъ проводами съ зажимами вспомогательной, послѣ чего возбуждаютъ магнетизмъ перемагничиваемой динамо, мало-по-малу увеличивая токъ посредствомъ реостата. Въ случаѣ машины съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ (см. 27, a) можно тоже, какъ выше описано, концы обмотки электромагнита соединить съ зажимами вспомогательной машины, причемъ здѣсь слѣдуетъ включить въ цѣпь

электромагнита достаточно большое сопротивление и амметръ. Подобно этому и въ случаѣ перемагничиванія машины шѣнтъ или компундъ, если вспомогательная динамо большаго напряженія, чѣмъ перемагничиваемая. Если неизвѣстно, какой величины можно допустить токъ возбужденія, или — въ случаѣ возбужденія токомъ въ отвѣтвленіи — онъ не дается самъ по себѣ тѣмъ, что машины вспомогательная и перемагничиваемая построены на одно и то же напряженіе, то рассчитываютъ намагничивающій токъ по величинѣ сѣченія обмотки, причемъ на каждый квадратный миллиметръ можно положить по 1,5 ампера. Если напряженіе вспомогательной машины слишкомъ мало, то вѣтви электромагнита по одной или по нѣсколькѣ заразъ, соединенныя послѣдовательно, перемагничиваются отдѣльно; при этомъ можно посоветовать, во избѣжаніе путаницы, до перемагничиванія распознать полюса посредствомъ компаса и помѣтить ихъ мѣломъ, чтобы можно было потомъ легко убѣдиться, что всѣ полюса дѣйствительно пере-мѣнили свои знаки.

Въ случаѣ машинъ, соединенныхъ параллельно (см. 30), если одна изъ машинъ имѣетъ вѣрные полюсы, или въ отвѣтвленіе къ нимъ включена батарея аккумуляторовъ, слѣдуетъ поступать такъ: послѣ того, какъ щетки перемагничиваемой машины подняты, и затѣмъ главные выключатели x и y (рис. 26 и 27) замкнуты, токъ отъ магистралей A и B чрезъ мало-по-малу выводимый реостатъ направляется въ электромагниты. Въ примѣненіи этого приѣма къ машинамъ со смѣшаннымъ возбужденіемъ (см. рис. 27) чрезъ толстую обмотку посылается токъ той же силы, какъ и чрезъ обмотку въ отвѣтвленіи, но въ обратномъ направленіи, что, однако, не имѣетъ значенія въ виду небольшого числа витковъ въ толстой обмоткѣ въ сравненіи съ многочисленными витками тонкой проволоки.

При машинахъ переменнаго тока направленіе тока въ возбуждающей цѣпи безразлично.

54. Пусканіе въ ходъ новыхъ машинъ. Только что монтированныя машины нѣкоторое время пускаютъ въ ходъ въ холостую, причемъ слѣдятъ за нагрѣваніемъ тщательно смазываемыхъ подушекъ, какъ у электрической машины, такъ и въ другихъ заново монтированныхъ частяхъ. При кольцевой смазкѣ, чаще всего примѣняемой въ электрическихъ машинахъ, нужно обратить вниманіе, правильно ли лежатъ кольца и не прилипаютъ ли. Маслянки должны быть наполнены до соответствующей мѣтки чистымъ и не очень густымъ масломъ. Когда все оказывается въ хорошемъ видѣ, машину мало-по-малу пускаютъ полнымъ ходомъ.

Машины переменнаго тока рекомендуется болѣе долгое время пускать въ холостую съ полною скоростью вращенія; затѣмъ ихъ просушиваютъ подъ токомъ раньше, чѣмъ имъ придается нормальное возбужденіе. Для этой цѣли борны машины замыкаются на короткую чрезъ амметръ. Тогда машина возбуждается: при нормальномъ числѣ оборотовъ, сначала совсѣмъ слабо, затѣмъ все больше, пока токъ (токъ въ короткомъ замыканіи) не достигнетъ полуторной величины

нормальнаго тока. Во всякомъ случаѣ нагрѣваніе обмотокъ не должно быть больше, чѣмъ на 40° сравнительно съ окружающей температурой. При этомъ, вообще говоря, не можетъ возникнуть столь высокое напряжение, чтобы нужно было бояться пробиванія изоляціи, хотя бы и отсырѣвшей. Такъ какъ однако случайность высокаго напряжения не исключается, то не слѣдуетъ прикасаться къ якорю, даже замкнутому на короткую. Если нужно просушить машину постоянного тока, то это проще всего сдѣлать, нагрѣвая машинное помещеніе. Передъ высушиваніемъ и послѣ него измѣняется изоляція. Если окажется, что она значительно возросла, то машина можетъ быть пущена въ дѣйствіе, такъ какъ нужно рассчитывать на дальнѣйшее повышение изоляціи во время дѣйствія.

Прежде соединенія машины съ сѣтью или съ другою машиною слѣдуетъ узнать: въ машинѣ постоянного тока, вѣрны ли знаки ея полюсовъ (см. 16); въ машинѣ многофазнаго тока, правильное ли у ней чередованіе фазъ (см. 31, b).

55. Приемы ежедневнаго пусканія въ ходъ. Передъ ежедневнымъ приведеніемъ электрической машины въ дѣйствіе должно обращать вниманіе на слѣдующее: Контролируютъ правильность включеній въ цѣль, которыя надлежало сдѣлать. — Осматриваютъ коллекторъ и щетки или контактное кольцо. — Щетки накладываются на коллекторъ (если онѣ во время покоя машины отнимаются) вообще передъ тѣмъ, какъ машина пущена въ ходъ. Если, однако, при пусканіи двигателя въ ходъ возможно вращеніе электрической машины въ противоположномъ направленіи, то при щеткахъ, прилегающихъ ребромъ (см. 60), наложеніе ихъ на коммутаторъ или кольцо должно дѣлаться лишь по приведеніи въ дѣйствіе; точно также и при остановкѣ машины, въ послѣдній моментъ, можетъ произойти поворотъ якоря въ обратную сторону; поэтому нужно въ этомъ случаѣ отнять щетки раньше, чѣмъ машина остановится. Какъ при наложеніи, такъ и при отниманіи щетокъ внѣшняя цѣль, а при машинахъ съ побочнымъ возбужденіемъ и обмотка электромагнита, должны быть выключены. — Если нужно, наполняютъ маслѣнки; старое масло должно быть стерто, и въ необходимыхъ случаяхъ, подушки обмыты керосиномъ. Желѣзные части, находящіяся близъ машины, должны быть удалены, чтобы онѣ не притягивались магнитами машины. Относительно правилъ включенія внѣшней цѣпи см. 30 и 31.

56. Уходъ за машиною. Если вслѣдствіе недостаточнаго ухода за машиною со щетокъ стирается мѣдная или угольная пыль, то ее слѣдуетъ самымъ тщательнымъ образомъ ежедневно удалять помощью щетки и мѣховъ. Если съ оси летятъ масляныя брызги, ихъ удерживаютъ помощью жестяныхъ щитовъ, если не примѣнимъ какой либо другой способъ; въ особенности должно наблюдать, чтобы коммутаторъ не былъ забрызганъ масломъ. Въ случаѣ надобности его очищаютъ отъ времени до времени на ходу машины; для этого, обернувъ сухую полотняную или шерстяную тряпку дощечку, имѣющую форму плоскаго пинцета, прикладываютъ ее вплотную къ коллектору. Прикасаясь къ

проводящимъ частямъ машины неопасно высокаго напряженія, слѣдуетъ для предотвращенія электрическихъ сотрясеній, становиться на изолирующую доску; кромѣ того, по возможности, должно прикасаться къ нимъ только одной рукою; въ случаѣ машинъ постоянного тока съ напряженіемъ, превосходящимъ 500 V, а также машинъ переменнаго тока съ напряженіемъ большимъ 200 V, слѣдуетъ вообще избѣгать дотрагиваться до частей, проводящихъ токъ. Послѣ каждой остановки машина должна быть основательно очищена отъ пыли и масла. Собранныя капли масла слѣдуетъ удалить.

Всѣ имѣющіеся въ машинѣ контакты, винтовья скрѣпленія и т. д. должны всегда находиться въ исправности; винтовья скрѣпленія должно отъ времени до времени подвергать осмотру, чтобы, гдѣ нужно, подвѣртывать винты; это относится особенно къ нагрѣвающимся и подвергающимся сотрясенію винтамъ. Подушки должны быть по временамъ вычищаемы, въ случаяхъ необходимости, керосиномъ. При кольцевой смазкѣ масленки должны быть пополняемы каждую недѣлю, а каждый мѣсяцъ должно перемѣнять масло. Если замѣчается излишній расходъ масла, нужно изслѣдовать причину этого и устранить ее, чтобы обмотка машины не портиралась отъ разбрызгиванія и всасыванія масла.

Постоянное вниманіе слѣдуетъ обращать на изнашиваніе подушекъ, особенно въ машинахъ съ небольшимъ воздушнымъ промежуткомъ между вращающеюся и неподвижною частями. Обновленіемъ подушекъ можно предотвратить треніе между этими частями.

Объ уходѣ за щетками и коммутаторомъ см. 58 и 60. Судить о ходѣ машины можно лишь при условіи хорошаго состоянія коллектора и щетокъ.

57. Уходъ за турбогенераторами. Ввиду большой скорости вращенія здѣсь слѣдуетъ особенно заботиться о хорошей смазкѣ подшипниковъ. Смазочное масло не должно содержать въ себѣ кислотъ, образовывать пѣну, но должно хорошо смазывать и при высокихъ температурахъ, до 60—70° Ц. Обыкновенно масло вводится въ подшипники подъ давленіемъ въ 1—2 атмосферы. Масло, возвращающееся въ масленку, должно быть достаточно охлаждено. Если устроено охлажденіе водою, то необходимо имѣть въ виду, чтобы вода не проникла въ масло. Необходимо тщательно наблюдать за притокомъ масла и за нагрѣваніемъ подшипниковъ.

Щетки должны слегка нажимать на коллекторъ или кольца. Въ особенности должно обращать вниманіе на то, чтобы мѣдная или угольная пыль, образуемая щетками, не приставала къ коллектору, производя этимъ короткое замыканіе. Объ остальномъ см. 56 и 58.

Въ описываемомъ случаѣ монтаж машины можетъ быть поручена лишь особенно опытному монтеру. Если во время хода замѣчаются толчки, слѣдуетъ обратиться за помощію на заводъ.

Для охлажденія машинныхъ обмотокъ всасывается свѣжій воздухъ, свободный отъ пыли, лучше всего со двора, нагрѣвшійся же воздухъ

направляется во дворъ. Канализация свѣжаго воздуха не должна проходить по сильно нагрѣтымъ помѣщеніямъ, т. напр. вблизи паро-проводящихъ трубъ.

58. Коллекторъ. Коллекторъ, одна изъ самыхъ чувствительныхъ частей машины, требуетъ особенно тщательнаго ухода; хорошее состояніе коллектора представляетъ собою необходимое условіе правильной работы машины. Прежде всего коллекторъ долженъ быть точно цилиндрическимъ и имѣть гладкую поверхность. Если коллекторъ не въ точности цилиндрической, и его поверхность неровная, не можетъ быть хорошаго прикосанія щетокъ. Вслѣдствіе этого проскакиваютъ искры, которыя въ самое короткое время испортятъ поверхность коллектора и скользящую поверхность щетокъ и быстро поведутъ обѣ эти части къ разрушенію. При употребленіи угольныхъ щетокъ это произойдетъ еще быстрее, чѣмъ при щеткахъ мѣдныхъ, болѣе эластичныхъ, легче слѣдящихъ за неровностями поверхности коллектора.

Коллекторъ состоитъ изъ металлическихъ сегментовъ (пластинъ), обыкновенно мѣдныхъ, раздѣленныхъ изолирующимъ слоемъ, дѣлаемымъ чаще всего изъ слюды. Эти пластины закрѣплены чрезъ изолирующую прокладку на основѣ коллектора. Во время дѣйствія эти части сильно нагрѣваются, и не невозможно, что при первомъ пусканіи въ ходъ онѣ нѣсколько сдвинутся другъ относительно друга. Поэтому необходимо особое наблюденіе за коллекторомъ въ новой машинѣ и машинѣ, долго бывшей въ бездѣйствіи.

Если подушки машины износились, коллекторъ становится плохо центрированнымъ относительно щеткодержателей, и наступаютъ тѣже явленія, что и при нецилиндрическомъ коллекторѣ. Въ такомъ случаѣ слѣдуетъ не мѣшая исправить подушки.

Правила ухода за коллекторомъ могутъ быть соответственнымъ образомъ перенесены и на контактные кольца.

а) Починки на коллекторѣ. Чтобы придать изношенному коллектору его прежнюю цилиндрическую поверхность, при малой неисправности достаточна обшлифовка, при большей необходима обточка. И то, и другое производится на холодномъ коллекторѣ; когда онъ нагрѣтъ, то металлическія пластины, какъ болѣе расширяющіяся, выступаютъ надъ изолирующею прослойкою и снимаются вѣчнымъ слоемъ при шлифовкѣ и обточкѣ; когда же затѣмъ онъ охладится, изолировка окажется выступающею, хотя и едва замѣтно, но это уже помѣшаетъ хорошему касанію щетокъ.

Если въ коллекторѣ поставлена слишкомъ твердая слюда, то при треніи о щетки мѣдныя пластинки изнашиваются скорѣе, чѣмъ слюда; она послѣдняя выступаетъ, и причиняетъ сильное искрообразованіе; можетъ даже случиться, что машина совсѣмъ не будетъ работать. Въ такомъ случаѣ обточка коллектора помогаетъ лишь на короткое время. Если нельзя помочь дѣлу примѣненіемъ болѣе твердыхъ угольныхъ щетокъ, то слюда выкрашивается острымъ рѣзцомъ прибл. на $\frac{1}{4}$ мм.

Обточка: произвести ее можетъ только опытный монтеръ. Небольшой якорь переносится для обмотки на токарный станокъ, при

большихъ машинахъ суппортъ привинчивается къ машинной станинѣ. Въ послѣднемъ случаѣ нужно не забывать, что въ большинствѣ машинъ валъ имѣетъ нѣкоторую свободу движенія вдоль своей длины. Чтобы помѣшать этому движенію во время обточки, съ одного конца вала помѣщаютъ въ подушкѣ скобку, упирающую на валъ прикрѣпленнымъ къ ней винтомъ. Послѣ обточки коллекторъ полируется карборундомъ или полирующимъ напильникомъ.

Шлифовка: Для нея лучше всего служить наждачная или карборундовая пластина, вращаемая электродвигателемъ. Вращеніе ея и коллектора должны быть въ одномъ направленіи, такъ чтобы соприкасающіяся части двигались навстрѣчу. Шлифующая поверхность должна быть такъ поставлена, чтобы пыль отъ шлифовки падала внизъ. Для устраненія небольшихъ неровностей на коллекторѣ достаточенъ шлифующій напильникъ. Онъ долженъ имѣть въ точности ту же округлость, что и коллекторъ; полезно, если онъ снабженъ желобкомъ *x*

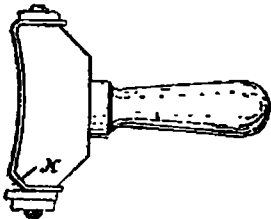


Рис. 55.

(рис. 55) для собиранія пыли. Этотъ послѣдній образуется тѣмъ, что край напилька скашивается и къ нему подвинчивается шайба. Чтобы это приспособленіе выполняло свое назначеніе, необходимо во-время счищать накапливающуюся пыль. Напильникъ этотъ покрывается стекляною или карборундовою бумагою. Если дѣло идетъ объ удаленіи выступающей слюдяной изоляціи, то въ иныхъ случаяхъ ее удастся взять лишь карборундомъ.

Наждачный холстъ негоденъ для шлифовки коллектора. Рабочая поверхность шлифующаго напилька должна быть твердою, такъ какъ только неуступчивостью шлифующей поверхности и берутся выступающія части. Поэтому было бы неправильно подкладывать что либо подъ стеклянную бумагу или даже класть ее въ нѣсколько рядовъ. По той же причинѣ является мало полезнымъ нажимать стеклянную бумагу къ коллектору рукой, а при долгомъ примѣненіи такого способа коллекторъ даже портится, такъ какъ на немъ образуются неровности.

Послѣ обточки или отшлифовки коллекторъ также, какъ и вся машина, должны быть тщательно очищены отъ мѣдной пыли помощью кисти и раздувальнаго мѣха. Въмѣсто мѣховъ употребляется и болѣе дѣйствительное средство — высасывающее приспособленіе, приводимое въ дѣйствіе электродвигателемъ, которое можетъ служить и во время обточки и шлифовки для удаленія металлической пыли. Послѣ этихъ работъ слѣдуетъ осмотрѣть, не покрылась ли гдѣ либо изолировка между пластинами коллектора металлическими опилками. Очищенный коллекторъ слегка покрывается масломъ, не содержащимъ кислотъ, если щетки мѣдныя, и вазелиномъ, если онѣ угольныя.

б) Уходъ за коллекторомъ. Коллекторъ, который при дѣйствіи машины равномерно полируется, на которомъ щетки налегаютъ легко и не образуется искръ, нуждается лишь въ очисткѣ отъ пыли и грязи. Для этого, отъ времени до времени, его обтираютъ чистой тряпкой, смоченной бензиномъ, и затѣмъ снова смазываютъ

(см. предыдущ. абз.). Если же обнаруживается неравномерное изнашивание коллектора, то сначала пробуютъ возстановить гладкую поверхность простою шлифовкою (см. а).

Каждый разъ, когда машину останавливаютъ, коллекторъ протирается чистою, неразсчищенной тряпкою, смоченною въ бензинѣ, чтобы удалить грязный слой, образующійся вслѣдствіе смазки.

Передъ пусканіемъ машины въ ходъ, если щетки металлическія, коллекторъ слѣдуетъ слегка смазать тряпкою, смоченною въ маслѣ, несодержащемъ кислотъ, и затѣмъ обтереть чистымъ, сухимъ кускомъ полотна. Приэтомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, чтобы не происходило издѣнія коллектора щетками. Въ случаѣ угольныхъ щетокъ производится такое же смазываніе, но вазелиномъ. Въ тѣхъ исключительныхъ случаяхъ, когда смазка увеличиваетъ искрообразование, ее слѣдуетъ оставить.

59. Перемѣна коллектора. Замѣна отслужившаго коллектора новымъ производится въ случаѣ небольшой машины слѣдующимъ образомъ: вынуть якорь изъ машины, помѣщаютъ его концами вала на двухъ деревянныхъ козлахъ. Если послѣ снятія коллектора положеніе проволокъ, идущихъ къ нему отъ якоря, можетъ измѣниться, то отмѣчаютъ одну изъ проволокъ, напр. обмотавъ ее ниткой, и вмѣстѣ съ тѣмъ замѣчаютъ положеніе соотвѣтственной пластины коллектора на валу машины; тогда и послѣ перемѣны коллектора можно сохранить расположеніе якорныхъ проволокъ относительно вала. Сдѣлавъ это, разбираютъ соединенія обмотки якоря съ коллекторомъ, освобождаютъ скрѣпленіе коллектора съ валомъ и снимаютъ коллекторъ съ вала машины. Соотвѣтствующія проволоки якоря заранее связываются вмѣстѣ. Открывшуюся теперь часть вала очищаютъ промасленною тряпкою и пробуютъ, плотно-ли насаживается на валъ новый коллекторъ; убѣдившись въ этомъ, закрѣпляютъ коллекторъ въ его надлежащемъ положеніи.

Провода якоря, соединяемые съ коллекторомъ на винтахъ, должны быть очищены мелкой стеклянной бумагой, прежде чѣмъ ихъ вложили въ новые контакты. Одною изъ главныхъ задачъ является возстановленіе хорошихъ контактныхъ соединеній.

Если провода якоря и коллекторныя пластины соединяются спайкой, то они свободно накладываются паяльникомъ. Прежде чѣмъ установить новый коллекторъ, слѣдуетъ тщательно вылудить концы якорныхъ проводниковъ и контактные поверхности коллектора. Послѣ скрѣпленія коллектора на валу производится спайка. Спайка должна быть самою надежною; паяльное олово не должно своими каплями попасть на изолирующую прокладку между пластинами, иначе онѣ получатъ короткое сообщеніе между собою. Относительно монтажки якоря машины см. 52.

60. Щетки. Въ слѣдующемъ говорится о щеткахъ вообще, поскольку одно и то же относится и къ угольнымъ, и къ мѣднымъ щеткамъ. Щетки слѣдуетъ брать съ того же завода, который доста-

вилъ машину. Необходимо предостеречь отъ опытовъ со щетками, часто рекламируемыми съ различныхъ сторонъ, потому что матеріаль щетокъ долженъ соответствовать матеріалу коллектора. Первымъ условіемъ для избѣжанія вреднаго искрообразования является правильное налеганіе щетокъ. Онѣ должны нажимать на коллекторъ или контактные кольца достаточною поверхностью и слегка пружинясь. Слишкомъ крѣпкое нажиманіе щетокъ причиняетъ чрезмѣрное изнашивание, слишкомъ слабое - служитъ причиною перерывовъ контакта и образования искръ. Это послѣднее происходитъ также и въ томъ случаѣ, если машина подвержена сотрясеніямъ; въ этомъ случаѣ щетки должны нажимать крѣпче. - Мѣста прикосновенія щетокъ должны противолежать другъ другу, какъ концы одного и того же діаметра; въ многополюсныхъ машинахъ (см. 27, d) - должны быть на равныхъ разстояніяхъ. Для провѣрки этого считаютъ, сколько пластинокъ находится по обѣ стороны между щетками, или измѣряютъ разстоянія между ними помощью бумажной полоски, накладываемой по поверхности коллектора. - - Прежде, чѣмъ вкладывать щетки, слѣдуетъ тщательно вычистить изнутри щеткодержатели. Щетки должны крѣпко сидѣть въ держателяхъ и одинаково выдаваться изъ нихъ. - Поверхности соприкосновенія щеткодержателей съ болтами для совершенства контакта должны быть всегда металлически чисты. Щеткодержатели должны совершенно свободно передвигаться и вращаться на своихъ болтахъ; только тогда возможна точная установка. Изолировка болтовъ отъ несущей ихъ перекладины должна быть въ хорошемъ состояніи. Щетки должны равномерно изнашивать коллекторъ, и ихъ расположеніе вдоль оси коллектора должно соответствовать этому. Если щетки расположены въ этомъ отношеніи неправильно, то на коллекторѣ образуются впадины, щетки изгибаются, и образуются искры. - Если якорь обмотанъ въ два хода, то щетки должны быть такъ поставлены, чтобы по крайней мѣрѣ три пластины коллектора. - Если приходится снять щетки, то необходимо пронумеровать ихъ и ихъ держатели и болты, чтобы возможно было затѣмъ возстановить ихъ первоначальное расположеніе. При измѣненіи расположенія щетокъ относительно коллектора, хотя бы и очень маломъ, необходимо снова пригонять щетки, шлифовать и т. под. - Послѣ вставленія новыхъ или только что исправленныхъ щетокъ нагружаютъ машину лишь мало по малу. Приэтомъ наблюдаютъ за машиною, и если обнаружится искрообразование, стараются устранить недостатки въ положеніи щетокъ и т. д., прежде чѣмъ начнется порча щетокъ или коллектора.

а) Мѣ д н ы я щ е т к и. Различаютъ касательно-прилегающія щетки, теперь примѣняемая рѣдко, и лсжащія косо (ребромъ-прилегающія).

К а с а т е л ь н о - п р и л е г а ю щ и я щ е т к и (рис. 56, а), пока онѣ еще не обтерлись, должны выдаваться за мѣстомъ прикосновенія не болѣе, какъ на 4—5 мм. Когда одинъ изъ слоевъ проволоки или пластинокъ почти протрется, щетку перевертываютъ изношенной

стороной внаружу. Щетки, обтершіяся съ обѣихъ сторонъ, обрѣзываются позади обтертаго мѣста.

Косо-лежащія щетки (рис. 56, б) годны лишь для машинъ, работающих безъ искръ, такъ какъ контактная поверхность такихъ щетокъ, приготовляемыхъ изъ тонкихъ пластинокъ или легкаго проводочнаго плетенія, въ короткое время оплавляется отъ искрообразования и въ такомъ состояніи только увеличиваетъ искры. Необходимо постоянно наблюдать за тѣмъ, чтобы въ щеткѣ не загибались отдѣльныя проволоочки или пластинки. Чтобы вычистить щетку, ее вынимаютъ вмѣстѣ съ держателемъ (иначе измѣнилось бы положеніе контактной поверхности относительно коллектора) и выколачиваютъ въ бензинѣ. Если передніе слои щетокъ не хорошо отшлифовываются, то выступающіе слои, выдающіеся на коллекторъ, легко отрѣзать ножницами или опиливать напилькомъ, не повреждая остальной отшлифован-

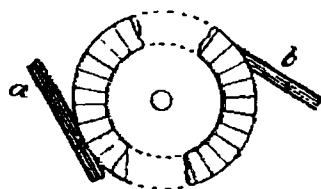


Рис. 56.

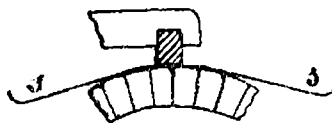


Рис. 57.

ной поверхности. Для налаживанія скошенной площадки пользуются лисками, на передней сторонѣ которыхъ дѣлается откосъ, соотвѣтственно скользящимъ площадкамъ щетокъ. Едва ли можетъ удасться совершенно точно приладить щетки обработкою посредствомъ напилька: поэтому всегда полезно дать машинѣ на нѣкоторое время порожній ходъ, пока скользящая поверхность на щеткахъ не отшлифуется должнымъ образомъ. Отнюдь не слѣдуетъ вращать машину въ обратную сторону, когда щетки лежатъ на коллекторѣ, ибо при этомъ можно погнуть щетки. Поэтому часто бываетъ необходимо приподымать щетки раньше остановки машины и накладывать ихъ на коллекторъ лишь послѣ того, какъ машина пущена въ ходъ; при этомъ цѣпь должна быть разомкнута.

б) Угольные щетки употребляются очень часто и въ особенности тогда, если искрообразование на коллекторѣ неизбежно въ случаѣ перемѣнной нагрузки. Щетки ставятся по большей части радіально, рѣже косо относительно коллектора. Мягкія угольные щетки нагружаются до 6,5—7 А на кв. см.; болѣе твердые угли, болѣе подходящія для полученія хорошей полировки на коллекторѣ, не нагружаются столь сильно.

Угольные щетки должны быть хорошо пришлифованы къ коллектору; иначе онѣ раскалятся при недостаточномъ контактѣ. Достигается это тѣмъ, что, при спокойномъ состояніи машины, по возможности крѣпкожимаютъ щетку къ коммутатору и протягиваютъ по нему подъ щеткой взадъ и впередъ наждачный холстъ ss (рис. 57), обра-

ценный къ углю наждачною стороною. При такой шлифовкѣ пужно обращать вниманіе на то, чтобы стекляная бумага, протягиваемая взадъ и впередъ, облежала округлость коллектора; иначе, края угля будутъ закруглены, что повредитъ дѣйствию машины. Послѣ этой подготовки щетокъ машина пускается на нѣкоторое время въ холостую для окончательной отшлифовки щеточныхъ поверхностей, и затѣмъ уже мало по малу переходятъ къ полной нагрузкѣ. Мѣдная пыль, приставшая къ поверхности щетокъ, должна быть счищена.

При одновременномъ употребленіи мѣдныхъ и угольныхъ щетокъ эти послѣднія принимаютъ на себя искры и дѣлаются нѣсколько болѣе, чѣмъ первыя, выдвинутыми впередъ.

61. Перестановка щетокъ. Щетки всегда должны стоять въ томъ положеніи, при которомъ образованіе искръ бываетъ наименьшее, а напряженіе машины или скорость вращенія мотора достигаютъ должной величины. Если вообще необходима перестановка щетокъ при измѣненіи нагрузки, то сначала онѣ устанавливаются у мѣтки, относящейся къ холостому ходу. При увеличеніи нагрузки щетки генератора переставляются по направленію вращенія, въ моторѣ-же — въ противномъ направленіи. Если щетки сдвинуты слишкомъ далеко въ томъ направленіи, при которомъ уменьшаются искры, то у генератора падаетъ напряженіе, а у мотора уменьшается число оборотовъ.

62. Исправленія. Значительныя исправленія должны, по возможности, производиться на заводахъ; однако установщикъ долженъ быть подготовленъ къ небольшимъ, не терпящимъ отлагательства починкамъ и на мѣстѣ, хотя такія починки, по недостатку подходящаго матеріала, часто могутъ быть лишь временными. При требующемся чаще всего возобновленіи изоляціи у щетокъ, у борновъ машины и пр. слѣдуетъ дѣлать новую изоляцію, по возможности, по образцу старой. Относительно починокъ въ якорѣ и электромагнитахъ, которыя требуютъ большей ловкости, приводимъ нижеслѣдующія указанія.

а) **Якорь.** Починки состоятъ здѣсь въ устраненіи погрѣшностей изоляціи и въ возобновленіи катушекъ обмотки. Для такихъ починокъ якорь обыкновенно долженъ быть вынутъ изъ машины.

Кольцевой якорь: здѣсь, лежащая другъ возлѣ друга катушки расположены на кольцеобразномъ сердечникѣ якоря; схематическое изображеніе этого якоря дано на рис. 58, на которомъ для простоты показаны только четыре катушки. Если катушка должна быть обмотана заново, то, смотря по конструкціи якоря, или необходимо снять весь якорь съ вала, или освободить только отдѣльныя катушки. Если разрушена изолировка проволоки катушки, то слѣдуетъ, если возможно, намотать новую проволоку; то же самое необходимо сдѣлать при разрывѣ проволоки, если спай занялъ бы слишкомъ много мѣста. Разматывая катушку, сосчитываютъ число витковъ проволоки и обращаютъ вниманіе на способъ обмотки, даже набрасываютъ, если нужно, схему, чтобы сдѣлать новую обмотку точно такимъ же образомъ. Если разрушена изолировка на желѣзномъ сердечникѣ, то она

должна быть тщательно исправлена прежде новаго обматыванія катушки. Не слишкомъ толстую проволоку сперва наматываютъ на деревяшку, которую удобно было бы просовывать внутрь сердечника, и которая позволяетъ проволоку сильно натягивать. Если установщикъ не имѣетъ въ своемъ распоряженіи необходимаго для новой обмотки матеріала, то онъ долженъ обойтись со старою проволокою, тщательно обматывая плохо изолированныя части ея, по возможности, тонкимъ слоемъ изолирующей тесьмы; такъ какъ новая изолировка вообще будетъ толще первоначальной, то на катушку наматываютъ 1—2 оборотами меньше, что въ большинствѣ случаевъ можно дѣлать

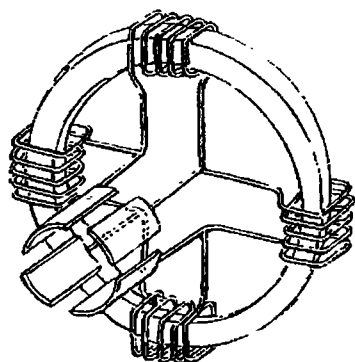


Рис. 58.

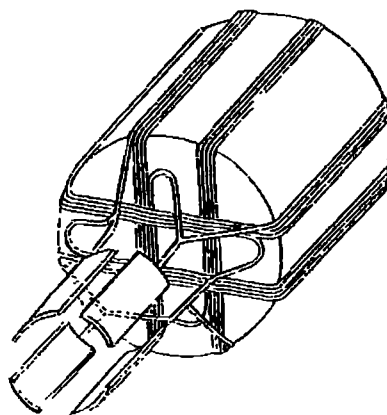


Рис. 59.

безъ значительнаго вреда для работы машины. Необходимые спай должны быть сдѣланы такъ, какъ указано въ 144.

Барабанная арматура. При арматурѣ (якорѣ) въ формѣ барабана, катушки, какъ показываетъ рис. 59, на основаніяхъ барабана часть налегаютъ другъ на друга. Поэтому починки здѣсь гораздо затруднительнѣе, чѣмъ при разсмотрѣнной выше кольцевой арматурѣ, такъ какъ не каждая катушка можетъ быть обмотана независимо отъ другихъ. Если чинить приходится не ту именно катушку, которая лежитъ сверху, то починка на мѣстѣ становится почти невозможною; въ остальномъ и здѣсь примѣнимы тѣ же правила, какъ и при Граммовской системѣ.

Для барабанныхъ якорей съ волнистою или петлевою обмоткою проволоки загибаются по шаблону и накладываются въ соответственныя якорные желоба; онѣ изолируются гильзами, приготовляемыми изъ картона или слюды. Если нужно, схема включенія требуется отъ завода. Рис. 60 изображаетъ схему послѣдовательно включенной волнистой оболочки для четырехполюсной машины съ двумя щетками, рис. 61 — параллельно соединенную обмотку петлевою для четырехполюсной машины съ четырьмя щетками. На обѣихъ схемахъ, по одной волнѣ и петлѣ изображено жирною линіей, чтобы указать характерную особенность обмотки.

Для устранения неравенства между секціями обмотки употребляются добавочные провода, которые иногда укладываются вокруг коллектора. При починкѣ якоря они должны быть сохранены и вновь положены такъ, какъ лежали раньше.

Если нельзя немедленно приступить къ починкѣ якоря, то пробуютъ сдѣлать машину годною къ дѣйствию выключеніемъ испорченныхъ катушекъ. Съ этою цѣлью отдѣляютъ концы этихъ катушекъ

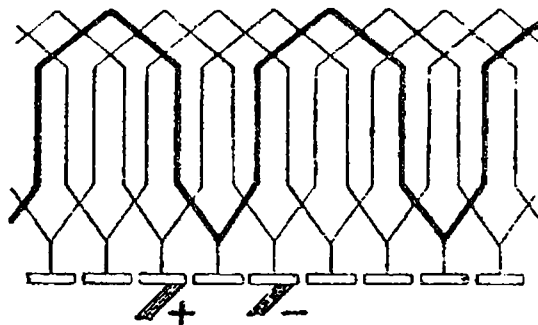


Рис. 60.

отъ пластинокъ коммутатора и изолируютъ ихъ, какъ отъ этого послѣдняго, такъ и отъ сосѣднихъ катушекъ. Если въ катушкахъ образовалось короткое замыканіе, такъ что онѣ, хотя и изолированныя, стали бы нагреваться (см. 64, а), то ихъ слѣдуетъ перерѣзать, образовавшіеся свободные концы хорошо изолировать и основательно закрѣпить. Съ выключеніемъ катушки якорная цѣпь прерывается, и потому

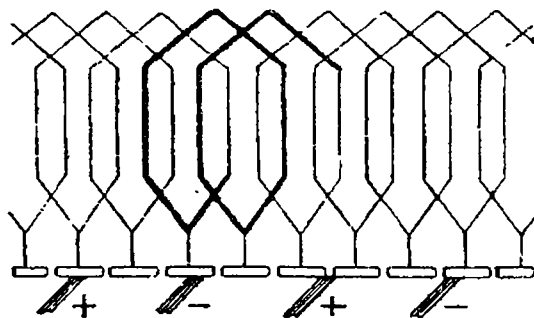


Рис. 61.

слѣдуетъ соответственныя пластинки коммутатора соединить небольшою проволочною дужкою. Машина, вновь приведенная такимъ образомъ въ дѣйствіе, отличается обыкновенно большимъ искрообразованиемъ, а слѣдовательно и скорымъ изнашиваніемъ ея коммутатора, а также и паденіемъ напряженія у борновъ; это послѣднее неудобство обыкновенно можетъ быть устранено увеличеніемъ числа оборотовъ, короткимъ замыканіемъ реостата, помѣщеннаго въ отвѣтвленіи, и т. д.

Однако, во избѣжаніе еще большей порчи машины, слѣдуетъ какъ можно скорѣе привести ее къ прежнему состоянію.

б) Электромагниты. При порчѣ изоляціи на электромагнитахъ вообще необходимо разматываніе проволоки на попорченной вѣтви электромагнита. Эта вѣтвь должна быть вынута изъ машины и установлена на токарномъ станкѣ; во время разматыванія проволоки токарный станокъ медленно вращать, причемъ навиваютъ проволоку на мотовило, чтобы затѣмъ удобно было, исправивъ изолировку, снова навить проволоку на горбыль. При новомъ обматываніи должно обращать вниманіе на то, чтобы сохранить первоначальное направленіе обмотки; кромѣ того, соединенія проволокъ въ машинѣ должны быть сдѣланы точно такъ же, какъ было прежде. Проволока наматывается на рамку, окружающую желѣзный сердечникъ, сдѣланную изъ соответственнаго изолирующаго матеріяла, или покрытую таковымъ; проволока должна быть тщательно изолирована отъ желѣза на его углахъ. Каждый слой обмотки покрывается цинковыми бѣлилами. Передъ употребленіемъ электромагнитъ хорошо просушивается, проще всего, токомъ, пропускаемымъ по его обмоткѣ. Въ особенности слѣдуетъ заботиться о томъ, чтобы проводящее соединеніе между магнитами, а также и съ проводниками, ведущими къ обмоткѣ магнитовъ, была хороша, такъ какъ прерывъ тока электромагнитовъ можетъ повести къ серьезнѣйшимъ поврежденіямъ установки. Свѣдѣнія о включеніи электромагнита даютъ рис. 10, 11, 12, 23 и 24.

Изслѣдованіе машинъ и трансформаторовъ.

63. Замыканіе желѣзомъ. Желѣзный корпусъ всякой машины изолированъ отъ катушекъ; состояніе этой изоляціи должно быть испытываемо, какъ при первомъ приведеніи машины въ дѣйствіе, такъ и отъ времени до времени послѣ. Приемы испытанія изоляціи описаны въ § 195. Если при такомъ испытаніи обнаружится неисправность, то всѣ части машины (якоря, электромагнита и щетокъ) разъединяются и испытываются на изоляцію.

Неисправныя части машины должны быть затѣмъ подвергнуты исправленію. Въ крайнихъ случаяхъ, если только обнаруженная погрѣшность не безусловно вредна для работы машинъ, можно отложить починку.

64. Якорь машины постоянного тока.

а) Короткое замыканіе въ якорѣ. Подъ короткимъ замыканіемъ разумѣютъ существованіе побочнаго замыканія съ незначительнымъ сопротивленіемъ, между двумя точками проводника. Если

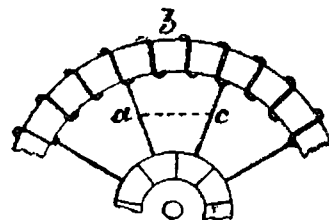


Рис. 62.

напр., между концами катушки *abc* (рис. 62) лежитъ начерченный, пунктиромъ проводникъ *ac*, то главный токъ направляется по этому короткому проводнику *ac*. Замкнутая на самое себя катушка производитъ въ цѣпи *abca* очень сильныя токи, которые въ короткое время сильно нагрѣваютъ катушку и причиняютъ сгораніе изолировки. Появляющійся при этомъ тотчасъ же запахъ гари обыкновенно позволяетъ вовремя остановить машину и предупредить разрушеніе. Если неисправность лежитъ внутри якоря, то нельзя обойтись безъ основательной починки (см. 62); но чаще причиною неисправности бываетъ то, что между пластинками коммутатора устанавливается металлическое сообщеніе нашедшею на него мѣдною пылью недостатокъ, происходящій отъ небрежной чистки машины и легко устранимый.

Наконецъ, та же неисправность можетъ происходить отъ сырости, если машина промокла при перевозкѣ или долгое время простояла безъ употребленія въ сыромъ помѣщеніи. Отсырѣвшую машину слѣдуетъ, прежде чѣмъ пускать въ ходъ, высушить; если возможно, всю машину, но, по крайней мѣрѣ, якорь, какъ наиболѣе чувствительную часть; съ этою цѣлью всю машину или одинъ якорь помѣщаютъ въ сухое, жарко нагрѣтое мѣсто, или же нагрѣваютъ само машинное помѣщеніе. Еще лучше можетъ оказаться высушиваніе машины пусканіемъ ея въ ходъ подъ возможно низкимъ напряженіемъ (см. 54, абз. 2).

Короткое замыканіе въ якорѣ можно замѣтить по дрожанію въ намагничиваніи стержней; это чувствуется, если приблизить къ полюсному наконечнику желѣзный предметъ напр. ключъ. Электродвигатели, въ которыхъ имѣется подобный недостатокъ, вращаются медленнѣе и въ обратную сторону.

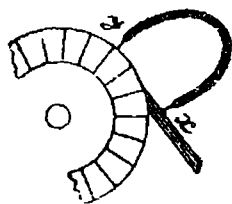


Рис. 63.

б) Перерывъ въ якорѣ. Перерывъ въ цѣпи въ якорѣ часто бываетъ причиною того, что генераторъ не начинаетъ дѣйствовать. Если требуется изслѣдовать машину въ этомъ отношеніи, то машину вводятъ во внѣшнюю цѣпь, причемъ, если генераторъ шунтовой, его возбуждаютъ постороннимъ токомъ; затѣмъ прикасаются (рис. 63) короткимъ кускомъ проволоки къ одной щетки и одной пластинки коммутатора, отстоящей отъ щетки на нѣсколько пластинокъ. Если теперь машина начинаетъ дѣйствовать, то токъ въ видѣ вольтовой дуги, вращающейся вмѣстѣ съ коммутаторомъ, перескакиваетъ чрезъ перерывъ. Разъ это явленіе обнаружено, должно тотчасъ же выключить и остановить машину; въ моторѣ явленіе это можетъ наступить и само по себѣ, т. е. безъ того приѣма, который изображенъ на рис. 63. Неисправная катушка узнается по соотвѣтствующему ей обожженному мѣсту коммутатора; самая же погрѣшность лежитъ, если только не произошло разрыва обмотки якоря, или въ неисправности спаевъ между отдѣльными катушками, или въ плохомъ соединеніи ихъ съ пластинками коллектора.

Въ машинахъ многополюсныхъ перерывъ въ якорѣ вызываетъ сильное искреніе на коллекторѣ лишь при большой нагрузкѣ.

Гораздо чаще полного перерыва случаются недостаточные контакты, будь то въ самомъ якорѣ или въ мѣстахъ соединенія съ коллекторомъ. Такая погрѣшность сказывается быстрою порчею отдѣльныхъ пластинокъ коллектора вслѣдствіе усиленнаго искрообразования въ этихъ мѣстахъ. Какъ только окажется, что нѣкоторыя пластинки коллектора страдаютъ сильнѣе другихъ, тотчасъ соответствующія соединенія на якорѣ и коллекторѣ должны быть подвергнуты осмотру; имѣющіяся винтовые скрѣпленія, гдѣ нужно, подвинчиваютъ; спайки возобновляютъ и т. д.

с) Отысканіе неисправности въ якорѣ. Если въ якорѣ существуетъ сообщеніе съ желѣзомъ, то будетъ идти токъ, если одинъ полюсъ источника тока соединить съ обмоткою, а другой привести въ соприкосновеніе съ валомъ или станиною машины (см. 63). Чтобы изслѣдовать, нѣтъ ли короткаго сообщенія или прерыва въ обмоткѣ якоря, чрезъ якорь, вынутый изъ машины или оставленный въ ней, пропускаютъ токъ, по силѣ соответствующій допускаемой нагрузкѣ; для этого соединяютъ идущіе отъ источника тока провода, въ которые введено сопротивленіе, съ противолежащими пластинками коммутатора или съ соответственными проводами якоря; при многополюсныхъ машинахъ съ параллельно соединенными катушками якоря (см. рис. 14) съ пластинками, отстоящими на извѣстный уголъ другъ отъ друга. Послѣ этого измѣряютъ и сравниваютъ напряженія у концовъ различныхъ катушекъ. При исправномъ состояніи якоря напряженія одинаковы для всей его окружности; малое напряженіе указываетъ на короткое замыканіе, большое — на перерывъ или неисправность въ контактѣ.

Если коллекторъ не былъ снимаемъ съ якоря при изслѣдованіи, то послѣднее слѣдуетъ, если нужно, повторить, удаливъ коллекторъ, такъ какъ обнаруживаемая неисправность можетъ лежать и въ коллекторѣ, и въ соединеніяхъ его съ якоремъ.

Испытаніе изоляціи на коллекторѣ относится, какъ къ изоляціи пластинъ между собою, такъ и къ изоляціи ихъ отъ основы коллектора. При этомъ должно имѣть въ виду, что эта послѣдняя изоляція должна выдерживать полное напряженіе работающей машины, тогда какъ изоляція между пластинами — лишь небольшое число вольтъ.

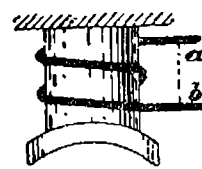


Рис. 64.

65. Обмотка электромагнитовъ машины постоянного тока.

а) Короткое замыканіе въ обмоткѣ электромагнитовъ. Если всѣ электромагниты генератора замкнуты на короткую, то онъ не даетъ вольтъ. Если короткое замыканіе *ab* (рис. 64) находится только на одномъ горбылѣ или на одной его части, то генераторъ при полномъ числѣ оборотовъ даетъ меньше вольтъ, чѣмъ слѣдуетъ, и при этомъ въ большинствѣ случаевъ наблюдается сильное искрообразование. Такія же явленія имѣютъ мѣсто и при неправильномъ включеніи обмотокъ электромагнита (см. 27 и 29).

Нагруженный моторъ своимъ короткимъ замыканіемъ въ обмоткѣ электромагнитовъ производитъ короткое замыканіе въ цѣпи и расплавленіе соотвѣтственнаго предохранителя; если же этого не происходитъ, то якорь сгораетъ. Ненагруженный или нагруженный мало электродвигатель получаетъ чрезмѣрно большую скорость вращенія. Подобнымъ же образомъ дѣйствуетъ и неправильное включеніе обмотокъ электромагнита.

б) Перерывъ въ обмоткѣ электромагнита не позволяетъ генератору начать ея работу. Послѣдовательный двигатель въ этомъ случаѣ не начинаетъ своего хода, или останавливается, если онъ уже въ дѣйствіи. Нагруженный шунтовой моторъ или производитъ короткое замыканіе въ цѣпи, или его якорь сгораетъ. Ненагруженный шунтовой двигатель получаетъ очень большую скорость, могущую разрушить шкивъ и т. д.

с) Отысканіе погрѣшности въ обмоткѣ электромагнитовъ. Короткое замыканіе обмотокъ электромагнита по большей части представляетъ собою видимое снаружи соединеніе зажимовъ этихъ обмотокъ между собою или съ остовомъ машины. Короткое замыканіе, происшедшее внутри обмотки, узнается по малому нагрѣванію соотвѣтственной катушки при дѣйствіи машины, а также можетъ быть замѣчено по намагниченію машиннаго вала, особенно если машина имѣетъ небольшое число полюсовъ. Наконецъ короткое замыканіе можетъ быть замѣчено при измѣреніи напряженія у катушекъ во время дѣйствія машины — катушка, замкнутая на короткую, покажетъ напряженіе меньшее, чѣмъ катушка, находящаяся въ исправности.

Перерывъ въ обмоткѣ электромагнитовъ по большей части представляетъ собою недостаточное соединеніе между отдѣльными катушками; поэтому особенно необходимо внимательно осматривать эти соединенія. Если катушки включены параллельно, то слѣдуетъ обращать вниманіе на то, чтобы всѣ соединенія были одинаково хороши, иначе намагниченіе горбылей будетъ неодинаковымъ. Перерывъ внутри обмотки, происходящій чаще всего въ проводѣ, приводящемъ или отводящемъ токъ, наиболѣе просто опредѣлить посредствомъ гальваноскопа.

По исправленіи погрѣшности въ обмоткѣ электрсагнита генератора слѣдуетъ опредѣлить его полюса (см. 16) прежде, чѣмъ включить машину параллельно другой.

66. Генераторъ постояннаго тока не даетъ напряженія. Причинами этого могутъ быть:

а) Перерывъ въ соединеніяхъ.

б) Короткое замыканіе между борнами машины, если она шунтовая, въ якорѣ (см. 64), въ щеточномъ аппаратѣ или въ обмоткѣ электромагнитовъ (см. 65). Въ шунтовомъ генераторѣ короткое замыканіе во внѣшней цѣпи дѣйствуетъ также, какъ и — между борнами; внѣшнюю цѣпь поэтому необходимо выключить.

с) Перерывъ въ якорѣ (см. 64) или въ электромагнитахъ (см. 65).

- d) Высовываніе изолировки между пластинами коллектора (см. 58).
- e) Неправильное положеніе щетокъ (см. 61). Если подозрѣваютъ это, то перелдвигаютъ щетки назадъ и впередъ.
- f) Неправильное включеніе электромагнитовъ.
- g) Слишкомъ слабый остаточный магнетизмъ. Чтобы, несмотря на это, привести машину въ дѣйствиe, если она съ послѣдовательной обмоткой (см. 27, a), соединяютъ короткой проволокой оба ея борна, причемъ она должна быть приведена во вращеніе и включена во внѣшнюю цѣпь. Это соединеніе борновъ должно продолжаться лишь короткое время, чтобы не образовались слишкомъ сильныя искры, когда машина придетъ въ дѣйствиe. Шунтовую машину (см. 27, b), выключаютъ изъ внѣшней цѣпи, такъ какъ такимъ способомъ достигается наибольшее возбужденіе электромагнитовъ; ся регулирующій реостатъ замыкается на короткую; приэтомъ машина должна вращаться по крайней мѣрѣ со своею нормальною скоростью. Съ машиною компундъ поступаютъ также, какъ съ шунтовой; внѣшняя цѣпь можетъ и не быть выключаема. Въ случаѣ необходимости электромагниты возбуждаются отъ посторонняго источника.

67. **Моторъ постоянного тока не идетъ.** Причинами этого могутъ быть:

- a) Перерывы въ соединеніяхъ.
- b) Короткое замыканіе между борнами машины или въ якорѣ (см. 64), а также въ электромагнитахъ, если моторъ не идетъ подъ напряженіемъ (см. 65).
- c) Перерывъ въ якорѣ (см. 64) или электромагнитахъ; въ шунтовомъ моторѣ это послѣднее не позволяетъ мотору пойти въ ходъ, лишь при пусканіи подъ нагрузкой (см. 65).
- d) Выступаеетъ изолировка между пластинами коллектора (см. 58).
- e) Неправильно наложены щетки (см. 61).

68. **Причины сильнаго искрообразованія.** Искры на коллекторѣ никогда не должны быть такъ велики, чтобы выступать далѣе мѣста прикосновенія щетокъ, а тѣмъ болѣе — чтобы отрывать раскаленные частицы щетки. Усиленіе искрообразованія происходитъ отъ погрѣшностей въ машинѣ и во внѣшней цѣпи.

I. **Погрѣшности въ машинѣ:**

- a) Плохое состояніе коллектора (см. 58).
- b) Плохое состояніе щетокъ (см. 60).
- c) Неправильное положеніе щетокъ. Если щетки наложены такимъ образомъ, чтобы искрообразованіе было наименьшее, и если приэтомъ на одной изъ щетокъ показываются бѣльшія искры, чѣмъ на другой, то по большей части нужно искать причину этого въ неодинаковости щетокъ или въ неправильномъ положеніи ихъ.
- d) Неисправности въ обмоткѣ машины (см. 63—65). Если возбужденіе магнитовъ неодинаково, то у одной изъ щетокъ искрообразованіе сильнѣе, чѣмъ на другой, подобно тому, какъ и при неодинаковомъ положеніи щетокъ (см. c). Происходитъ это или отъ короткаго замыканія въ одномъ изъ горбылей (см. 65, a), или при параллельномъ

соединеніи катушекъ возбужденія въ зажимахъ одной или нѣсколькихъ изъ этихъ катушекъ недостаточны контакты, вслѣдствіе чего эти катушки получаютъ болѣе слабый токъ.

е) Слишкомъ большая скорость вращенія въ шунтовыхъ моторахъ. Если скорость вращенія такого двигателя много больше нормальной, то для нормальной производительности его требуется слишкомъ малый токъ возбужденія; это является причиной сильнаго искрообразования.

II. Неисправности во внѣшней цѣпи генератора причиняютъ его перегрузку, а вслѣдствіе этого не только сильное искрообразование, но и чрезмѣрное нагрѣваніе машины; сюда относятся:

а) Неисправность въ изоляціи сѣти; сопротивленіе сѣти уменьшается, токъ находитъ себѣ новые пути чрезъ неисправную изоляцію.

б) Лампы, моторы и т. д. питаются слишкомъ сильнымъ токомъ, или включены, при параллельномъ соединеніи, въ чрезмѣрно большомъ количествѣ.

69. Неисправности въ машинахъ переменнаго тока и трансформаторахъ. Все, изложенное выше, относится главнымъ образомъ къ постоянному току, но можетъ быть обобщено и на машины переменнаго тока. Относительно этихъ послѣднихъ добавимъ слѣдующее: неисправности въ машинахъ переменнаго тока и трансформаторахъ обнаруживаются обыкновенно большимъ нагрѣваніемъ отдѣльных катушекъ, даже если альтернаторъ или трансформаторъ ненагружены и возбуждаются нормально; кромѣ того замѣчается особенно сильное жужжаніе, если въ секціи катушки произошло короткое замыканіе. Подобное жужжаніе въ трансформаторѣ наступаетъ еще и въ томъ случаѣ, если переключины не крѣпко притянуты, и если отдѣльныя пластины внѣшнихъ желѣзныхъ частей и перемычекъ не хорошо прилегаютъ. Если наружныя пластины лежатъ слишкомъ свободно, то отъ переменнаго намагниченія онѣ приходятъ въ дрожаніе и издаютъ звукъ. Дѣлу можно помочь, подклинивая пластины. Искры на контактныхъ кольцахъ, ведущихъ къ цѣпи возбужденія, обыкновенно происходятъ отъ недостаточнаго ухода за соответствующими частями машины, эксцентричнаго хода или загрязненія колець. Могутъ происходить искры у щетокъ и отъ періодическихъ перерывовъ въ цѣпи возбужденія. Если въ многофазномъ моторѣ одна изъ щетокъ прикасается нехорошо, то лампы, включенныя въ ту же цѣпь, начинаютъ мигать; если одна изъ щетокъ совсѣмъ не прикасается, то скорость вращенія двигателя, если онъ нагруженъ, падаетъ на половину. Альтернаторъ можетъ не притти въ дѣйствіе еще и вслѣдствіе неисправности въ его возбужденіи; если напр. возбуждающая машина не дастъ вольтъ, или если въ его цѣпи возбужденія произошелъ перерывъ.

Для увеличенія производительности, въ моторѣ переменнаго тока дѣлается очень небольшой воздушный промежутокъ между вращающеюся и неподвижной частями его. Когда подушки изнаются, стано-

нится очень возможнымъ, что эти части трутся одна объ другую. Необходимо заботиться о своевременной починкѣ и замѣнѣ подушекъ.

Неисправное состояніе генератора многофазнаго тока обнаруживается еще и тѣмъ, что напряжения трехъ цѣпей оказываются различными при отсутствіи нагрузки или при одинаковой ихъ нагрузкѣ;

мотора же тѣмъ, что токъ при пусканіи въ ходъ оказывается большимъ, а вращающій моментъ малымъ, и что токи въ трехъ вѣтвяхъ неодинаковы по величинѣ. Въ многофазномъ моторѣ измѣряютъ напряжения между тремя кольцами, причемъ моторъ не пускается въ ходъ, но статоръ его возбуждаютъ; если машина въ исправномъ состояніи, то эти напряжения почти одинаковы при всякомъ положеніи якоря. Этотъ методъ непримѣнимъ къ двигателямъ съ якоремъ, замкнутымъ на короткую. Если многофазный моторъ самъ не приходитъ въ дѣйствіе, но будетъ продолжать вращаться въ любомъ направленіи, если его пустить въ ходъ рукою, то одинъ изъ проводовъ нужно считать прерваннымъ.

Аккумуляторы.

70. **Общія замѣчанія.** Аккумуляторы служатъ для запасанія электрической энергіи. Заряжающій токъ производитъ въ аккумуляторѣ химическое превращеніе; при разряженіи обратный химическій процессъ производитъ электрическій токъ. Въ каждомъ аккумуляторѣ различаютъ три главныхъ части: электроды (пластины), сосудъ (горшокъ) и жидкость. Электроды, обозначенные на рис. 65 буквой *E*, располагаются такимъ образомъ, что каждая положительная пластина приходится между двумя отрицательными. Одноименныя пластины металлически соединены между собою. Соприкосновенію пластинъ препятствуетъ прокладка или непроводящаго матеріала. Сосуды аккумуляторовъ на своей внутренней поверхности должны противустоять дѣйствию кислоты; въ небольшихъ аккумуляторахъ они дѣлаются изъ стекла, въ большихъ — сосуды деревянные, выложенные изнутри свинцомъ. Электроды погружаются всею своею поверхностью въ жидкость — разведенную сѣрную кислоту. Соединеніе нѣсколькихъ такихъ элементовъ и называется (вторичною) батареею.

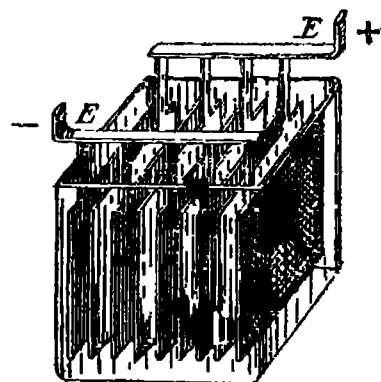


Рис. 65.

Аккумуляторы употребляются, во первыхъ, какъ подспорье динамомашинѣ; заряженные въ часы малаго спроса на электрическую энергію, они берутъ на себя доставку нѣкоторой части тока во время

наибольшей нагрузки и могут служить, какъ резервъ, на случай порчи машины; во вторыхъ, съ аккумуляторами достигается болѣе правильное распредѣленіе работы: часы ихъ зарядки могутъ быть выбраны такъ, чтобы машины, за все время своего дѣйствія работали при полной нагрузкѣ, т. е. самымъ выгоднымъ образомъ. Аккумуляторы позволяютъ уменьшить машины электрической установки. Наконецъ, включенные въ видѣ т. наз. буферной батареи, аккумуляторы выравниваютъ до извѣстной степени колебанія тока и напряженія, происходящія отъ неравномѣрнаго хода машины-двигателя или большихъ колебаній въ нагрузкѣ.

Аккумуляторы включаются послѣдовательно; приэтомъ они присоединяются другъ къ другу своими разноименными полюсами, такъ что на концахъ всего ряда остаются одинъ положительный и одинъ отрицательный зажимы, какъ борны батареи: положительный полюсъ батареи сращивается съ положительнымъ же борномъ машины, а отрицательный съ отрицательнымъ. Приэтомъ необходимо убѣдиться, что полюса машины указаны правильно (см. 16). Знаки полюсовъ аккумулятора распознаются по цвѣту; положительные электроды — коричневые, отрицательные — сѣрые. Для зарядки знаки борновъ аккумулятора имѣютъ тоже значеніе, что и борновъ электрической машины.

71. Аккумуляторное помѣщеніе. Аккумуляторное помѣщеніе находится обыкновенно неподалеку отъ распредѣлительной доски, установленной въ машинномъ отдѣленіи; это позволяетъ дѣлать провода отъ элементнаго коммутатора короткими и, слѣдовательно, не очень дорогими. Въ противномъ случаѣ устраивается управление элементнымъ коммутаторомъ издалика: имъ управляютъ посредствомъ кнопокъ съ распредѣлительной доски въ машинномъ отдѣленіи. Помѣщеніе должно быть сухое, прохладное и хорошо провѣтриваемое. Непосредственно падающій солнечный свѣтъ вреденъ для аккумуляторовъ; поэтому въ случаѣ надобности, въ окна аккумуляторнаго помѣщенія вставляются матовыя стекла или стекла покрываются слоемъ извести. Стѣны и всѣ металлическіе предметы покрываются составомъ, выдерживающимъ дѣйствіе кислоты, и это покрытие необходимо своевременно обновлять особенно на металлическихъ частяхъ. Полъ долженъ не бояться кислоты; правильнѣе будетъ, если ему придать уклонъ къ водостокамъ для облегченія промывки. Полъ дѣлается между прочимъ изъ хорошаго асфальта [смѣсь изъ чистаго асфальта („тришдадъ“) и кварцеваго песку] или изъ плитъ, выдерживающихъ кислоты и погруженныхъ въ этотъ асфальтъ. Выбирая для этой цѣли асфальтъ, можно испробовать его, погрузивъ кусокъ асфальта въ кислоту, болѣе концентрированную, чѣмъ та, которая употребляется для аккумуляторовъ; асфальтъ, который приэтомъ размягчится, негоденъ.

Въ аккумуляторное помѣщеніе нельзя вносить незащищеннаго пламя, пока происходитъ сильное выдѣленіе газовъ при зарядкѣ и эти газы не удалены. Поэтому предписывается пользоваться для освѣщенія лампами накаливанія съ пустотою. Въ плохо вентилируемыхъ

аккумуляторныхъ помѣщеніяхъ слѣдуетъ избѣгать употребленія штепселей, въ которыхъ при выниманіи вилки проскакиваютъ искры. Здѣсь употребляются штепселя, соединенные съ выключателями такимъ образомъ, что выниманіе вилки происходитъ лишь послѣ размыканія цѣпи. Розетки для штепселей монтируются въ достаточномъ числѣ, чтобы не было надобности въ очень длинныхъ шнурахъ при лампахъ, которыми пользуются для освѣщенія аккумуляторовъ.

72. **Напряженіе у зажимовъ.** Напряженіе у зажимовъ аккумулятора измѣняется съ состояніемъ заряженія; такъ, при зарядкѣ оно поднимается отъ 2 до 2,7 V въ каждомъ аккумуляторѣ, при разрядкѣ же падаетъ съ 2-хъ до 1,83 V. Поэтому, чтобы поддерживать то постоянство напряженія, которое требуется при электрическомъ освѣщеніи и т. д., измѣняютъ число послѣдовательно соединенныхъ аккумуляторовъ сообразно состоянію разряженія, посредствомъ элементарнаго коммутатора (см. 73).

Сколько аккумуляторовъ необходимо ввести послѣдовательно для той или иной цѣли рассчитываютъ, полагая въ основаніе наименьшее напряженіе элемента при его разрядкѣ. Это наименьшее напряженіе конца разрядки принимаютъ равнымъ 1,83 V для 3 · 10 часового разряженія, наиболѣе употребительнаго; при разрядкѣ, продолжающейся 1 часъ, оно берется равнымъ 1,8 V. Мы найдемъ число элементовъ, которые необходимо ввести послѣдовательно, если требуемое высшее напряженіе, т. е. напряженіе у лампъ, сложенное съ потерю напряженія проводахъ, раздѣлимъ на напряженіе одного элемента. Напр.

для 110 V необходимо включить послѣдовательно $\frac{110}{1,83} = 60$ элементовъ.

73. **Элементарный коммутаторъ.** При разрядкѣ помощью элементарнаго коммутатора регулируется число послѣдовательно включенныхъ аккумуляторовъ такимъ образомъ, чтобы паденіе напряженія разряжающейся батареи выравнивалось включеніемъ новыхъ элементовъ. При зарядкѣ менѣе разрядившіеся элементы выключаются раньше. Элементарный коммутаторъ состоитъ изъ контактовъ, расположенныхъ рядомъ и металлически соединенныхъ съ соответственными элементами; по этимъ контактамъ передвигаются рычаги, которые въ двойномъ коммутаторѣ имѣются въ числѣ двухъ — для зарядки и разрядки. Рычаги эти должны быть такъ устроены, чтобы при своемъ передвиженіи они не производили ни короткаго замыканія, ни перерыва въ цѣпи. Ввиду этого дѣлаются двѣ щетки B' и B'' (рис. 66), изолированныя другъ отъ друга, которыя и производятъ соединеніе контактовъ элемента съ шинами S' и S'' . Шина S' непосредственно соединена съ одною изъ магистралей, тогда какъ S'' соединена съ противоположною черезъ реостатъ W . При переключеніи съ одного контакта на слѣдующій, напр. съ 57 на 58, B'' первую прикасается къ новому контакту, причемъ включаемый аккумуляторъ оказывается замкнутымъ на сопротивленіе W , затѣмъ B' ложится на контактъ 58.

Если батарея невелика, то сопротивление W включается обыкновенно прямо между щетками B' и B'' и движется вмѣстѣ съ ними, такъ что достаточно одна шина. Для совсѣмъ маленькой батареи не нужны и двѣ щетки; достаточно уже, если устроено такъ, что одна щетка передвигается толчками.

Рис. 67 изображаетъ устройство, требующее меньшаго количества проводовъ къ элементному выключателю; оно применимо лишь для коммутатора съ неподвижнымъ сопротивленіемъ. При этой схемѣ лишь каждый второй аккумуляторъ соединяется съ коммутаторомъ, а одинъ аккумуляторъ Z

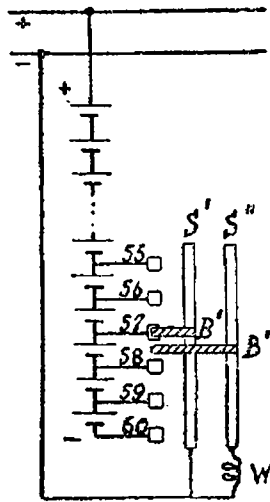


Рис. 66.

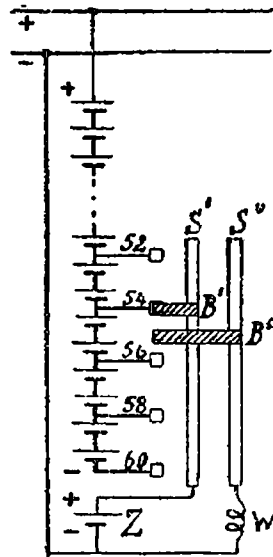


Рис. 67.

включается въ проводъ, соединяющій S' съ магистралію. Если сдвинуть скользящій контактъ до тѣхъ поръ, пока B'' не придетъ на 56, то главная батарея увеличится на два элемента; но въ это же время аккумуляторъ Z окажется выключеннымъ, такъ что полное напряженіе увеличится всего на напряженіе одного элемента, какъ и въ случаѣ рис. 66. При дальнѣйшемъ передвиженіи (щетка B' на контактъ 56) аккумуляторъ Z вновь включается, и напряженіе снова возрастетъ на напряженіе одного элемента. При выключеніи элементовъ все происходитъ въ обратномъ порядкѣ. Реостатъ W , который и здѣсь необходимъ для того, чтобы не происходило короткаго замыканія аккумулятора, рассчитывается на потерю напряженія не большую 0,3—0,5 V; поэтому можно пренебрегать его значеніемъ для напряженія цѣпи.

Для зарядки и разрядки батареи, вообще говоря, употребляются два коммутатора, подобныхъ выше описанному; одинъ соединяется съ зарядными шинами, другой — съ разрядными.

Нерѣдко бываетъ, что передвиженія рычага элементнаго коммутатора производятся помощью электродвигательнаго приспособленія.

или пускаемого въ ходъ нажатіемъ кнопки, или дѣйствующаго автоматически подъ вліяніемъ напряженія сѣти; это вліяніе передается чрезъ релэ.

Въ установкахъ 110 или 2×110 -вольтovýchъ при включеніи или выключеніи батареи измѣняютъ напряженіе каждый разъ на 2 V, т. е. включается или выключается по одному аккумулятору. При бѣльшихъ напряженіяхъ включаются заразъ по нѣсколькy элементовъ, такъ при 220 или 2×220 вольтахъ включается обыкновенно по 2 аккумулятора, дающихъ прибл. 4 V.

74. Устранитель искръ примѣняется въ бѣльшихъ элементныхъ коммутаторахъ и служитъ къ тому, чтобы перенести искры, могущія появиться при включеніи и выключеніи аккумуляторовъ, на легко замѣнимыя контактная части. Для этой цѣли щетки B' B'' (рис. 68) механически соединяются съ b , скользящимъ по контактнѣмъ плоскостямъ устранителя F , и пригомъ соединяются такъ, что при коммутированіи элементовъ искры проскакиваютъ между k' и k'' и щеткою b , но не у дѣйствительныхъ контактовъ элементовъ.

75. Электрическія машины для заряденія аккумуляторовъ. Для заряденія аккумуляторовъ лучше всего брать машины съ побочнымъ возбужденіемъ, такъ какъ онѣ не перемагничиваются обратнымъ токомъ отъ аккумуляторовъ. Машины со смѣшаннымъ возбужденіемъ (компоунды) могутъ быть иногда примѣнены для заряденія аккумуляторовъ выключеніемъ обмотки въ главной цѣпи, если приэтомъ, съ умньшеніемъ возбужденія, не слишкомъ увеличится искрообразование, и если можно будетъ все же достичь желаемаго напряженія. Вообще рекомендуется шунтовую обмотку соединить непосредственно съ проводами отъ батареи, чтобы быть убѣжденну, что машина постоянно возбуждается въ желаемомъ направленіи.

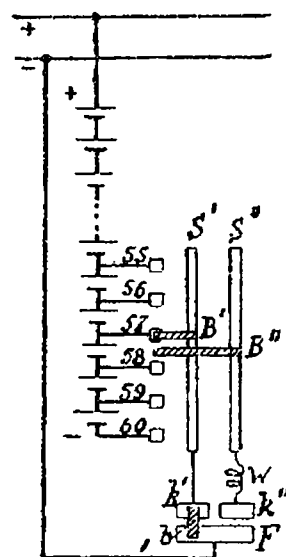


Рис. 68.

Наибольшее напряженіе, какое должна давать машина для, потребнаго иногда, чрезмѣрнаго заряденія, находится помноженіемъ числа аккумуляторовъ на 2,7; такъ при 60 аккумуляторахъ, необходимыхъ для сѣти въ 110 V, требуется при заряденіи наибольшее напряженіе въ $60 \times 2,7$ прибл. 160 V; оно можетъ понадобиться при первой зарядкѣ и при особо продолжительной зарядкѣ, которая по временамъ необходима. Ввиду того, что къ концу заряденія крайніе, наименѣе использованные, аккумуляторы приходится выключить, а также того, что заряжающій токъ полезно сдѣлать меньшимъ, то обыкновенно достаточное напряженіе получается умноженіемъ числа аккумуляторовъ на 2,3, а потому къ концу заряденія 60 аккумуляторовъ необходимо лишь напряженіе въ $60 \times 2,3$ прибл. 140 вольтъ.

Чтобы получить ненормально высокое напряженіе, потребляемое

зарядки аккумуляторовъ, можно или усилить возбужденіе машины, или увелить скорость ея вращенія.

Это примѣняется однако лишь въ томъ случаѣ, когда нормальный токъ машины соотвѣтствуетъ току зарядки. Въ противномъ случаѣ повышеніе напряженія для зарядки производится помощью добавочной машины (см. §§ 80, 82 и 83).

76. Установка аккумуляторовъ. Ссылаемся прежде всего на указанія, даваемыя фабриками. Въ нижеслѣдующемъ можно коснуться только наиболѣе общихъ указаній.

Изоляція батареи достигается тѣмъ, что отдѣльные элементы ставятъ на изоляторы изъ фарфора или стекла. Между элементами, стоящими рядомъ, оставляютъ промежутокъ не менѣе 3 см. Лучше всего устанавливать ряды элементовъ такъ, чтобы можно было проходить съ обѣихъ сторонъ и осматривать пластинки; при установкѣ нѣсколькихъ рядовъ одного надъ другимъ, должно оставлять надъ каждымъ рядомъ столько свободнаго мѣста, чтобы поверхность элементовъ можно было легко осматривать и пластинки легко замѣнять новыми.

Электроды, прежде вставленія ихъ въ хорошо вычищенные сосуды, тщательно осматриваются, чтобы видѣть, нѣтъ ли между пластинками постороннихъ тѣлъ, и одинаково ли во всѣхъ мѣстахъ разстояніе между пластинками. Электроды отдѣльныхъ элементовъ соединяютъ другъ съ другомъ, обыкновенно спаявая ихъ.

Жидкость вливается лишь непосредственно передъ первымъ зарядженіемъ элементовъ. Употребляемая здѣсь разведенная сѣрная кислота (лучше всего получать ее готовую отъ соотвѣтственной фирмы) состоитъ приблизительно изъ 9 объемныхъ частей воды на 1 объемную часть концентрированной, очищенной отъ мышьяка сѣрной кислоты. Вода должно быть вполне чиста и въ частности свободна отъ хлора; поэтому возможно употребленіе лишь перегнанной воды. Сѣрная кислота должна быть химически чиста; ее покупаютъ при этомъ непремѣнномъ условіи у какого нибудь солиднаго завода. Смѣшиваніе жидкостей производится въ отдѣльномъ сосудѣ, причемъ сѣрную кислоту медленно приливаютъ къ водѣ, размѣшивая жидкость стеклянною палкой; никогда не должно, наоборотъ, вливать воду въ кислоту. Разогрѣвшейся при смѣшиваніи жидкости должно дать совершенно охладиться, прежде чѣмъ вливать ее въ сосуды. Пропорція жидкостей для составленія смѣси большею частью указывается фабриками тѣмъ, что дается плотность раствора, опредѣляемая ареометромъ (см. § 115).

Проводники въ аккумуляторномъ помѣщеніи должны быть голые, такъ какъ обычная изолировка не выдерживаетъ дѣйствія кислотныхъ паровъ. Для сращиванія проводниковъ употребляется мѣдная проволока. Всѣ находящіяся въ аккумуляторномъ помѣщеніи мѣдные и латунные предметы должны быть покрыты лакомъ Гейзинга или эмалевымъ (послѣ грунтовки Бессемеровою краскою), чтобы на нихъ не дѣйствовала кислота. Приборы, ламповые патроны и т. д. должны быть покрыты парафиновымъ масломъ во избѣжаніе быстрого разрушенія. Желѣзные штативы, подставки и т. п. покрываются эмале-

вою краской. Не мѣшаетъ помнить, что лаки, а особенно разведенный бензиномъ лакъ Гейзинга, легко возгораются, и свободное пространство въ сосудахъ, заключающихъ ихъ, часто бываетъ наполнено взрывчатыми газами; поэтому слѣдуетъ производить лакированіе подале отъ незащищеннаго огня.

77. Зарядка аккумуляторовъ. Передъ первую зарядкою аккумуляторовъ должно всегда испытать, правильно ли обозначены борны машины (см. 16), и соединены ли они правильно съ борнами батареи (см. 70).

При началѣ зарядки аккумуляторы включаются лишь тогда, когда напряженіе у борновъ машины равно или превзойдетъ на нѣсколько вольтъ напряженіе батареи. При окончаніи заряженія, послѣ того, какъ заряжающій токъ упадетъ до нуля, разединяются аккумуляторы и машина.

Силу тока во время зарядки слѣдуетъ поддерживать по возможности равномерною и на нормальной для батареи величинѣ; никогда не должно заряжать слишкомъ сильнымъ токомъ; отъ этого элементы портятся; къ концу зарядки токъ уменьшаютъ прибл. на 50% во избежаніе слишкомъ большого выдѣленія газовъ. При слишкомъ слабомъ токъ время заряженія бесполезно удлиняется. Напряженіе у зажимовъ отдѣльныхъ элементовъ составляетъ при началѣ зарядки около 2,2 вольтъ; затѣмъ оно повышается мало-по-малу и лишь къ концу зарядки быстро, до 2,7 V.

За-ново установленные аккумуляторы должны быть заряжаемы больше, чѣмъ до полного насыщенія; для этого зарядка продолжается на много часовъ послѣ того, какъ начнется выдѣленіе газа, примакъ насыщенія; рекомендуютъ еще и впослѣдствіе производить время отъ времени такую чрезмѣрную зарядку. При нормальномъ ходѣ лучше всего вести зарядку до наступленія равномернаго отдѣленія газовъ во всѣхъ элементахъ; никогда не должно заряжать слишкомъ короткое время, дабы предотвратить слишкомъ полное истощеніе элементовъ при ихъ послѣдующей разрядкѣ.

При началѣ выдѣленія газа въ аккумуляторахъ слѣдуетъ замѣтить, одинаково ли оно сильно во всѣхъ элементахъ; если въ какомъ нибудь изъ нихъ не замѣчается вовсе выдѣленія, или лишь очень слабое, то причину этого слѣдуетъ устранить, какъ можно скорѣе; посторонніе предметы, попавшіе между электродами, удаляются стеклянной палочкой. По окончаніи зарядки должна обнаружиться равномерная темно-коричневая окраска положительной пластины и сѣрая — отрицательной.

Только такіе элементы могутъ быть вмѣстѣ заряжаемы одинаково долго, которые были въ одинаковой степени разряжены. Если же въ теченіе разрядки нѣкоторые элементы были въ дѣйствиі болѣе короткое время, то, введя при началѣ заряженія всѣ элементы, выключаютъ изъ цѣпи менѣе истощившіеся, какъ только они зарядятся. Заряженіе истощенной батареи должно производиться по возможности безъ промедленія, не позже, какъ чрезъ 24 часа.

Герметически запирающіеся сосуды должно отпирать во время зарядки, наприм., вынимая имѣющуюся для этой цѣли пробку.

78. **Разряженіе аккумуляторовъ.** Сила тока никогда не должна переходить допускаемую границу. Только въ крайнемъ случаѣ допускается кратковременная перегрузка батареи. Напряжение при началѣ разрядки составляетъ около 2 V на элементъ; по мѣрѣ разряженія оно мало-по-малу убываетъ и лишь при начинающемся истощеніи элементовъ быстро падаетъ. Предѣломъ разрядки должно служить напряжение въ 1,83 V на элементъ; никогда не должно доводить разрядку до 1,8 V напряженія у зажимовъ, такъ какъ излишнее истощеніе вредитъ продолжительности службы элементовъ. Въ какомъ состояніи разряженія находятся элементы, можно еще опредѣлить по плотности кислоты, которая никогда не должна пасть ниже нѣкотораго предѣла (см. 86 абз. 3).

Дабы напряжение у борновъ батареи поддерживать постояннымъ въ теченіе долгаго времени, присоединяють къ батареѣ одинъ за другимъ новые элементы посредствомъ элементнаго коммутатора; однако, должно остановиться прежде, чѣмъ элементы, бывшіе все время въ дѣйствиіи, будутъ истощены свыше допускаемой мѣры. Въ установкѣ, наприм., дѣйствующей аккумуляторами на 110 V, вводятся при началѣ дѣйствія напр. 56 элементовъ послѣдовательно; съ теченіемъ времени разряда увеличиваютъ число ихъ до 60, причемъ будетъ приходится 1,83 V, на каждый аккумуляторъ, и, слѣдовательно, будетъ достигнута наибольшая допускаемая степень истощенія элементовъ.

79. **Включеніе батареи въ двухпроводную сѣть.** Рис. 69 изображаетъ параллельное включеніе двухъ машинъ и двухъ аккумуляторныхъ батарей. Машины могутъ быть параллельно соединены для непосредственнаго снабженія сѣти токомъ (см. 30), или можно одну машину включить въ сѣть, а другую назначить для зарядки аккумуляторовъ, причемъ помощью переключателя *и* машина или соединяется съ магистралями (контактъ *N*), а чрезъ нихъ съ сѣтью, или съ аккумуляторами (контактъ *L*). Цѣпь зарядки примыкается къ вспомогательной магистрали *L*.

Схема включенія машинъ рис. 69 во всемъ подобна, за исключеніемъ переключателя *и*, схемѣ параллельнаго соединенія однѣхъ машинъ (рис. 25). Въ батарейной цѣпи включенъ двойной батарейный (элементный) коммутаторъ ZZ' , амметры S' и предохранители *s*. Амметры S' должны служить для показанія направленія тока и для отсчета токовъ зарядки и разрядки, а потому имѣть нуль посрединѣ шкалы.

Изображенная на рис. схема включенія двухъ батарей отличается тѣмъ, что включены параллельно лишь тѣ аккумуляторы, которые соединены коммутаторомъ, а со стороны \perp они до точки соединенія приключены къ амметрамъ S' ; это позволяетъ замѣтить по отсчетамъ на амметрахъ неравномѣрность нагрузки батарей токомъ. Если замѣчена неравномѣрная нагрузка, происходящая не отъ поврежденій въ отдѣльныхъ элементахъ (см. § 86), то обыкновенно удается выравнять эту нагрузку тѣмъ, что при слѣдующемъ наполненіи аккумуляторовъ разбавляютъ жидкость болѣе нагруженныхъ аккумуляторовъ.

Для измѣренія напряженія у машинъ служитъ вольтметръ V' съ переключателемъ U' . Для измѣренія напряженія у магистралей и напряженія при зарядкѣ и разрядкѣ батареи вольтметръ V'' снабженъ переключателемъ U'' .

Включеніе машины для зарядки производится выключателемъ x ,

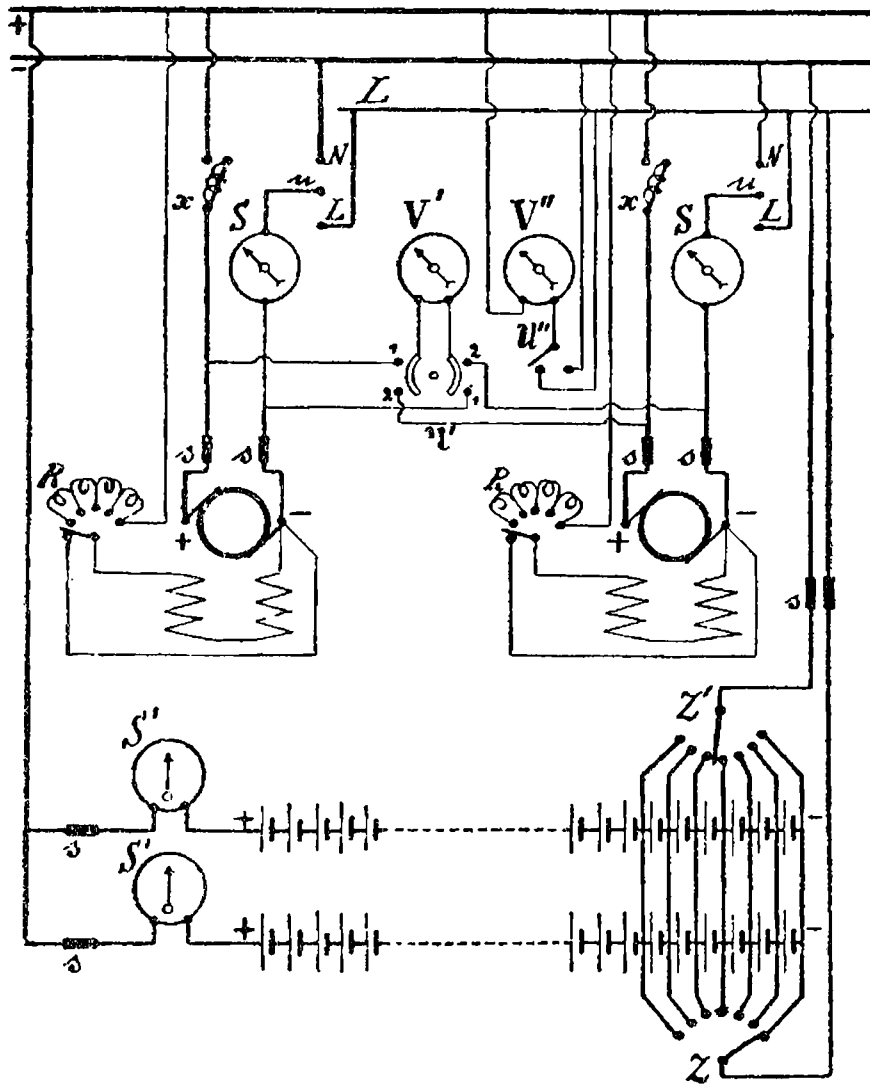


Рис. 69.

послѣ того, какъ замкнуть переключатель L , и когда напряженіе машины стало равнымъ или немного выше напряженія батареи. Послѣ включенія машина мало по малу регулируется на токъ потребный для зарядки. Предъ ея выключеніемъ токъ этотъ долженъ быть обратенъ до нуля.

80. **Добавочная машина для двухпроводной сѣти.** Добавочныя машины примѣняются въ тѣхъ случаяхъ, когда напряжение главныхъ машинъ не можетъ быть поднято до той величины, какая требуется при зарядкѣ аккумуляторовъ, или если установлена сравнительно небольшая батарея; въ послѣднемъ случаѣ было бы невыгоднымъ производить зарядку машиною, единственно съ этою цѣлью пускаемою въ ходъ, какъ это происходитъ при схемѣ рис. 69 и объясняется тамъ цѣлью избѣжать перегрузки аккумуляторовъ. Добавочная ма-

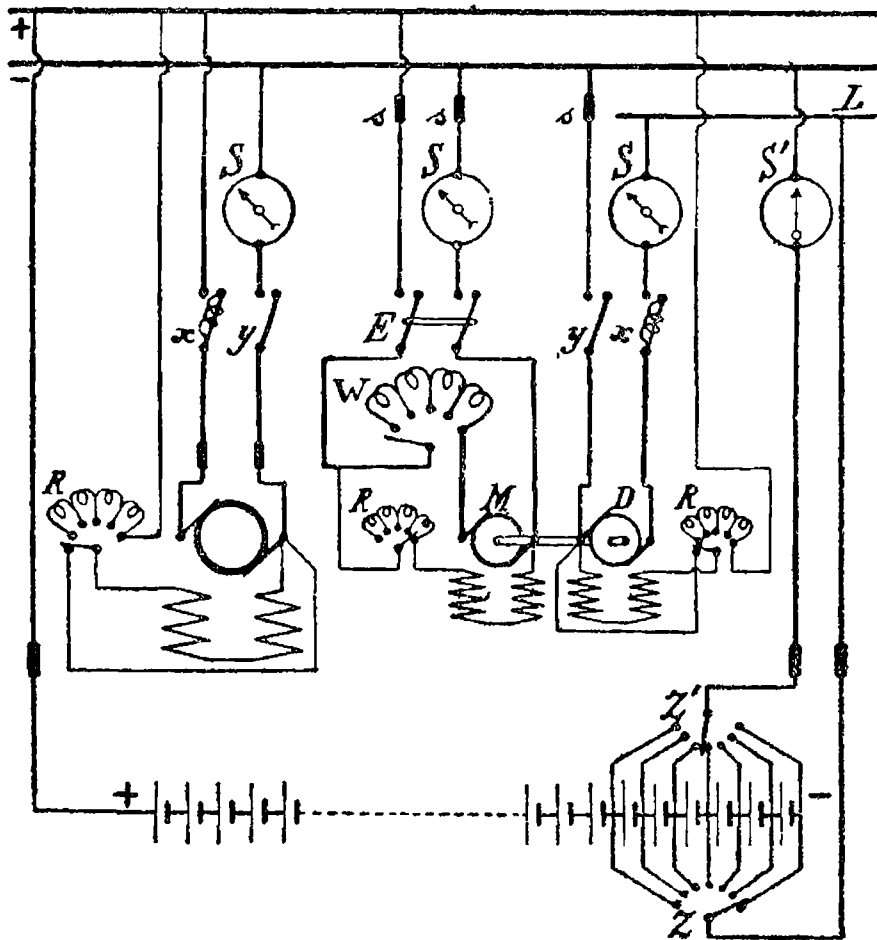


Рис. 70.

шина приводится въ дѣйствиѣ электродвигателемъ, заклиненнымъ на ея валу, или трансмиссией и включается въ токъ, заряжающей батарею.

Рис. 70 показываетъ, какъ включается добавочная машина *D* и электродвигатель *M*, приводящий ее въ дѣйствиѣ. Въ цѣпь добавочной динамо, которая однимъ полюсомъ приключается къ магистрали, а другимъ къ цѣпи зарядки *L*, включается амметръ *S*, самодѣйствующій минимальный выключатель *x* и предохранитель *s*. Изображенный еще ручной выключатель *y* нуженъ лишь тогда, если добавочная

машина должна быть совсѣмъ выключаема изъ сѣти. Въ цѣпь же электродвигателя, отвѣтвляемаго отъ магистралей, включены: пусковой реостатъ W , амметръ S , предохранители s , двухполюсной выключатель E и реостатъ R .

Вольтметры включаются такъ же, какъ на схемѣ рис. 69.

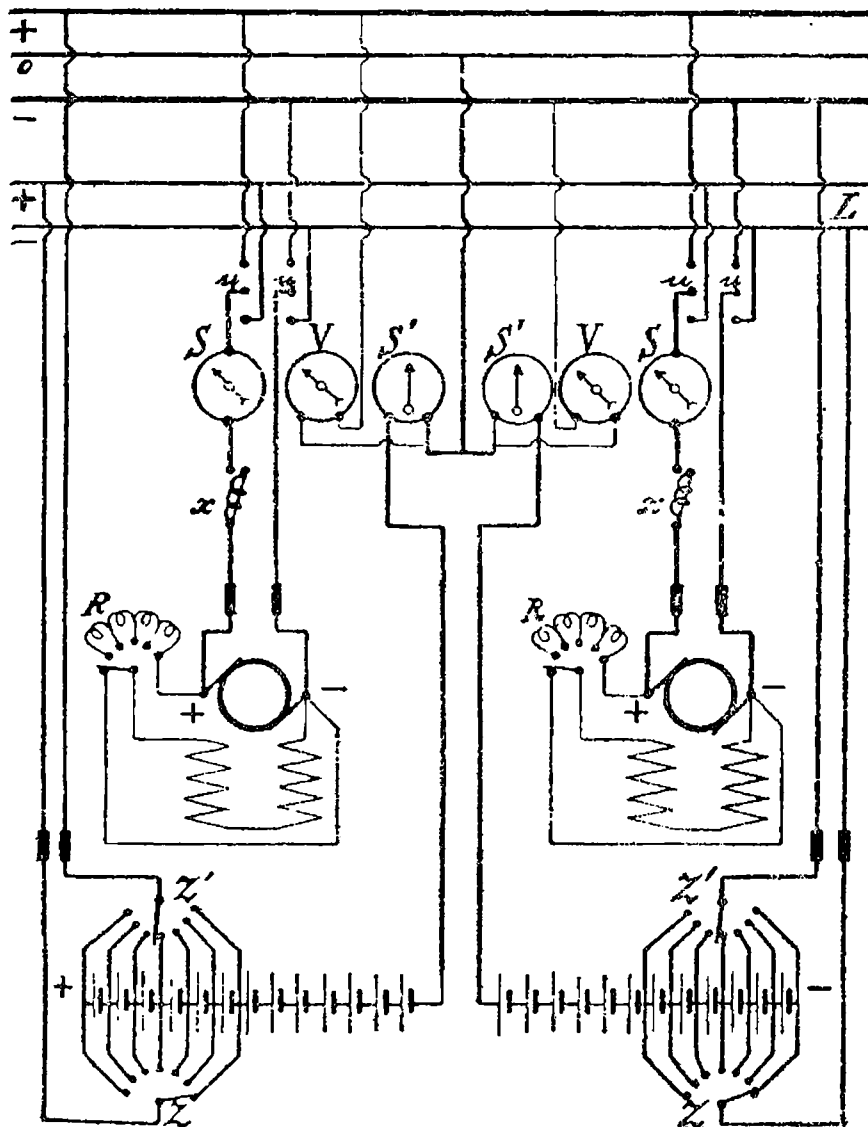


Рис. 71.

Для зарядки пускаютъ въ ходъ моторъ M и добавочную машину I), возбуждая ее такъ, чтобы напряженіе у магистралей, увеличенное на напряженіе добавочной машины, равнялось напряженію между + полюсомъ батареи и зарядною магистралію L (т. е. зарядному напряженію); зарядный коммутаторъ Z ставится приэтомъ на первомъ кон-

тактъ. Если напряжения оказываются соответствующими, замыкаютъ самодействующій выключатель x добавочной машины (ручной выключатель y замыкается раньше) и достигаютъ должной величины заряжающаго тока помощью реостата R добавочной машины и увеличеніемъ скорости ея мотора. Соответственно этому регулируютъ генераторы при прекращеніи зарядки.

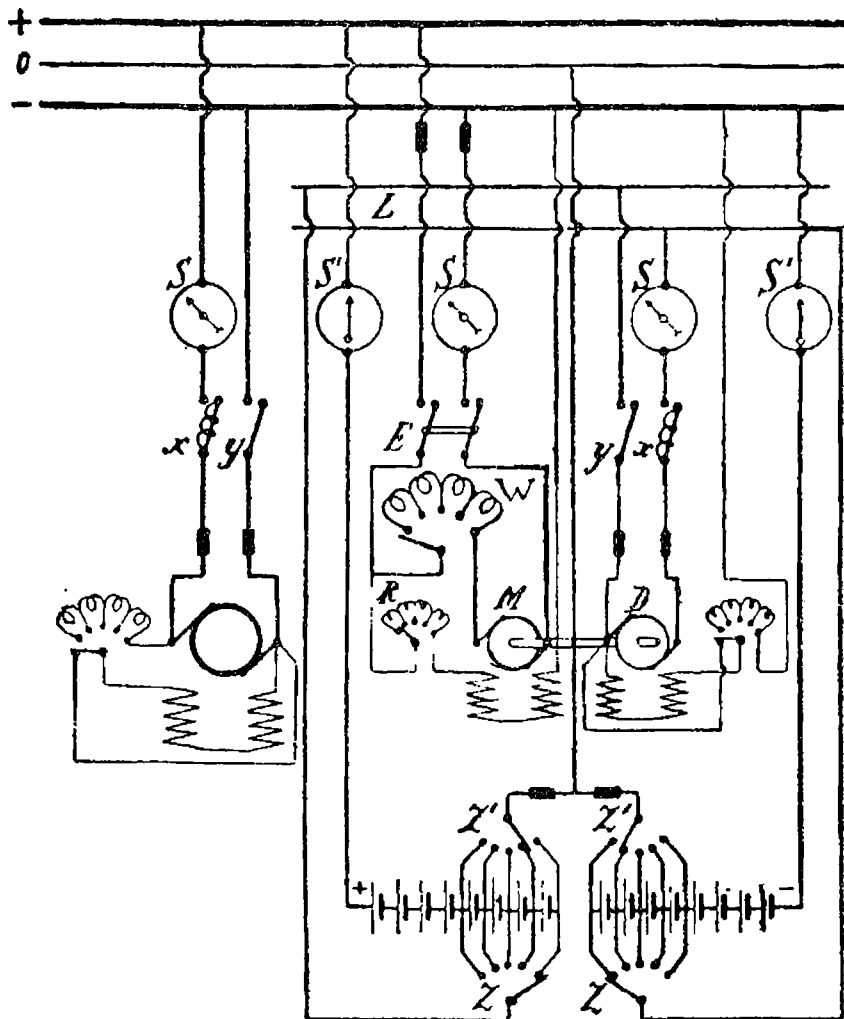


Рис. 72.

81. Включеніе батареи въ трехпроводную сѣть. Въ трехпроводной сѣти выравниваніе тока въ среднемъ проводѣ нерѣдко вполне возлагается на батарею, тогда какъ машины проектируются для напряженія между магистралями; вслѣдствіе этого вмѣсто двухъ послѣдовательно соединенныхъ машинъ употребляется только одна (см. рис. 71). Машины помощью переключателя u включаются или въ провода зарядки L , или въ цѣпь магистралей.

На рис. изображены самовозбуждающіяся машины, т. е. шунтовые обмотки ихъ электромагнитовъ включены въ отвѣтвленіе у щетокъ машинъ, а не у магистралей. Чтобы можно было замѣтить перемагничиваніе машины, могущее здѣсь произойти, вольтметръ при машинѣ долженъ быть такимъ, чтобы при обращеніи полюсовъ онъ давалъ показанія въ обратную сторону. Амперметры S' , включенные въ послѣдовательно соединенныя батареи, вводятся въ провода, идущіе къ среднему проводу. Вольтметры V мѣряютъ напряженіе между внѣшними магистральями. Вольтметръ, не показанный на рис., снабженный

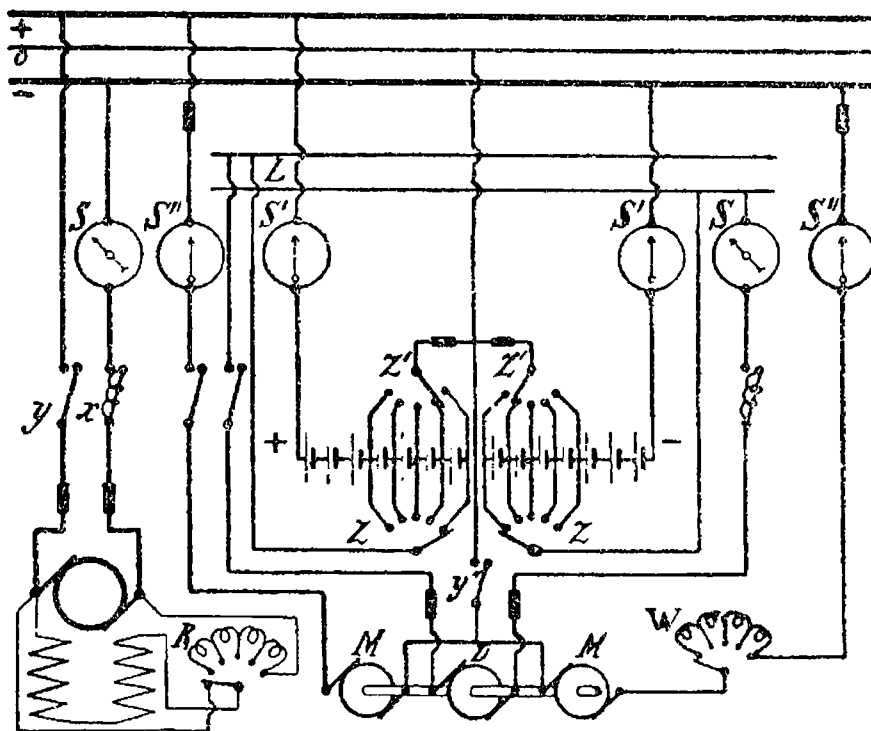


Рис. 73.

двухполюснымъ переключателемъ, служить для измѣренія напряженія между внѣшними полюсами магистралей, у машинъ и у цѣпи зарядки.

Относительно остального см. объясненія схемы включенія въ двухпроводную цѣпь (§ 79).

82. Добавочная машина для трехпроводной сѣти. Въ схемѣ рис. 72, въ противоположность схемы рис. 71, батарейный коммутаторъ включается между двумя батареями. Черезъ разрядные выключатели Z' производится замыканіе на средній проводъ, черезъ зарядные выключатели Z — на цѣпь зарядки L . Эти послѣдніе съ другой стороны соединены съ добавочной машиной D , включеніе которой въ общемъ то же самое, что на рис. 70. Моторъ M , служащій ея двигателемъ, включенъ во внѣшніе провода. Батарейные амметры должны показы-

вать направлениѣ тока. Способъ включенія опущеннаго на рис. 72 вольтметра понятенъ изъ объясненій §§ 79 и 80.

83. **Добавочная машина соединенная съ двумя уравнительными машинами.** Уравнительные машины употребляются при аккумуляторной установкѣ, если батарея въ сравненіи съ машинами мала, или если она на время выключается. Въ схемѣ, изображаемой рис. 73, добавочная машина *D* приводится въ дѣйствіе двумя машинами *M* при равномъ нарядженіи обѣихъ половинъ сѣти, какъ моторами. При разлочноѣ нагрузкѣ двухъ сторонъ сѣти, эти машины *M*, соединенныя послѣдовательно и приключенныя къ среднему проводу своимъ соединительнымъ проводникомъ, служатъ уравнителями; при этомъ та изъ нихъ, которая включена въ менѣе нагруженную половину сѣти, имѣющую большее напряженіе, въ большей мѣрѣ участвуетъ въ работѣ на добавочную машину, чѣмъ вторая, находящаяся въ болѣе нагруженной половинѣ. При еще большей разницѣ въ нагрузкахъ, моторомъ служитъ только та машина, которая въ менѣе нагруженной половинѣ, тогда какъ другая, пользуясь первою, какъ моторомъ, является генераторомъ тока въ магистрали. Возбужденіе уравнительныхъ машинъ производится отъ соотвѣтственныхъ половинъ сѣти. Добавочная машина *D* включена также, какъ на рис. 72.

При пусканіи въ ходъ уравнительныхъ машинъ *M* (помощью реостата *W*) должно быть разомкнуто сообщеніе ихъ *y''* со среднимъ проводомъ. Выключатель *y''* замыкается лишь послѣ того, какъ машины достигнутъ требуемаго числа оборотовъ. Раньше выключенія уравнительныхъ машинъ размыкается выключатель *y''*.

84. **Буферная батарея.** Буферная батарея примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, когда не желаютъ, чтобы колебанія въ нагрузкѣ, происходящія при обслуживаніи электрическихъ трамваевъ, отзывались на генераторахъ, и когда стремятся поднять среднюю нагрузку машинъ, чтобы сдѣлать ихъ работу болѣе экономичною. Пользуются этою батареею и тогда, если въ освѣтительную сѣть включено много моторовъ, работающихъ съ перерывами, нарушающихъ равномерность въ производимомъ освѣщеніи. Буферная батарея включается въ сѣть, между магистралями параллельно работающимъ моторомъ; приэтомъ число элементовъ берется въ такомъ отношеніи къ напряженію сѣти, что въ моменты большой нагрузки токъ берется отъ батареи, а за то время, когда нагрузка мала, батарея заряжается отъ генераторовъ

85. **Буферная система Пирани.** Эта система болѣе совершенна, чѣмъ простое параллельное соединеніе батареи и генераторовъ, описанное въ предыд. параграфѣ; она позволяетъ поддерживать почти неизмѣнными нагрузку генераторовъ и напряженіе въ цѣпи даже при продолжительныхъ измѣненіяхъ въ токъ. Въ цѣпь батареи включается якорь одной изъ машинъ („машина Пирани“, *P* на рис. 74), возбужденіе которой пропорціонально полному току въ сѣти. Для выполненія этого послѣдняго условія возбужденіе упомянутой машины включено въ отвѣтвленіи у реостата *W*, пропускающаго чрезъ себя полный токъ. Въ осо-

быхъ случаяхъ употребляется еще болѣе сложная схема, въ которой машина Пирани возбуждается вспомогательною машиною, включенною согласно вышеуказанному условію; при такой схемѣ машина Пирани можетъ служить и добавочною машиною для зарядки аккумуляторовъ. Машина Пирани приводится въ дѣйствіе двигателемъ *M*. Параллельно включенные между магистралями генераторы обозначены на рис. 74 буквою *G*.

86. Уходъ за аккумуляторами. Особенное вниманіе должно обращать на постоянное содержаніе элементовъ въ чистотѣ; кромѣ того, слѣдуетъ заботиться о хорошемъ металлическомъ сообщеніи между зажимами. Портящаяся краска на проводахъ и т. д. должна

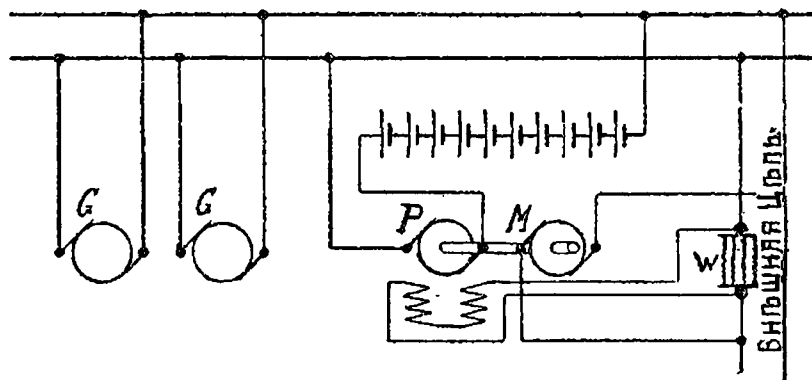


Рис. 74.

быть обновляема; для этого проводники должны быть нагрѣты острымъ пламенемъ паяльной лампы, старая краска соскабливается, и на горячія еще, основательно вычищенные мѣста наводится новый слой краски. При этихъ работахъ не слѣдуетъ забывать объ упомянутой выше легкой воспламеняемости лаковыхъ красокъ (см. § 76).

Жидкость въ элементахъ должна быть чистою и прозрачною. Убываніе жидкости въ элементахъ, съ одной стороны, зависитъ отъ испаренія воды, причемъ кислота остается, съ другой — отъ газоотдѣленія къ концу зарядки, вслѣдствіе чего частицы жидкости увлекаются въ воздухъ. Жидкость должна быть, по крайней мѣрѣ, на 1 см. выше пластинъ. Сосуды отъ времени до времени необходимо доливать чистою водою, или разведенной кислотою, которую берутъ въ той же пропорціи, какъ и при первомъ наполненіи элементовъ, т. е. стараются такъ пригнать, чтобы плотность жидкости по возможности не измѣнилась. Если жидкость убываетъ вслѣдствіе неплотныхъ горшковъ, то послѣдніе слѣдуетъ какъ можно скорѣе замѣнить новыми.

Всѣ элементы батареи должны находиться въ одинаково исправномъ состояніи; вѣрнѣйшій тому признакъ одинаковое напряженіе у щжимовъ въ элементахъ, заряженныхъ при одинаковыхъ условіяхъ. Поэтому рекомендуется по временамъ испытывать батарею, измѣряя

напряжение у зажимовъ отдѣльныхъ элементовъ, для чего употребляется вольтметръ удобной конструкции. О высотѣ напряженія при зарядкѣ и разрядкѣ сказано выше (см. 77 и 78); напряжение отдѣльнаго, не включеннаго въ цѣпь элемента — около 2 вольтъ. Далѣе состояніе элементовъ указывается еще плотностью жидкости въ нихъ: плотность жидкости имѣетъ наибольшую величину во вполнѣ заряженномъ элементѣ; при разрядкѣ она уменьшается приблизительно въ томъ же отношеніи, въ какомъ разряжается элементъ; при зарядкѣ она такимъ же образомъ увеличивается, такъ что, если извѣстны наибольшая и наименьшая плотность кислоты, то во всякій моментъ, измѣривъ плотность, можно приблизительно заключить о томъ, насколько зарядился или разрядился аккумуляторъ. Для опредѣленія плотности жидкости пользуются ареометромъ (см. 115), который погружаютъ между двумя электродными пластинками; чтобы имѣть возможность постоянно контролировать состояніе заряда батареи, необходимо имѣть для одной батареи нѣсколько ареометровъ.

Если нѣкоторые изъ элементовъ показываютъ меньшее напряжение, нежели остальные, то слѣдуетъ немедленно узнать, не попало ли въ нихъ между пластинами проводящее тѣло, и, если оно окажется, удалить его. Эти элементы, если возможно, выключаютъ изъ батареи при ближайшей разрядкѣ, чтобы снова ввести ихъ при зарядкѣ батареи и зарядить до насыщенія. Для выключенія элемента, разнявъ соединенія его съ однимъ изъ двухъ сосѣднихъ, сращиваютъ зажимъ этихъ послѣднихъ кускомъ проволоки. Все это возможно дѣлать лишь въ случаѣ отдѣльно включенной батареи. Если нѣсколько батарей включено параллельно, то вся батарея, уменьшившаяся по своему напряженію, должна быть выключена до полного исправленія. Положительныя попорченныя пластины вынимаются и замѣняются новыми; послѣ вставленія новой пластины аккумуляторъ долженъ быть заряженъ, по меньшей мѣрѣ, до насыщенія. Нельзя замѣнять новыми только нѣкоторыя изъ отрицательныхъ пластинъ аккумулятора; въ случаѣ необходимости ставятся в сѣ новыя отрицательныя пластины.

Чтобы можно было заряжать порознь отдѣльные элементы, полезно при большой батарее имѣть машину для зарядки припл. на 3 V и на соответствующую силу тока.

Не рѣже раза въ мѣсяцъ должно осматривать каждую пластину, освѣщая пространство между пластинами, чтобы удалить частички, отпавшія отъ электродовъ и засѣвшія между ними, и тѣмъ предотвратить заблаговременно болѣе важныя неисправности. Приэтомъ пользуются лампой накаливанія, заслоненной отъ глазъ наблюдателя, или приспособленной къ продвиганію между пластинами. При большихъ батареяхъ этотъ осмотръ производится ежедневно у небольшого числа аккумуляторовъ. По прошествіи нѣсколькихъ лѣтъ аккумуляторы чистятся рабочими съ аккумуляторнаго завода. Для опоражниванія горшковъ отъ кислоты пользуются насосами, выносящими дѣйствіе кислоты, съ резиновыми трубками: при небольшихъ батареяхъ пользуются сифономъ изъ резиновой трубки. Для приведенія его въ дѣйствіе

трубка наполняется кислотой и опускается однимъ концомъ въ жидкость аккумулятора; тогда кислота, какъ въ сифонѣ, начнетъ стекать въ сосудъ, поставленный ниже. Кислота, накапавшая на полъ, всасывается деревянными опилками.

Обыкновенно заводы рекомендуютъ подвергать батарею чрезмѣрной зарядкѣ прибл. разъ въ три мѣсяца. Приэтомъ зарядка продолжается два часа, съ перерывами, подъ нормальнымъ заряднымъ токомъ, послѣ того какъ началось выдѣленіе газовъ. Подобное продолжительное заряжаніе необходимо производить каждый разъ, когда батарея была слишкомъ нагружена токомъ или слишкомъ истощена. Относительно остального отсылаемъ къ указаніямъ, даннымъ выше, для монтировки аккумуляторовъ (см. 76).

Если аккумуляторы должны оставаться долгое время безъ употребленія, то они должны быть вполне заряжены, а чрезъ каждые четыре недѣли — подвергаться чрезмѣрной зарядкѣ втеченіе 2-хъ часовъ, какъ сказано выше. Того же слѣдуетъ держаться относительно мало работающихъ, запасныхъ элементовъ. Неработающіе аккумуляторы должны быть выключены изъ цѣпи зарядки и цѣпи разрядки.

87. Мѣры предосторожности при уходѣ за аккумуляторами. При работѣ съ аккумуляторными пластинами слѣдуетъ остерегаться отравленія свинцомъ. Никоимъ образомъ нельзя брать за пищу невымытыми руками. Идя къ обѣду, снимаютъ рабочее платье и основательно чистятъ руки щетками и мыломъ. Къ водѣ для мытья рукъ прибавляется сѣрная печень, которая превращаетъ соединенія свинца, прилипішія къ рукамъ, въ нерастворимыя въ тѣлѣ.

Для защиты платья отъ дѣйствія кислоты одѣваютъ передникъ, пропитанный парафиномъ, или платье, сдѣланное изъ овечьей шерсти, не портящееся отъ кислотъ. Сапоги смазываются смѣсью парафина и воска. Если на одеждѣ появятся пятна отъ кислоты, ихъ можно уничтожить, смачивая нашатырнымъ спиртомъ, но сдѣлать это необходимо поскорѣе, пока кислота не проѣстъ до дыръ. Мѣста, смаченныя нашатыремъ, обмываются затѣмъ чистой водой.

Если нужно сдѣлать спайки, когда оканчивается зарядка и выдѣляется гремучій газъ, то производится достаточное провѣтриваніе, чтобы не скопился взрывчатый газъ; для этого открываютъ двери или окна.

Въ установкахъ высокаго напряженія для работы съ аккумуляторами необходимы резиновые башмаки и перчатки. Батареи съ напряженіемъ больше 1000 V подраздѣляются рубильниками на нѣсколько частей, если должны быть производимы работы съ аккумуляторами.

Приборы.

88. **Амперметръ.** Приборъ, показывающій амперы, служитъ для измѣренія силы тока. Если при этомъ важно знать направленіе тока, какъ это бываетъ при аккумуляторахъ, то употребляются приборы, указатель которыхъ, стоя на нуль, находится въ срединѣ шкалы и при показаніяхъ тока отклоняется въ ту или другую сторону.

Амметръ S (рис. 75) включается въ ту цѣпь, токъ которой измѣряется. Объ остальномъ, относящемся сюда, см. рис. 107—109.

При большихъ силахъ тока амперметромъ служатъ вольтметры, включенные въ отвѣтвленіе къ извѣстному сопротивленію w (рис. 76),

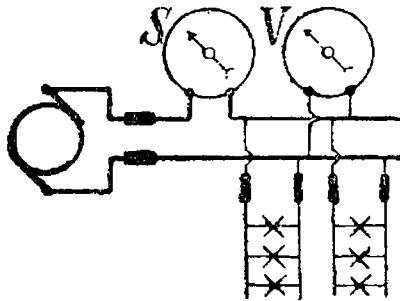


Рис. 75.



Рис. 76.

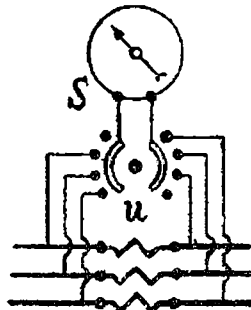


Рис. 77.



Рис. 78.

которое обыкновенно состоитъ изъ короткой металлической полоски. Этотъ приемъ позволяетъ вести далеко отъ распределительной доски провода, несущіе сильный токъ и потому влияющіе на приборы.

Для одновременнаго измѣренія тока въ различныхъ проводахъ, напр. въ питающихъ проводахъ, отвѣтвляющихся отъ распределительной доски, одинъ и тотъ же приборъ S (рис. 77) соединяется помощью переключателя съ различными сопротивленіями, служащими для измѣренія тока.

Въ установкахъ переменнаго тока для измѣренія тока пользуются трансформаторомъ T (рис. 78) съ небольшимъ числомъ первичныхъ

витковъ; во вторичную его цѣпь включается амметръ *S*. Такое устройство кромѣ того, что позволяетъ держать провода съ большими токами далеко отъ распредѣлительной доски, оставляетъ амметръ отдѣленнымъ отъ цѣпи высокаго напряженія. При выключеніи амметра, вторичная обмотка трансформатора должна быть замкнута на себя, такъ какъ иначе первичная обмотка дѣйствуетъ, какъ реактивная катушка. Вторичная обмотка такого трансформатора должна быть или прямо заземлена, или помощью предохранителя отъ высокаго напряженія (см. 108) поставлена внѣ опасности возникновенія высокаго напряженія въ цѣпи — низкаго.

Провода, идущія къ измѣрительнымъ приборамъ въ схемахъ рис. 76 и 77, должны имѣть соответственные размѣры. Длины проводовъ, обыкновенно доставляемыхъ при приборахъ, не должны поэтому быть измѣняемы. Провода излишне большой длины наматываются (при переменномъ токъ - безындукціонно) или укладываются петлей.

. При установкѣ амметра должно имѣть въ виду слѣдующее: если дѣйствіе прибора основано на электромагнитныхъ силахъ, то сосѣдніе съ нимъ электрическія машины или проводники, несущіе сильный токъ, могутъ болѣе или менѣе вліять на его показанія, а потому онъ долженъ быть установленъ вдали отъ нихъ. Провода, ведущіе токъ къ самому прибору, помѣщаютъ такъ, чтобы дѣйствія ихъ токовъ взаимно уничтожались, для чего проволоки приводящую и отводящую токъ располагаютъ рядомъ. — Амперметръ устанавливаютъ, по возможности, такъ, чтобы его шкалу удобно было видѣть при работѣ съ регуляторомъ. — Указатель долженъ стоять на нулѣ шкалы, когда токъ не идетъ. — Если зажимы аппарата обозначены $+$ и $-$ то при включеніи его надобно сообразоваться съ направлениемъ тока (см. 15).

89. **Вольтметръ.** Приборъ, градуированный въ единицахъ напряженія, вольтахъ, служитъ для измѣренія напряженія у борновъ машины и у сѣти. Вольтметръ включается въ отвѣтвленіе у той цѣпи, напряженіе которой онъ долженъ измѣрять (рис. 75). Въ случаѣ постоянного тока большого напряженія вводится реостатъ послѣдовательно съ вольтметромъ; при переменномъ токъ, напряженіе машины понижается на болѣе низкое помощью небольшого трансформатора; послѣднимъ приспособленіемъ постигается еще и та цѣль, что вольтметръ не является включеннымъ въ цѣпь высокаго напряженія. Если вольтметръ не построенъ для постоянного прохожденія тока, то при немъ долженъ находиться выключатель. Относительно включенія зажимовъ вольтметра сохраняютъ силу правила, данныя для амметра (см. 88).

90. **Приборы для сѣти съ переменною нагрузкою.** Въ случаѣ большихъ колебаній нагрузки, а также въ сѣти переменнаго тока съ параллельно включенными, неравномерно работающими, генераторами употребляютъ приборы, медленно показывающіе (тепловые приборы), а также приборы съ воздушными или масляными успокоителями;

такимъ образомъ избѣгаются слишкомъ большія качанія указателя въ амперметрѣ и т. под.

91. **Подборъ послѣдовательнаго сопротивленія къ вольтметру въ распредѣлительной сѣти.** Если распредѣлительная сѣть очень обширна, то на центральной станціи необходимо измѣрять напряжение въ различныхъ мѣстахъ сѣти, чтобы его можно было регулировать. Для этой цѣли въ питающихъ кабеляхъ (*H*, рис. 123) имѣются проволоки для измѣреній, или, если проводка воздушная, эти проволоки навѣшиваются отдѣльно отъ проводовъ; однимъ концомъ онѣ соединяются съ распредѣлительною сѣтью, другимъ — съ вольтметромъ на центральной станціи. Помощью особаго коммутатора вольтметръ можетъ быть соединяемъ съ каждою изъ измѣрительныхъ проволокъ или съ всѣми ими, включенными параллельно. Въ послѣднемъ случаѣ напряжение регулируется по отсчитываемой такимъ образомъ средней величинѣ напряженія въ сѣти. Заводъ доставляетъ вольтметръ, соотвѣтствующій сопротивленію измѣрительныхъ проводовъ, идущихъ къ прибору. Чтобы уравнивать измѣрительные провода различной длины, пользуются сопротивленіями, включаемыми послѣдовательно съ ними.

Эти сопротивленія подбираются путемъ пробъ, послѣ того какъ длина ихъ приблизительно опредѣлена по вычисленію. Для этихъ пробъ выбираютъ время малой нагрузки сѣти, когда можно пренебрегать потерюю напряженія въ питающихъ и выравнивающихъ проводахъ и слѣдовательно предполагать, что во всѣхъ точкахъ нитанія (*k*, рис. 123) напряжение одно и тоже. Наболѣе цѣлесообразно взять для начала послѣдовательныя сопротивленія слишкомъ длинными и затѣмъ ихъ укорачивать, пока вольтметръ не будетъ показывать во всѣхъ точкахъ сѣти одно и тоже напряжение согласное съ показаніемъ на нормальномъ вольтметрѣ, включенномъ параллельно первому. Если измѣрительные провода включаются и параллельно, для полученія средней величины напряженія, то къ соотвѣтственному контакту коммутатора присоединяется сопротивленіе, являющееся послѣдовательнымъ при вольтметрѣ. Этимъ сопротивленіемъ компенсируется уменьшеніе сопротивленія измѣрительныхъ проводовъ, происходящее при ихъ параллельномъ соединеніи.

92. **Ваттметръ** необходимъ въ установкахъ переменнаго тока для опредѣленія дѣйствительной производительности, доставляемой машинами, такъ какъ ихъ мощность, въ противоположность машинамъ постоянного тока, не получается простымъ умноженіемъ отсчитанной силы тока на напряжение (см. 8). Опредѣленіе истинной мощности особенно важно при параллельно соединенныхъ машинахъ (см. 31), гдѣ оно даетъ возможность распредѣлить нагрузку по отдѣльнымъ машинамъ, а также снять нагрузку *S* съ машины передъ ея выключеніемъ.

На рис. 79 изображенъ способъ включенія ваттметра въ установкѣ однофазнаго тока. Въ приборѣ имѣется два зажима для токовой обмотки и два — для обмотки напряженія. Если по включеніи прибора его указатель отклонился не въ должную сторону, то слѣдуетъ пере-

ключить проводники напряженія. При этомъ реостатъ W , если онъ имѣется (рис. 80), долженъ быть такъ включенъ, чтобы обмотка напряженія шла непосредственно отъ того провода, въ который включена токовая обмотка; этимъ избѣгается опасное напряженіе между обѣими обмотками; включеніе, изображенное на рис. 81, невѣрно.

Рис. 82 показываетъ способъ включенія ваттметра въ цѣпь многофазнаго тока, причемъ, въ предположеніи равенства нагрузки цѣпей многофазной сѣти, приборъ включенъ лишь въ одну изъ нихъ; въ обмотки напряженія, которыя отвѣтвлены отъ двухъ остальныхъ фазъ,

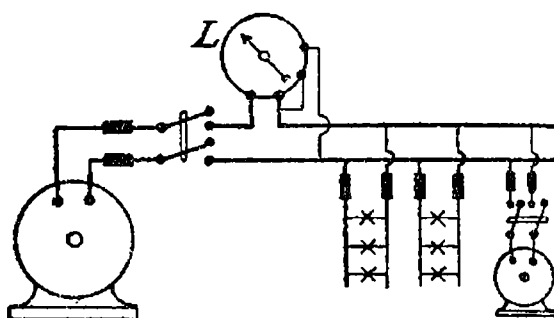


Рис. 79.

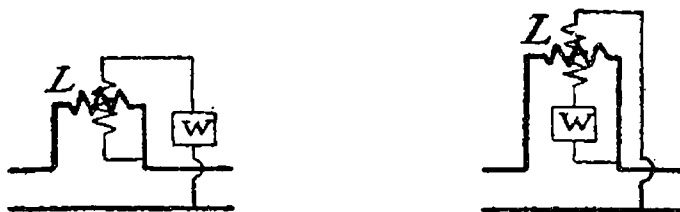


Рис. 80 (вѣрное включеніе).

Рис. 81 (невѣрное включеніе).

включено сопротивленіе. При равномерномъ распредѣленіи нагрузки на всѣ три цѣпи показанія ваттметра при такомъ способѣ включенія достаточно точны. При неравномерной нагрузкѣ, чтобы опредѣлить мощность, необходимо имѣть два ваттметра, включенные въ двѣ различныя цѣпи, которые, однако, могутъ быть соединены и въ одинъ приборъ.

Для обѣихъ катушекъ ваттметра можно пользоваться особыми трансформаторами, какъ это изображено на рис. 30.

93. Указатель фазъ. Этотъ приборъ даетъ возможность непосредственно опредѣлить разность фазъ между токомъ и напряженіемъ. Указатель фазъ, подобно ваттметру, имѣетъ двѣ обмотки — токовую и напряженія. Онъ примѣняется при параллельной работѣ генераторовъ и при работѣ синхронными двигателями. Такъ какъ указатель фазъ даетъ въ тоже время и величину безваттнаго тока, то съ его

помощью можно регулировать возбужденіе параллельныхъ генераторовъ и синхронныхъ двигателей.

94. **Частотомѣръ Фрама.** Пружины изъ стальной ленты, настроенныя на различные тона, располагаются рядомъ другъ съ другомъ на подобіе гребенки. Эти пружины находятся подъ періодическимъ дѣйствіемъ электромагнита, по обмоткѣ котораго проходитъ переменный токъ; приэтомъ та изъ нихъ придетъ въ колебанія, у которой собственный періодъ совпадаетъ съ періодомъ колебаній, производимыхъ дѣйствіемъ электромагнита. Размахъ заколебавшейся пружины видѣнъ: на ея концѣ прикрѣплена головка, покрыта бѣлою эмалью.

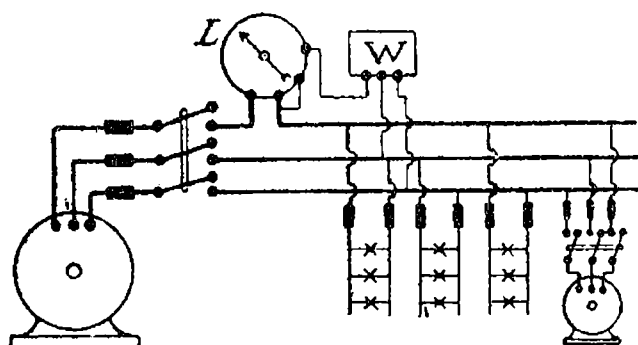


Рис. 82.

Если обмотку электромагнита чрезъ сопротивленіе выключить въ цѣль переменнаго тока, то приборъ позволяетъ измѣрить частоту машины (см. 3, b) или скорость ея вращенія. Шкала прибора приспособляется для той и другой цѣпи.

Если требуется измѣрить скорость вращенія машины постоянного тока или вообще какого нибудь вращающагося вала, то на валъ насаживается шайба изъ мягкаго желѣза, съ зубцами; эти зубцы проходятъ мимо полюса постояннаго магнита, окруженнаго катушкою. Таже цѣль достигается, если особый приборъ, содержащій въ себѣ эти части, привести въ дѣйствіе отъ вала подобно тахометру (см. 114). Зажимы катушки магнита соединяются проводниками съ зажимами прибора Фрама, и такимъ образомъ переменные токи, индуцируемые вращеніемъ вала, передаются частотомѣру. Этотъ послѣдній можетъ быть монтированъ въ любомъ мѣстѣ, гдѣ желательно знать скорость вращенія машины, напр. на распределительной доскѣ.

95. **Сигнальный аппаратъ.** Этотъ приборъ, употребляемый на установкахъ съ постояннымъ напряженіемъ, служитъ для того, чтобы извѣщать машиниста помощью какихъ нибудь видимыхъ или слышимыхъ знаковъ, какъ только напряженіе машины перейдетъ за извѣстную границу или упадетъ ниже нормы. Аппаратъ вводится подобно вольтметру (см. 89).

96. Приборъ для испытанія на сообщеніе съ землей, описываемый ниже, годится лишь для небольшихъ установокъ; онъ устанавливается въ машинномъ помѣщеніи и позволяетъ сдѣлать грубое опредѣленіе состоянія изоляціи во время дѣйствія. Схема включенія изображена на рис. 83. Приборъ состоитъ изъ сигнальнаго звонка *S*, присоединяемаго однимъ полюсомъ чрезъ переключатель *и* къ проводамъ, другимъ чрезъ лампу накаливанія *G* — соединеннаго съ землею, лучше всего помощью ближайшаго водопровода. Лампа должна выдерживать полное напряженіе сѣти. При малыхъ неисправностяхъ въ изоляціи слышенъ лишь звонъ, при большихъ — раскаляется кромѣ того и лампа. Если это происходитъ при соединеніи прибора съ $+$ проводомъ, то соединеніе съ землей находится въ $(-)$ проводѣ.

Въ случаѣ переменнаго тока, особенно, если въ установкѣ имѣются кабели, зарытые въ землю, вслѣдствіе емкости проводовъ указатель сообщенія съ землей показываетъ токъ даже и между хорошо изолированнымъ проводомъ и землею. Если емкости всѣхъ проводовъ относительно земли одинаковы, то указатель показываетъ токи одинаковой силы между какимъ бы проводомъ и землей его не включили. Это имѣетъ мѣсто въ хорошо изолированныхъ установкахъ переменнаго тока съ кабелями въ видѣ канатовъ и съ воздушными проводами. Напротивъ того, въ случаѣ концентрическихъ кабелей напряженія между наружнымъ проводомъ и землей очень незначительно, тогда какъ между внутреннимъ проводникомъ и землей высоко; въ этомъ случаѣ было бы неправильно изъ разницы въ напряженіяхъ (или въ силѣ тока) заключить о земномъ сообщеніи въ проводѣ. Въ установкахъ съ концентрическими кабелями легче всего проверить изоляцію постояннымъ токомъ, разъединивъ кабель отъ остальной сѣти.

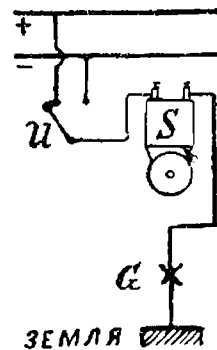


Рис. 83.

Въ сѣтяхъ многофазнаго тока большого напряженія (рис. 84) вольтметры, служащіе для испытанія изоляціи, приключаются къ трансформаторамъ, у которыхъ обмотки высокаго напряженія соединяются звѣздой и заземляются своею нулевою точкою. Если во всѣхъ трехъ фазахъ состояніе изоляціи хорошо, то всѣ вольтметры показываютъ одно и то же; если же одна изъ цѣпей недостаточно изолирована, то соответствующій ей приборъ показываетъ меньшее напряженіе. Подобные приборы употребляются иногда не для всей сѣти, но для отдѣльной машины, позволяя удостовѣряться въ ея изоляціи предъ каждымъ включеніемъ на магистрали. Описываемое включеніе имѣетъ за собой еще то преимущество, что производитъ небольшое выравниваніе статическихъ зарядовъ, могущихъ быть опасными для изоляціи.

97. Электрической счетчикъ. Этотъ приборъ измѣряетъ величину потребляемой электрической энергии и примѣняется главнымъ образомъ въ установкахъ, питаемыхъ электрическою станціею. Раз-

личают счетчики амперъ-часовъ и счетчики ваттъ-часовъ. Первые примѣняются лишь на старыхъ установкахъ. Въ установкахъ многофазнаго тока, питающаго и лампы, и моторы, включаются по большей части счетчики обоихъ типовъ, которые могутъ быть механически соединены; только по двумъ счетчикамъ можно узнать дѣйствительное потребление энергіи въ многофазной сѣти при неравномѣрной нагрузкѣ ея трехъ вѣтвей. Если счетчики не соединены механически, то можетъ случиться, что на одномъ изъ нихъ будетъ обратный ходъ; въ этомъ случаѣ величина потребления узнается по вычитаніи изъ показанія счетчика, идущаго правильно, показанія счетчика, идущаго обратно.

При включеніи счетчика амперъ-часовъ руководствуются тѣми же правилами, какъ и при амперметрѣ (см. 88). Аппаратъ вводится или въ главный проводъ, или въ ту вѣтвь распределительной сѣти, въ которой измѣреніе должно быть произведено.

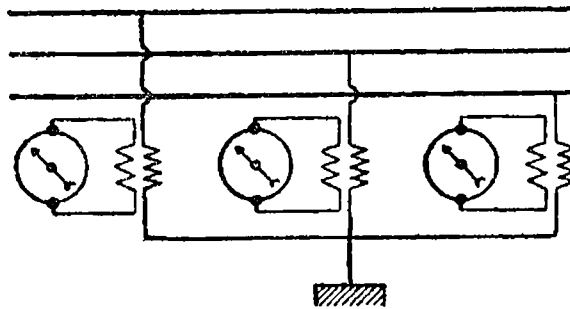


Рис. 84.

Для включенія счетчика ваттъ-часовъ служатъ одновременно правила, данныя для амперметра и вольтметра (см. 88 и 89). Этотъ приборъ заключаетъ въ себѣ катушку, обмотанную толстой проволокою, и катушку съ обмоткою изъ тонкой проволоки; зажимы первой принимаютъ концы магистральнаго провода, а зажимы другой включаются въ отвѣтвленіе у магистральныхъ проводовъ. Если счетчикъ дѣйствуетъ только при извѣстномъ направленіи тока, то прежде, чѣмъ его включать, слѣдуетъ опредѣлить знаки полюсовъ сѣти (см. 16).

Счетчикъ устанавливается, по возможности, въ сухомъ помѣщеніи, не подверженномъ большимъ колебаніямъ температуры, въ легко доступномъ мѣстѣ и на подходящей высотѣ такъ, чтобы можно было дѣлать отсчетъ, не приставляя скамьи или лѣстницы. Счетчикъ не долженъ быть помѣщаемъ вблизи дверей, которыя производятъ сотрясеніе, вредное для его правильнаго хода. При установкѣ счетчиковъ у абонентовъ станціи слѣдуетъ еще наблюдать за тѣмъ, чтобы приборы были помѣщены какъ можно ближе къ мѣсту ввода проводовъ, и чтобы вводные провода были защищены или проложены на виду въ предупрежденіе отвѣтвленія передъ счетчиками и для скорѣйшаго открытія такового, если оно уже существуетъ.

Въ виду того, что большая часть типовъ счетчиковъ даютъ вѣрные показанія лишь въ нѣкоторыхъ болѣе или менѣе близкихъ предѣлахъ потребляемаго тока, то слѣдуетъ, по возможности, соразмѣрять величину счетчика съ предполагаемой нагрузкою. Для такихъ мѣстъ электрическаго освѣщенія, гдѣ рѣдко зажигаютъ всѣ лампы, должно выбирать счетчикъ съ узкими предѣлами; по большей части достаточно ставить счетчики на 80% всего установленнаго числа лампъ. Напротивъ того, въ случаяхъ потребления тока двигателями, ввиду часто случающейся перегрузки, лучше ставить счетчики на бѣльшую силу тока, чѣмъ та, для которой предназначаются двигатели.

Въ такихъ установкахъ, гдѣ потребление въ часы большого расхода энергіи очень велико, а въ остальное время — незначительно, и потому счетчикъ, предназначенный для большей нагрузки, не приходитъ въ дѣйствіе, ставятъ два счетчика, одинъ на большую нагрузку, другой на малую. Самодѣйствующій приборъ переключаетъ эти счетчики, какъ только потребление превзойдетъ нѣкоторую величину или упадетъ ниже ея.

Если по причинамъ тарифной оцѣнки токъ не долженъ превосходить нѣкоторой величины, то ставятся перегрузочные выключатели, которые начинаютъ періодически размыкать и замыкать цѣпь, какъ только токъ станетъ больше допустимаго максимума.

Счетчики по двойному тарифу примѣняются въ тѣхъ случаяхъ, когда стоимость энергіи вычисляется по различнымъ тарифамъ, смотря по времени дня. Въ этихъ приборахъ имѣется два отсчитывающихъ механизма, изъ которыхъ тотъ или другой включаются помощью часовъ.

О ф ф и ц і а л ь н а я п о в ѣ р к а счетчиковъ производится въ различныхъ мѣстахъ (въ Германіи: Бременъ, Хемницъ, Франкфуртъ на М., Гамбургъ, Ильменау, Мюнхенъ и Нюрнбергъ; въ Россіи: въ Главной Палатѣ Мѣръ и Вѣсовъ въ СПб. и въ нѣкоторыхъ Палаткахъ въ провинціи) казенными повѣрителями; примѣняются также нормальные счетчики, служащіе для повѣрки электрическихъ счетчиковъ; по своему устройству они съ удобствомъ перевозятся и легко включаются въ ту цѣпь, въ которой монтированъ повѣряемый счетчикъ.

98. **Отсчетъ по счетчику.** Рис. 85 представляетъ различныя положенія стрѣлокъ счетчика; отсчеты, которые нужно сдѣлать по этимъ положеніямъ, отмѣчены справа. Отсчетъ, соотвѣтствующій 1-му января, легко сдѣлать даже совсѣмъ неопытному, напротивъ того, положенія стрѣлокъ 1 февраля и 1 марта легко могутъ дать поводъ къ невѣрному отсчету; это часто бываетъ вслѣдствіе неточнаго хода зубчатого механизма. Напримѣръ, 1 февраля стрѣлка циферблата 1000 стоитъ на 2; не смотря на это слѣдуетъ отсчитать 1, такъ какъ стрѣлка циферблата 100 находится лишь между 8 и 9, а не на 0 и не передъ 0; при отсчетѣ 2859 стрѣлка циферблата 1000 стояла бы около 3. Подобное же съ отсчетомъ 1 марта, который будетъ 2498, а не 2598, нѣ чѣмъ лучше всего можно увѣдѣться сравнивая съ положеніемъ стрѣлокъ 1 января, которое даетъ отсчетъ 598. Чтобы не сдѣлать

ошибки, слѣдуетъ всегда, отсчитывая на одномъ циферблатѣ, имѣть въ виду показаніе слѣдующаго за нимъ.

Въ счетчикахъ съ выскакивающими цифрами рядомъ стояція цифры прямо даютъ отсчетъ.

Потребленную энергію, какъ показываетъ приводимая таблица, находятъ помноженіемъ постоянной счетчика на разность между рядомъ

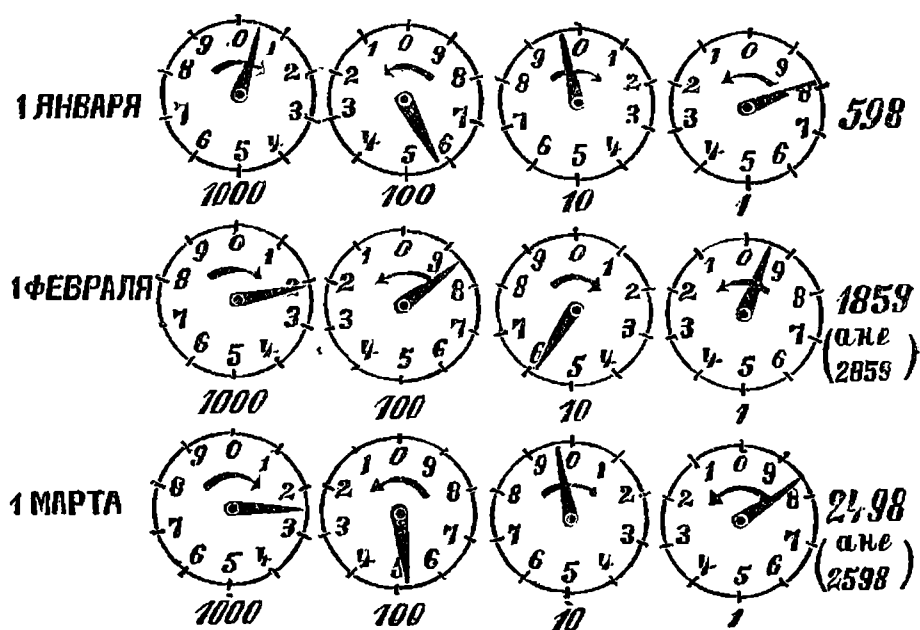


Рис. 85.

стоящими отсчетами. Постоянная прибора даетъ, какое количество энергіи соответствуетъ одному дѣленію циферблата 1. Въ предыдущемъ примѣрѣ съ постоянной равной 0,5 одна черта циферблата 1 равна 0,5 KW-часъ. Въ новѣйшихъ счетчикахъ расчетъ облегчается тѣмъ, что постоянная дѣлается равною 1, 100, 1000 и т. д.

Счетчикъ ваттъ-часовъ № 105; одно дѣленіе = 0,5 KW-час.

День отсчета.	Отсчетъ.	Разность.	Потребленіе въ KW-часахъ.
1891 1 Января	598		
1 Февраля	1859	1261	360,5
1 Марта	2498	639	319,5

99. Легкоплавкіе предохранители необходимы въ установкахъ съ параллельно включенными лампами и двигателями. Цѣль ихъ включенія состоитъ въ томъ, чтобы въ проводѣ произошелъ перерывъ, когда по нему идетъ слишкомъ сильный токъ; этотъ перерывъ происходитъ отъ расплавленія включеннаго въ проводъ легкоплавкаго матерьяла; онъ предохраняетъ прозодъ отъ раскаленія, опаснаго въ пожарномъ отношеніи. Нормальный токъ и напряженіе, для которыхъ предназначается предохранитель (т. наз. „пробка“), означены на самомъ приборѣ.

а) Размѣщеніе предохранителей. Всѣ провода, кромѣ заземленныхъ или нулевыхъ, о которыхъ говорится ниже, идущіе отъ распредѣлительной доски къ потребляющимъ приборамъ, должны быть защищены предохранителями или самодѣйствующими выключателями (см. 101). Тоже самое относится для всѣхъ тѣхъ мѣстъ, гдѣ сѣченіе проводовъ уменьшается по мѣрѣ приближенія къ потребляющимъ приборамъ; въ этомъ случаѣ предохранители могутъ не быть включаемы лишь тогда, если предшествующій предохранитель уже охраняетъ меньшее изъ сѣченій. Болѣе тонкія продолженія сѣти и отвѣтвленія могутъ оставаться незащищенными предыдущимъ предохранителемъ, если они не длиннѣе одного мт. и огнеупорно изолированы отъ легковоспламеняющихся предметовъ. Если такой изолировки не имѣется, то ихъ сѣченіе должно быть равно сѣченію главныхъ проводовъ или, по крайней мѣрѣ, равно такому, которое защищается предохранителемъ. Сложные провода недопустимы для такихъ отвѣтвленій.

Въ сѣтяхъ высокаго напряженія легкоплавкіе предохранители вообще говоря неупотребительны; вмѣсто нихъ монтируются автоматическіе выключатели, т. к. легкоплавкіе предохранители не прерываютъ одновременно всѣ цѣпи, и этимъ можетъ быть вызвано повышение напряженія. Лучшими для сѣтей высокаго напряженія являются масляные самодѣйствующіе выключатели. Если трансформаторы снабжены предохранителями, то для цѣпи высокаго напряженія ихъ берутъ болѣе толстыми, чѣмъ это соответствуетъ нормальному току; этимъ достигается по возможности то, что перегорятъ предохранители только въ цѣпи низкаго напряженія.

Нейтральные или нулевые провода въ многопроводной или многофазной системахъ, а также всѣ провода заземленные, насколько это выполняется при дѣйствіи установки, оставляются безъ предохранителей. Исключеніемъ изъ этого общаго правила являются изолированные провода, отвѣтвляющіеся отъ заземленныхъ, и служащіе однимъ изъ проводовъ двухпроводной системы; они должны быть защищены предохранителями. Если приэтомъ предохранитель включается только въ одинъ изъ полюсовъ, то проводъ, идущій отъ нулевого, долженъ быть ясно обозначенъ, какъ таковой. Согласно этому средній проводъ трехпроводной системы и нулевой при соединеніи звѣздою (*d* на рис. 6) не должны заключать въ себѣ предохранителей. Включеніе предохранителя въ средній проводъ трехпроводной системы представляетъ собою даже опасность: если произойдетъ короткое замыканіе между среднимъ и однимъ изъ внѣшнихъ проводами, и перегоритъ предо-

хранитель среднего, то лампы другой стороны сѣти окажутся подъ двойнымъ напряженіемъ, перегорятъ, и даже могутъ лопнуть со взрывомъ. Всякій перерывъ въ среднемъ проводѣ, хотя бы и происшедшій вслѣдствіе упомянутого короткаго замыканія, можетъ привести къ серьезнымъ послѣдствіямъ, если нагрузка двухъ сторонъ сѣти не одинакова: въ этомъ случаѣ та сторона, которая меньше нагружена, окажется подъ чрезмѣрнымъ напряженіемъ. Было сказано, что средній проводъ трехпроводной сѣти, становясь далѣе изолированнымъ проводомъ двухпроводной цѣпи, можетъ оставаться не предохраненнымъ, если онъ соотвѣтственно обозначенъ. Это обозначеніе заключается напр. въ томъ, что для средняго провода выбираютъ иную изолировку, чѣмъ для внѣшнихъ проводовъ. Въ приборахъ, включенныхъ въ подобную цѣпь, въ арматурахъ и т. д., нѣтъ надобности обозначать проводъ, идущій отъ средняго, такъ что напр. люстры, со своими проводами отъ патроновъ включаются обычнымъ образомъ. Если средній проводъ трехпроводной системы — голый (см. 147), и если онъ ведется неизолированнымъ и дальше, въ двухпроводной сѣти, то въ немъ также предохранители излишни.

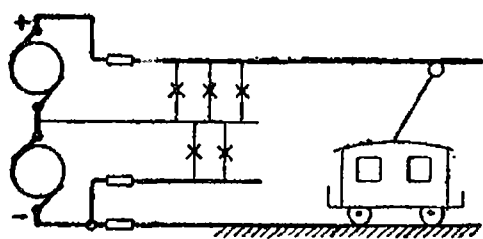


Рис. 86.

Выше было указано, какъ общее правило, что въ заземленные, насколько это имѣетъ мѣсто при дѣйстви установки, провода предохранители не включаются; исключеніе составляетъ многопроводная система съ заземленнымъ внѣшнимъ проводомъ, употребляемая въ небольшихъ трамвайныхъ установкахъ, соединенныхъ съ освѣтительной сѣтью. На рис. 86 изображенъ тотъ случай, когда предохранитель включенъ въ отрицательный внѣшній проводъ освѣтительной сѣти, лежащій на землѣ въ видѣ трамвайныхъ рельсъ.

Рис. 87 даетъ схему включенія предохранителей въ оба полюса. Рис. 88 изображаетъ однополюсное включеніе для того случая, упомянутого выше, когда проводъ H' отвѣтвленъ отъ заземленнаго средняго провода. Было бы ошибочно включать предохранители то въ одинъ полюсъ, то въ другой (рис. 89). Дѣйствительно, при такомъ включеніи, еслибы напр. газопроводная труба a b получила соединеніе съ проводами при x и y , то токъ короткаго замыканія имѣлъ бы непрерыванный предохранителями путь v x u z и раскалил бы провода, лежащіе на его пути. Провода, расположенные кольцомъ, должны быть съ обѣихъ сторонъ отъ точки питанія снабжены предохранителями. Параллельныя отвѣтвленія защищаются предохранителями у своего конца и у своего начала; т. напр. еслибы въ сѣти, изображенной на рис. 123, питающіе провода H были снабжены предохранителями только у магистрали S , то расплавленіе этого предохранителя вслѣдствіе сообщенія съ землею позволило бы соотвѣтственному проводу получать токъ съ распределительной сѣти и стать раскаленнымъ.

Магистрали защищаются предохранителями на тѣхъ отрѣзкахъ,

которые находятся еще въ машинномъ помѣщеніи и т. под. Если провода развѣтвляются уже въ этомъ мѣстѣ, то каждое изъ отвѣтвленій получаетъ свой предохранитель. Въ цѣпь возбужденія машины нельзя включать предохранителей; провода этой цѣпи должны быть такъ расположены, чтобы даже возможное раскаленіе ихъ не могло

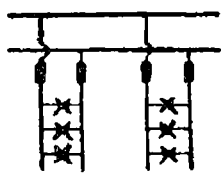


Рис. 87.

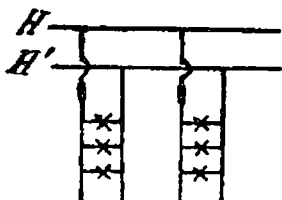


Рис. 88.

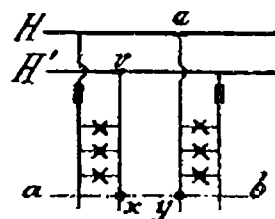


Рис. 89.

быть опаснымъ въ пожарномъ отношеніи. Цѣпь высокаго напряженія, напр. въ измѣрительныхъ трансформаторахъ (T на рис. 90) должна бы снабжена предохранителями, чтобы короткое замыканіе, могущее случиться въ трансформаторѣ, не представляло опасности.

б) Сѣченіе легкоплавкой проволоки. Предохранители должны по возможности соответствовать току, идущему по проводамъ во время дѣйствія установки; при расчетѣ ихъ никакимъ образомъ нельзя переходить предѣловъ, указанныхъ въ таблицѣ § 149, а относительно сѣченія проводовъ, защищаемыхъ этими предохранителями. Для многихъ случаевъ, напр. для магистралей, точное соответствіе предохранителей съ сѣченіемъ проводовъ дало бы слишкомъ большое сѣченіе легкоплавкой проволоки, такъ какъ сѣченіе проводовъ обыкновенно берется большимъ, чѣмъ слѣдуетъ для данной нагрузки, съ цѣлью уменьшить паденіе напряженія.

Выбравъ предохранители съ меньшимъ сѣченіемъ, мы достигаемъ болѣе быстрого дѣйствія ихъ, что въ особенности желательно, если провода подвержены порчѣ.

При низкомъ напряженіи нѣсколько развѣтвленій могутъ имѣть одинъ общій предохранитель на 6 А. Въ мѣстахъ уменьшенія сѣченія провода, развѣтвленій и присоединеній переносныхъ проводовъ (см. 104) обыкновенно предохранители излишни. Для большихъ арматуръ, какъ люстры съ лампами накаливанія, при напряженіи, не превышающемъ 125 V, допустимы предохранители на 10 А. Вообще же нельзя вѣсть, имѣющую одинъ общій предохранитель, включать болѣе 15 лампъ накаливанія, такъ какъ таковъ предѣлъ и для обычнаго однополюснаго выключателя (см. 100).

с) Устройство предохранителей должно быть таково, чтобы, имѣя ихъ въ предѣлахъ отъ 6 до 30 А, нельзя было по ошибкѣ вставить предохранитель на слишкомъ сильный токъ. Легкоплавкій

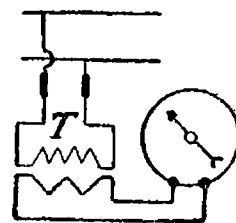


Рис. 90.

металлъ не можетъ самъ служить для контакта, онъ долженъ быть впаянъ въ мѣдныя контактныя части. Свинецъ, употреблявшійся раньше, какъ легкоплавкій металлъ, теперь считается неподходящимъ. Слѣдуетъ замѣнять старые предохранители новыми, болѣе солидной конструкцій; это особенно относится къ предохранителямъ на небольшіе токи, дѣйствующимъ болѣе часто.

Точно подобрать толщину мостика въ предохранителѣ такъ, чтобы онъ подѣйствовалъ безъ отказа, очень трудно; эта работа производится на специальныхъ заводахъ. Поэтому настоятельно совѣтуютъ не вкладывать самому новыхъ мостиковъ намѣсто перегорѣвшаго предохранителя.

д) М о н т и р о в к а п р е д о х р а н и т е л е й. Предохранители слѣдуетъ монтировать въ легко доступныхъ мѣстахъ. Неправильно было бы помѣщать ихъ такъ, чтобы доступъ къ нимъ былъ возможенъ лишь съ помощью лѣстницы. По возможности, предохранители группируются въ одномъ мѣстѣ, такъ чтобы всѣ предохранители, относящіеся къ отдѣльному этажу или къ большому помѣщенію, были монтированы на одной доскѣ. Предохранители одной группы различаются между собою дощечками, на которыхъ указывается соответственная цѣпь, и, въ случаѣ надобности, покрываются общимъ ящикомъ. Если помѣщеніе освѣщается большимъ числомъ лампъ, то лучше, если не всѣ онѣ отвѣтвлены отъ одного и того же предохранителя. Кромѣ того при монтажѣ предохранителей слѣдуетъ имѣть въ виду, чтобы пламя, появляющееся иногда при ихъ перегораніи, не могло зажечь горючіе предметы, находящіеся по близости. Въ сырыхъ помѣщеніяхъ предохранители должны быть особенно защищены, если уже нельзя ихъ совсѣмъ избѣгнуть. Въ мѣстахъ скопленія взрывчатыхъ газовъ и т. под. нельзя монтировать предохранители или, по крайней мѣрѣ, эти приборы должны быть герметически закупорены въ ящики.

е) У х о д ъ з а п р е д о х р а н и т е л я м и. Относительно этого существуютъ слѣдующія правила: Послѣ того какъ переплавится предохранитель, необходимо прежде вставленія новаго испытать изоляцію соответственныхъ проводовъ и, если нужно, исправить ее. Если сдѣлать это некогда, то можно попытаться, не измѣривъ изоляціи, вставить новый предохранитель; но затѣмъ нужно не забыть при ближайшей возможности измѣрить изоляцію. Если и вновь вставленный предохранитель тоже перегоритъ, то необходимо о б а п р о в о д а соответствующаго отвѣтвленія отключить отъ сѣти, чтобы оставить ихъ безъ напряженія до полного исправленія погрѣшности. При вставленіи предохранителя на большую силу тока, во время дѣйствія установки, соответственная цѣпь должна быть выключена; она включается вновь лишь послѣ того, какъ новый предохранитель вставленъ, и его контактныя части покрыты крышкой, если таковая имѣется. Недопустимо ни въ какомъ случаѣ вмѣсто разрушившагося мостика въ предохранителѣ вкладывать болѣе толстую и особенно — мѣдную проволоку; если это сдѣлать, то предохранитель перестаетъ быть дѣйствительнымъ, и, если случится неисправность, провода нагрѣ-

ются до раскаленія. Контактныя поверхности предохранителя должны быть чистыми; за этимъ необходимо особое наблюденіе въ сырыхъ помѣщеніяхъ. Если предохранитель подвергается сотрясеніемъ, то нужно слѣдить, чтобы онъ не выкручивался, такъ какъ иначе можетъ произойти несвоевременное расплавленіе его отъ нагрѣванія контактныхъ поверхностей. Въ цѣпи высокихъ напряженій предохранители могутъ быть обслуживаемы лишь свѣдующими лицами.

100. Рубильники и выключатели служатъ для размыканія или замыканія цѣпи. Всякій рубильникъ долженъ оставить размыкаемую имъ цѣпь безъ напряженія, т. е. быть двухполюснымъ; исключеніе составляютъ выключатели для группы лампъ (не больше 15 лампъ) и рубильники на электрической станціи. Заземленные, нулевые провода не нуждаются въ выключателяхъ; если же и въ нихъ таковыя имѣются, то должно быть устроено приспособленіе, которое бы допускало размыканіе нулевого провода лишь послѣ размыканія соответствующихъ изолированныхъ проводовъ, а замыканіе - прежде замыканія этихъ послѣднихъ. Устраивается это помощью особаго скрѣпленія выключателей (многополюсныя рубильники). Если трехпроводная система превращается въ двухпроводную, то въ главныхъ проводахъ послѣдней нужны двухполюсныя рубильники лишь въ томъ случаѣ, когда продолженіе средняго провода по двухпроводной сѣти не обозначено ясно, какъ таковое, и когда поэтому существуютъ предохранители, которые вообще не должны быть (см. 99,а). Всѣ однополюсныя рубильники трехпроводной системы включаются въ отвлѣтвленія, идущія отъ внѣшнихъ проводовъ.

При выборѣ мѣста для монтировки рубильника главнѣйшее значеніе придается удобному доступу до него. На станціяхъ рубильники размѣщаются въ ясномъ порядкѣ на распредѣлительной доскѣ. Домашніе рубильники въ зданіяхъ монтируются въ мѣстахъ, недоступныхъ для постороннихъ лицъ, и, въ случаѣ надобности, заключаются въ запираемыхъ ящикахъ. Въ помѣщеніяхъ, гдѣ производится освѣщеніе, выключатели монтируются обыкновенно у входной двери. Въ сырыхъ помѣщеніяхъ и на открытомъ воздухѣ употребляются водонепроницаемые выключатели; въ этихъ случаяхъ, если провода уложены въ трубахъ, то и эти послѣднія должны входить въ выключатели настолько плотно, чтобы вода не могла проникнуть; при открытой проводкѣ провода защищаются трубами по всей длинѣ, на которой они доступны; трубы снабжаются вводными воронками (рис. 91). У мѣста ввода проводовъ *a* имъ придается загибъ книзу, чтобы скопляющаяся на нихъ вода стекла съ нихъ. Въ такихъ мѣстахъ, гдѣ могутъ скопляться взрывчатые газы, выключатели должны быть совершенно герметичны для воздуха; здѣсь недопустимы ламповые патроны съ выключателями и штепсельныя соединенія. Лучше всего, если выключатели монтируются внѣ подобныхъ помѣщеній.

Относительно выключателей, служащихъ для специальныхъ цѣлей, замѣтимъ слѣдующее: Для станцій и вообще помѣщеній, въ которыхъ находятся лишь освѣдомленные лица, лучше всего рубильники съ открытыми контактами; эти приборы позволяютъ убѣдиться въ хоро-

шемъ состояніи поверхностей рычага и въ правильности его положенія. Наоборотъ, въ рукахъ публики, въ распредѣлительной сѣти, въ освѣщаемыхъ помѣщеніяхъ и т. под. болѣе подходящи такіе приборы, въ которыхъ доступны лишь части, сдѣланныя изъ изолирующаго матерьяла; ихъ металлическія части должны быть покрыты или окружены изоляторомъ. Для высокихъ напряженій наиболѣе употребительны масляные выключатели, т. е. такіе, въ которыхъ контакты находятся въ маслѣ (см. 102). Открытые выключатели высокаго напряженія монтируются такимъ образомъ, чтобы вольтова дуга, образующаяся при размыканіи, не могла причинить вреда; въ этомъ случаѣ самый приборъ мон-

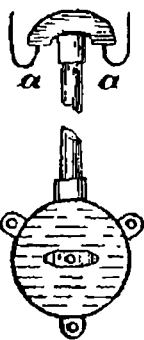


Рис. 91.

тируется обыкновенно позади распредѣлительной доски, спереди же ея находится лишь изолированный рычагъ, помощью котораго дѣйствуютъ выключателемъ. Желѣзную основу рубильника высокаго напряженія заземляютъ. При нормальномъ токъ выключатели должны нагрѣваться лишь очень мало; это нагрѣваніе на выключателяхъ до 20 А не должно быть даже замѣтно. Въ многополюсныхъ выключателяхъ дѣлаются иногда изолирующія перегородки, раздѣляющія контакты различныхъ полюсовъ, во избѣжаніе того, чтобы вольтовы дуги при размыканіи сѣти не соединились и не образовали бы короткаго замыканія. Для уменьшенія дуги при выключеніи употребляются приборы, въ которыхъ дѣйствіемъ пружины соприкасавшіяся поверхности разводятся очень быстро (рубильники); выключатели большихъ размѣровъ снабжаются электромагнитными гасителями дуги. Иногда въ выключателѣ имѣется вспомогательный контактъ, берущій на себя вольтову дугу размыканія; онъ долженъ быть такъ расположенъ, чтобы дуга миновала главный контактъ. Въ цѣпи, заключающей въ себѣ обмотки электромагнитовъ, быстрое размыканіе тока недопустимо вслѣдствіе высокихъ напряженій, которыя при этомъ могутъ возникнуть, опасныхъ для изоляціи. Здѣсь примѣняются выключатели, размыкающіе цѣпь съ особенною медленностью, или приспособленія для короткаго замыканія, подобныя тому, какія употребляются напр. при выключеніи шунтовой машины (см. рис. 25). Выключатели на большіе токи вообще не предназначаются для размыканія цѣпи подъ полной нагрузкой; ихъ замыканіе и размыканіе производится только послѣ того, какъ нагрузка уже снята.

Уходъ за рубильниками заключается въ повременномъ испытаніи ихъ нагрѣванія и въ чисткѣ ихъ контактныхъ поверхностей, когда это окажется нужнымъ. Если происходитъ задѣваніе между трущимися поверхностями при дѣйствіи выключателя, то ихъ нужно слегка смазать. Контактныя поверхности должны быть блестящими, прикасаться внутренними сторонами и нажимать другъ на друга сильно и упруго.

101. Самодѣйствующіе выключатели. Самодѣйствующіе выключатели на минимальный токъ употребляются при параллельно работающихъ машинахъ съ аккумуляторами; соответствующая машина и т. под. автоматически выключается, какъ только токъ упадетъ почти

до нуля. Самодѣйствующіе выключатели на минимальное напряженіе служатъ для двигателей, чтобы выключился соотвѣтственный моторъ, когда токъ, питающій его, падетъ до нуля; это приспособленіе препятствуетъ тому, чтобы моторъ при слѣдующемъ появленіи тока не подвергся порчѣ и не произвелъ бы короткаго замыканія цѣпи. Самодѣйствующіе выключатели на максимальный токъ употребляются вмѣсто предохранителей въ такой сѣти, которая подвержена частымъ перегрузкамъ, какъ напр. въ проводахъ уличныхъ трамваевъ. Самодѣйствующіе выключатели обратнаго тока примѣняются напр. въ томъ случаѣ, если два источника тока работают на одно и тоже мѣсто потребленія; эти прибора выключаютъ, какъ только одинъ генераторъ начинаетъ работать на другого. Въ послѣднее время вмѣсто предохранителя и минимальнаго выключателя ставятъ максимальный выключатель, соединенный съ выключателемъ обратнаго тока; такая комбинація приходитъ въ дѣйствіе, если, съ одной стороны, токъ превзойдетъ извѣстную мѣру, съ другой — если токъ чрезъ ноль переходитъ въ обратный.

Масляные выключатели (см. 102) также снабжаютъ самодѣйствующими приспособленіями описанныхъ типовъ. Наконецъ употребляются выключатели на срокъ, производящіе размыканіе послѣ того, какъ извѣстный токъ протекалъ втеченіе извѣстнаго времени, опредѣляемаго соотвѣтственною установкою; въ этихъ приборахъ дѣйствуетъ часовой механизмъ или нагрѣвающаяся проволока.

Если самодѣйствующіе выключатели включены одинъ за другимъ, напр. въ магистральныхъ для болѣе сильнаго тока и въ отвѣтвленіи — для болѣе слабаго, то они должны быть такъ подрегулированы, чтобы выключатель на болѣе болѣе токъ приходилъ въ дѣйствіе не такъ быстро, какъ выключатель на меньшій токъ; тогда при перегрузкѣ раньше подѣйствуетъ выключатель въ отвѣтвленіи.

Выключатели на максимальный токъ должны быть провѣряемы помощью амперметра при монтировкѣ, а также и впослѣдствіе, по возможности, отъ времени до времени. Если окажется необходимымъ, ихъ подрегулировываютъ на желаемую силу тока, вставляя новыя пружины, противовѣсы и т. д.

Закрѣпленіе самодѣйствующаго выключателя такое, что онъ перестаетъ дѣйствовать, недопустимо.

102. **Масляные выключатели** позволяютъ размыкать цѣпь переменнаго тока при большой мощности и большомъ напряженіи, не допускающа опасныхъ повышеній напряженія. Наоборотъ для постояннаго тока масляные выключатели не примѣнимы, такъ какъ здѣсь они вызываютъ повышеніе напряженія. Выключатели эти приводятся въ дѣйствіе или отъ руки, или помощью штанга или троса, или же автоматическимъ (см. 101). Передача помощью троса менѣе вѣрна; особенно слѣдуетъ избѣгать сгибаній троса углами.

Положеніе контактовъ въ масляномъ выключателѣ должно быть угадываемо по внѣшнимъ признакамъ. Кромѣ масляныхъ въ цѣпи должны быть и открытые выключатели, чтобы при работѣ въ сѣти

можно было съ увѣренностью судить о томъ, что она не находится подъ напряженіемъ. Такими рубильниками пользуются лишь тогда, когда по цѣпи не протекаетъ тока.

Всѣ контакты многополюснаго выключателя высокаго напряженія должны дѣйствовать (замыкать и размыкать) разомъ; иначе могутъ возникнуть чрезмѣрныя напряженія. Чтобы испытать, одновременно ли они дѣйствуютъ, проще всего ввести выключатель въ цѣпь низкаго напряженія и въ каждую изъ его вѣтвей включить по лампѣ накаливанія; при дѣйствіи выключателя всѣ лампы должны потухать и зажигаться одновременно.

Выключатель наполняется чистымъ, жидкимъ масломъ, не содержащимъ кислотъ и смолы и лишеннымъ воды, застывающимъ при возможно низкой температурѣ. Масло получается отъ того же поставщика, который ставитъ выключатели. Прежде, чѣмъ наполнять масломъ, слѣдуетъ испробовать, хорошо ли выключатель замыкаетъ, и, если онъ самодѣйствующій, можно ли въ случаѣ надобности привести его въ дѣйствіе отъ руки. При дальнѣйшемъ испытаніи выключателя необходимо обращать вниманіе, не оплавляется ли онъ; корольки должны быть счищаемы. Масло обновляютъ не рѣже, чѣмъ чрезъ годъ, такъ какъ при частомъ дѣйствіи выключателя оно теряетъ свою изолирующую способность.

103. Рубильники для раздѣленія. Провода высокаго напряженія, проходящіе по жилымъ мѣстностямъ, снабжаются выключателями, которые позволяютъ въ случаѣ опасности выключить линію на извѣстной длинѣ и оставить ее безъ напряженія. Эти рубильники монтируются обыкновенно на вершинахъ столбовъ и приводятся въ дѣйствіе снизу помощью заземленнаго троса, или штанги, снабженной земнымъ проводомъ. Если провода получаютъ напряженіе только съ одной стороны, то достаточенъ одинъ многополюсный выключатель, смонтированный съ той стороны отъ жилого мѣста, въ которой расположена электрическая станція; въ противномъ случаѣ необходимы выключатели съ обѣихъ сторонъ отъ жилого мѣста, а иногда еще и посрединѣ его чрезъ извѣстные промежутки.

Если рубильники по своей конструкціи не могутъ выдерживать натяженія проводовъ, то или пользуются изоляторами, выдерживающими натяженіе, или все натяженіе переносится на столбы, достаточно прочные, хорошо закрѣпленные на якоряхъ. Въ послѣднемъ случаѣ къ столбу съ выключателемъ, находящемся вблизи, провода подводятся уже съ ничтожнымъ натяженіемъ, но все же однако достаточнымъ для того, чтобы они не прикоснулись другъ къ другу подъ дѣйствіемъ вѣтра и не приближались бы до опасной близости. Если примѣняются выключатели съ рогами для автоматическаго тушенія дуги, то необходимо принять мѣры, чтобы въ многополюсномъ выключателѣ дуги различныхъ фазъ не могли соединиться и образовать короткаго замыканія.

Такіе раздѣляющіе рубильники монтируются и на распредѣлительныхъ доскахъ; они позволяютъ отсѣчь извѣстную часть доски и тѣмъ

лишить ее напряженія на случай работы, производимой въ этой части. Замыканіе и размыканіе можетъ быть производимо этими приборами лишь при условіи отсутствія тока.

104. Штепсельныя соединенія для переносныхъ проводовъ. Проводящіе шнуры и гибкіе кабели, употребляемые для столовыхъ лампъ, переносныхъ приборовъ, моторовъ и т. д., могутъ быть отвѣтвлены отъ неподвижной проводки съ помощью штепселей. Эти соединенія представляютъ собою вилки, винтовые штепсели и т. под.

Штепселя не должны подходить къ розеткамъ, предназначеннымъ для бѣльшихъ токовъ, чѣмъ тѣ, для которыхъ они сами рассчитаны; этимъ исключается возможность присоединенія несоотвѣтствующихъ проводовъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, какъ напр. для включенія лампы Нернста, или арматуры съ заземленною внѣшнею металлическою частью, штепселя должны быть такъ сконструированы, чтобы невозможно было перемѣшать полюса. Если желаютъ избѣгнуть обращенія со штепселями подъ токомъ, то ихъ соединяютъ съ выключателями.

Если штепсельное соединеніе монтируется для переносныхъ приборовъ, потребляющихъ токъ, то розетка вводится въ сѣть, а вилка присоединяется къ переносному проводу. Если поступить наоборотъ, то открытые контакты вилки, находящіеся подъ напряженіемъ, могутъ быть причиною короткаго замыканія. Необходимо планомѣрное распределеніе при соединеніи переносныхъ проводовъ помощью штепселей.

Подвижные провода срачиваются съ вилкою надежными контактами; они не должны быть натянуты; пригодною для нихъ изоляціею является лишь резиновая оболочка.

Въ прежнее время требовались особые предохранители для каждой штепсельной розетки; теперь Правила Союза Герм. Электрот. болѣе не требуютъ этого. Лишь для особо опасныхъ переносныхъ проводовъ монтируются отдѣльные предохранители, точно соразмѣренные съ токомъ нагрузки. Эти предохранители помѣщаются въ розеткахъ (а не въ вилкѣ) или въ неподвижномъ проводѣ около розетки.

Переносные провода должны быть всегда въ полной исправности, такъ какъ они очень часто находятся въ прикосновеніи съ горючими веществами, какъ напр. занавѣсы въ квартирахъ. Въ виду этого шнуры съ резиною лентою, употреблявшіеся прежде, должно замѣнить лучшимъ матерьяломъ, какъ только они, хотя бы немного, изношены; они признаются теперь недостаточно надежными.

105. Реостаты. Слѣдуетъ различать реостаты, могущіе выдерживать продолжительную нагрузку токомъ, отъ такихъ, которые могутъ быть нагружаемы лишь короткое время. Первые примѣняются, какъ регуляторы для машинъ, реостаты для спокойнаго горѣнія вольтовыхъ дугъ и т. д.; реостаты же, предназначенные для кратковременной нагрузки, служатъ напр. пусковыми реостатами при двигателяхъ. Если такой реостатъ держать подъ долгой нагрузкой для регулировки машины, то онъ будетъ пережженъ и можетъ послужить причиною пожара.

а) **Монтировка.** Регулирующей реостатъ или относящееся къ нему контактное приспособленіе должны быть помѣщаемы вблизи соответственныхъ измѣрительныхъ приборовъ и на такой высотѣ, чтобы было удобно дѣйствовать рычагомъ, включающимъ сопротивление; также важно и удобное расположеніе пускового реостата. Реостаты, не требующіе постояннаго ухода, монтируются на стѣнѣ и притомъ такъ высоко, чтобы до нихъ нельзя было прикоснуться. Кромѣ того желательно, чтобы реостатъ былъ помѣщенъ въ мѣстѣ сухомъ и не подверженномъ сотрясенію; вблизи него не должны быть взрывчатые газы, горючая или взрывчатая пыль.

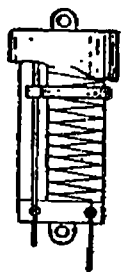


Рис. 92.

При монтировкѣ реостатовъ должно имѣть въ виду, что они сами даже и при чрезмѣрномъ нагрѣваніи не опасны въ пожарномъ отношеніи; но отъ горючихъ матерьяловъ ихъ слѣдуетъ держать непременно подальше. Если нельзя обойти монтировку реостата на деревѣ, то подъ него подкладываютъ жестяные листы. Между деревомъ и этими листами или оболочкою, которою иногда бываютъ окружены реостаты, оставляютъ просвѣтъ не меньше 2 см. для свободнаго прохода воздуха. Просвѣтъ этотъ образуется помощью изолирующихъ шайбъ, прокладываемыхъ въ мѣстахъ закрѣпленія, или чѣмъ нибудь другимъ. Круглые реостаты (соленоиды) монтируются вертикально (рис. 92); провода подводятся къ нимъ снизу. Если подвести ихъ сверху, является опасность, что ихъ изолировка или приставшая къ нимъ пыль при чрезмѣрномъ нагрѣваніи реостата обуглятся и загорятся. Кожухи для реостатовъ дѣлаются изъ негорючаго матерьяла или, по крайней мѣрѣ, покрываются таковымъ; въ нихъ должны быть продѣланы отверстія сверху и снизу, для провѣтриванія. При высокихъ напряженіяхъ металлическіе кожухи соединяются съ землей.

По окончаніи монтировки провѣряютъ дѣйствіе реостата. Относительно регулирующихъ реостатовъ приэтомъ испытываютъ, дѣйствительно ли они позволяютъ измѣнять напряженіе у борновъ машины и скорость вращенія мотора въ такихъ предѣлахъ, какъ это необходимо, а также — поддерживать эти величины постоянными, когда наступаютъ колебанія въ нагрузкѣ.

б) **Уходъ.** Рычаги должны нажимать на контакты упруго и сильно. Если контактные поверхности окисляются отъ искры, ихъ должно очищать мелкою стекляною бумагою. Если происходитъ заѣданіе между трущимися поверхностями, ихъ слегка смазываютъ вазелиномъ. Реостаты не должны быть покрыты пылью. Большое количество пыли опасно въ пожарномъ отношеніи въ случаѣ чрезмѣрнаго нагрѣванія въ реостатѣ.

106. **Регуляторъ Тирриль.** Въ этомъ приборѣ прерыватель, дѣйствующій подобно вагнеровскому молоточку, періодически замыкаетъ на короткую регулирующий реостатъ генератора. Продолжительность короткаго замыканія регулируется релѣ, которое дѣйствуетъ,

отвѣчая напряженію въ сѣти. Это приспособленіе такъ быстро регулируетъ машину, что позволяетъ достигъ равномерной работы въ освѣтительной сѣти даже при очень большихъ колебаніяхъ нагрузки. Контакты прерывателя слѣдуетъ часто осматривать и, когда окажется необходимымъ, замѣнять новыми.

107. **Нагрузочный реостатъ** состоитъ изъ параллельно включенныхъ калильныхъ лампъ; такой реостатъ употребляется при пробномъ пусканіи въ ходъ небольшой машины низкаго напряженія. Для большихъ машинъ приготавливаются реостаты изъ желѣзной проволоки, укрѣпленной на желѣзной же рамѣ помощью изолирующихъ роликовъ; такой реостатъ допускаетъ очень большую нагрузку. Для болѣе легкаго охлажденія проволоки протягиваются вертикально. Чтобы избѣжать перегрузки, проволоки соединяются въ группы, тоторія вводятся одна за другою помощью выключателей; пока проволоки не нагрѣются, онѣ пропускаютъ значительно большіе токи. Иногда охлажденіе ихъ производится проточною водою. Водяной реостатъ состоитъ изъ сосуда, наполненнаго водою, въ который опускаются двѣ желѣзныя пластины. Въ случаѣ трехфазнаго тока пользуются тремя пластинами или тремя кусками газопроводной трубы, размѣщенными въ углахъ треугольника въ одномъ и томъ же сосудѣ, или же берутъ три реостата, соединяя ихъ звѣздой или треугольникомъ. На каждый амперъ нагрузки необходимо 2—3 кв. см. поверхности электродовъ. При небольшихъ напряженіяхъ нѣсколько увеличиваютъ проводимость воды, прибавляя къ ней немного соды. Нагрузка регулируется прибавкою соды, величиною погруженной поверхности электродовъ и разстояніемъ между этими послѣдними. При болѣе продолжительной нагрузкѣ необходима проточная вода; необходимо также замѣщать испаряющуюся воду. Прежде, чѣмъ предпринять измѣренія, слѣдуетъ обождать, чтобы установилось неизмѣнное состояніе приборовъ.

108. **Громоотводы и предохранители отъ высокаго напряженія.** Этими приспособленіями устраняется опасность отъ высокихъ напряженій, угрожающая изоляціи проводовъ, машинамъ, приборамъ, а иногда и человѣку. Громадныя напряженія могутъ возникнуть въ проводахъ отъ атмосферическихъ причинъ или какъ результатъ слѣдующихъ явленій въ самой сѣти сильнаго тока: быстрая переменна нагрузка въ сѣти высокаго напряженія; включеніе или выключеніе длинной линіи безъ пускового реостата, подъ полнымъ напряженіемъ; одновременное во всѣхъ фазахъ замыканіе или размыканіе въ многополюсномъ выключателѣ при большой длинѣ линіи; переходъ высокаго напряженія въ цѣпь низкаго и т. д. Отъ прямого удара молніи въ провода вполне защититься невозможно; такой ударъ случается рѣдко. При выборѣ соотвѣтственнаго прибора и способа его монтажки слѣдуетъ руководствоваться съ одной стороны мѣстными условіями, съ другой — величиною напряженія, величиною могущей проявиться мощности, длиною проводовъ и т. д. Но отъ правильнаго рѣшенія этихъ вопросовъ существенно зависитъ безопасность установки во время ея дѣйствія; поэтому необходимо съ полною добросовѣстностью выполнить указанія фирмы, заслуживающей довѣрія.

Въ приборахъ этихъ имѣется искровой промежутокъ, который пробивается при повышенномъ напряженіи. Проскакивающія искры вносятъ ту опасность, что чрезъ нихъ отъ сѣти, находящейся подъ токомъ, образуется вольтова дуга и этимъ производится короткое замыканіе; въ виду этого прибора снабжаются такими приспособленіями, которыя автоматически тушатъ возникшую дугу или препятствуютъ ея появленію.

Дѣло идетъ, съ одной стороны, о проведеніи большихъ токовъ, какъ напр. атмосферическихъ разрядовъ, съ другой же — о проведеніи слабыхъ токовъ при небольшомъ повышеніи напряженія. Согласно этому приборы раздѣляются на двѣ группы: громоотводы, предназначенные для сильныхъ токовъ, заключаютъ въ себѣ болѣе длинные искровые промежутки, чтобы не произошло расплавленія; и провода, идущіе отъ нихъ въ землю, дѣлаются, по возможности, безъиндукціонными и малаго сопротивленія. Приборы-же, служащіе для болѣе слабыхъ токовъ, предохранители отъ высокаго напряженія, заключаютъ въ себѣ болѣе короткій искровой промежутокъ и поэтому чаще приходятъ въ дѣйствіе; въ виду этого при нихъ включается болѣе значительное безъиндукціонное сопротивленіе. Это послѣднее часто дѣлается въ видѣ жидкаго реостата; его болѣе широкимъ постоянствомъ обладаетъ азбестовая ткань съ металлическимъ вплетеніемъ или металлическій реостатъ съ маслянымъ охладителемъ.

Существуютъ еще приборы, по конструкціи своей отличающіеся отъ вышеуказанныхъ, и употребляемые въ тѣхъ случаяхъ, когда существуетъ опасность перехода высокаго напряженія на цѣпь низкаго. Они состоятъ изъ слюдяной пластинки, въ которой имѣется отверстіе, зажатой между двумя металлическими листами; одинъ изъ нихъ соединяется съ охраняемымъ проводомъ, другой — съ землею. При повышеніи напряженія въ проводѣ, проводъ разряжается чрезъ искру, проскакивающую въ воздухѣ внутри отверстія въ слюдѣ, является заземленнымъ и безопаснымъ для лица, прикасающагося къ нему. При заземленіи сѣти низкаго напряженія легкоплавкіе предохранители, имѣющіеся обыкновенно въ ней, перегораютъ и автоматически выключаютъ ее. Подобные приборы включаются напр. въ нулевую точку цѣпи низкаго напряженія трансформаторовъ. Они перестаютъ быть необходимыми, если нулевой или средній проводъ сѣти низкаго напряженія уже заземленъ.

Атмосферическіе разряды опасны для машинъ въ горныхъ странахъ, при длинныхъ сѣтяхъ; чтобы они, не причиняя вреда, направлялись въ землю, включаютъ навсегда большое сопротивленіе между землею и проводами. При напряженіяхъ свыше 3000 V для этой цѣли нерѣдко примѣняется струя воды, могущая выдержать токъ до 0,1 А.

а) Р а з м ѣ щ е н і е п р и б о р о в ѣ . Громоотводы ставятся при переходѣ воздушной проводки въ провода въ закрытомъ помѣщеніи и въ кабели; затѣмъ они устанавливаются на длинныхъ воздушныхъ линіяхъ въ нѣкоторыхъ узловыхъ точкахъ, а также и вдоль линіи на разстояніяхъ въ 20 клм.; при этомъ преимущественно защищаются тѣ мѣста, въ которыхъ линія дѣлаетъ изгибъ или переваливаетъ чрезъ

гору. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ наблюдаются частые удары молніи, стержни громоотводовъ должны имѣть хорошее заземленіе.

Рис. 93 изображаетъ схему включенія громоотвода съ рогами, какъ примѣръ громоотводныхъ приспособленій. F — воздушные провода, на которыхъ устроено громоотводное приспособленіе, служащее для защиты освѣтительной сѣти L . Въ началѣ защищаемыхъ проводовъ и т. под. (между воздушными проводами и потребляющими приборами, а въ другихъ случаяхъ между воздушными проводами и машинами) включаются соотвѣтственные дроссельныя катушки J , доставляемыя заводомъ; онѣ служатъ затрудненіемъ для перехода разряда въ защищаемую сѣть. Въ земные провода включены безындукціонныя, не слишкомъ большія сопротивленія W , выбираемыя согласно указаніямъ завода, исполняющаго громоотводы; эти сопротивленія включаются съ цѣлю избѣгнуть или ослабить то короткое замыканіе, которое можетъ произойти отъ одновременныхъ разрядовъ въ различныхъ полюсахъ или различныхъ фазахъ. Въ провода громоотводнаго приспособленія не должны быть включаемы ни легкоплавкіе предохранители, ни подвижныя части.

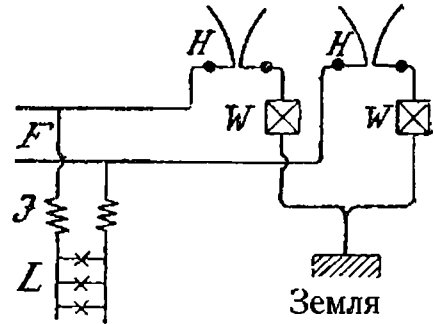


Рис. 93.

Рис. 94 показываетъ далѣе, какимъ образомъ включается рядомъ приборъ B для сильныхъ токовъ (громоотводъ) и приборъ S для

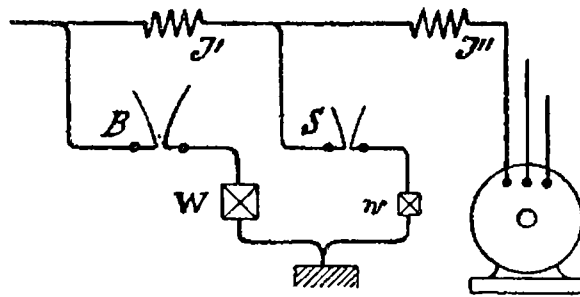


Рис. 94.

слабыхъ токовъ (предохранитель отъ высокаго напряженія). Громоотводъ B со своимъ реостатомъ W , выдерживающимъ большіе токи, и съ болѣе длиннымъ искровымъ промежуткомъ можетъ брать на себя большіе разряды. Предохранитель S , соединенный съ реостатомъ w большаго сопротивленія и имѣющій короткій искровой промежутокъ, ограждаетъ отъ повышеній напряженія, производящихъ разряды не-большой энергіи; при этихъ приборахъ должны быть включены дрос-

сельные катушки J' и J'' . Устраивается и такъ, что громоотводы приходятъ въ дѣйствіе и при небольшомъ повышеніи напряженія и такимъ образомъ еще вѣрнѣе защищаютъ машины и т. д.; для этого служатъ вспомогательныя цѣпи (съ релэ, цѣпи возбужденія), въ которыхъ вызывается дѣйствіе вспомогательныхъ искровыхъ промежутковъ; этими послѣдними пускается въ ходъ главный искровой промежутокъ. Само собою понятно, что каждый изъ трехъ проводовъ трехфазной установки, изображенной на рис., снабжается подобными приспособленіями.

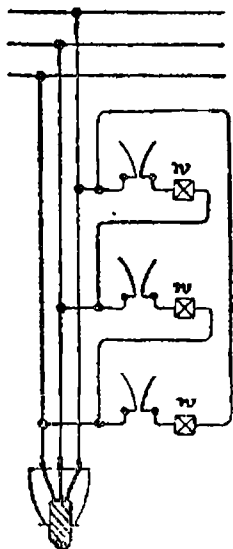


Рис. 95.

Предохранители отъ высокаго напряженія включаются и между проводами различныхъ полюсовъ или фазъ во избѣжанія большаго напряженія между этими проводами. Это необходимо напр. при переходѣ воздушной проводки въ кабельную (рис. 95).

б) М о н т и р о в к а. Приборы эти помѣщаются, по возможности, въ закрытыхъ помѣщеніяхъ, причемъ нужно имѣть въ виду, чтобы возникающая въ нихъ дуга не могла поджечь окружающихъ предметовъ. Громоотводъ съ рогами долженъ быть окруженъ свободнымъ пространствомъ со всѣхъ сторонъ на разстояніи, по крайней мѣрѣ равномъ двойному разстоянію между концами роговъ. Сосѣдніе приборы должны находиться не ближе, чѣмъ на разстояніи равномъ верхнему разстоянію между рогами, считая отъ середины прибора до середины сосѣдняго. Закрытые приборы должны быть подрегулированы на наименьшую искру, какую только допускаетъ имѣющееся напряженіе; но нельзя сближать рога дальше 3 мм.; иначе дуга, возникающая при слабомъ токѣ, не будетъ подниматься наверхъ. Въ приборахъ, монтируемыхъ на открытомъ воздухѣ, нужно брать большой искровой промежутокъ, если только они не устроены такимъ образомъ, что въ нихъ не могутъ попасть ни дождевыя капли, ни снѣгъ, ни проводящая пыль, ни насѣкомыя; иначе эти предметы могутъ образовать вольтову дугу или по меньшей мѣрѣ сообщеніе съ землею.

Въ установкахъ, находящихся всегда подъ напряженіемъ, включаются рубильники между громоотводами и защищаемыми проводами; это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы можно было выключить громоотводъ при работахъ по уходу за этимъ приборомъ (см. с).

Для соединенія описываемыхъ приборовъ съ сѣтью употребляются мѣдные провода съ сѣченіемъ не менѣе 25 кв. мм., а для соединенія съ землею — не менѣе 90 кв. мм. Соединеніе сѣти съ громоотводами и земные провода дѣлаются по возможности прямолинейными; во всякомъ случаѣ избѣгаются круглые изгибы. Въ виду этого къ линейнымъ громоотводамъ подводятся провода a и b съ двухъ сторонъ (рис. 96).

с) У х о д ъ. Части громоотвода, между которыми проскакиваютъ искры, могутъ сплавляться, а при малыхъ разрядахъ на нихъ осажда-

югся корольки, вслѣдствіе чего можетъ образоваться сообщеніе съти съ землей. По этой причинѣ приборы должны быть осматриваемы, болѣе или менѣе часто, смотря по ихъ устройству, и особенно — послѣ грозы; если окажется нужнымъ, ихъ очищаютъ. Оплавленные части приводятся, насколько возможно, въ прежнее состояніе обработкою напильникомъ. Громоотводы и предохранители отъ высокаго напряженія регулируются такимъ образомъ, чтобы они приходили въ дѣйствіе при напряженіи еще неопасномъ для машинъ и т. д. Земные провода должно по временамъ подвергать осмотру. Въ водяныхъ реостатахъ, если они наполняются не проточной водой, должно почаще возобновлять воду, чтобы сопротивленіе ихъ оставалось неизмѣннымъ. Воду слѣдуетъ подливать, если ея уровень падаетъ вслѣдствіе испаренія или разбрызгиванія при сильныхъ разрядахъ. Если громоотводы, правильно подрегулированные, непрерывно работаютъ, то слѣдуетъ разыскать причину повышенія напряженія и устранить ее.

109. Земные провода для громоотводовъ и предохранителей отъ высокаго напряженія. Приборы, монтируемые рядомъ, получаютъ одно общее заземленіе, чтобы избѣгнуть разности потенциаловъ въ землѣ при одновременной ихъ работѣ.

Земные провода представляютъ собою мѣдную проволоку и мѣдную земную пластину, если только мѣдь достаточно противостоитъ разрушительному вліянію мѣстной почвы; въ противномъ случаѣ употребляется оцинкованная желѣзная проволока и желѣзная пластина. Желѣзный проводникъ долженъ имѣть по крайней мѣрѣ въ $2\frac{1}{2}$ раза большее сѣченіе, чѣмъ мѣдный громоотводный проводъ; при этомъ скручиваютъ концы оцинкованной желѣзной проволоки въ 5 мм. толщину. Мѣсто соединенія мѣднаго съ желѣзнымъ проводомъ спаявается (см. 144) и защищается отъ сырости. Выступающая часть земного провода должна быть на виду и отнюдь не прикрыта стѣнною облицовкою. До 2-хъ мт. надъ поломъ земные провода ограждаются деревяннымъ кожухомъ и т. под. Проводъ, соединяющій съ земною пластиною, не долженъ быть туго натянутъ; это особенно важно, если почва свѣже насыпана, не осѣвшая, т. к. при осадкѣ ея могутъ разорваться соединенія.

Для земной пластины берутъ мѣдную не тоньше 2 мм. или желѣзную пластину не тоньше 3 мм. и поверхностью по крайней мѣрѣ въ 1 кв. м. съ каждой стороны; она хорошо спаявается съ своимъ мѣднымъ проводомъ. Если пластина не приобрѣтается, какъ обыкновенно, съ завода, то ее можно приготовить по рис. 97; въ *a* и *b* продѣланы отверстія, чрезъ которыя протягивается проводникъ, и между которыми онъ припаявается къ пластинѣ. Земная пластина съ про-

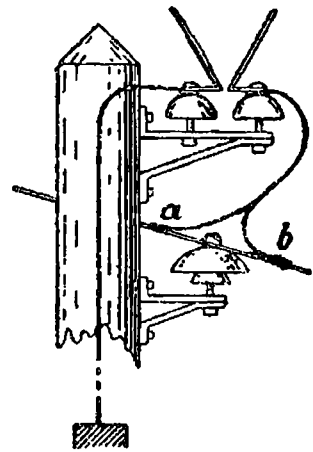


Рис. 96.

водникомъ соответственной длины зарывается въ землю столь глубоко, чтобы даже въ самое сухое время года находилась во влажной почвѣ. Если по близости имѣются водоемы, то пластина погружается на дно; подвѣшивание въ водѣ не годится, вслѣдствіе плохой проводимости воды. Практичнѣе одной большой пластины являются нѣсколько меньшихъ, соединенныхъ параллельно и отстоящихъ другъ отъ друга на нѣсколько метровъ, съ общою поверхностью равною поверхности большой пластины; т. напр. вмѣсто пластины въ 1 кв. м. берутся двѣ по 0,5 кв. м. Мѣдные земные провода нельзя погружать въ источники, т. к. отъ этого вода дѣлается вредною для здоровья. Если трудно достичь влажнаго грунта, то мѣдная полоса ок. 2 мм. толщиной, 5 см. шириною и 20 м. длиною укладывается на глубинѣ 1 м.,

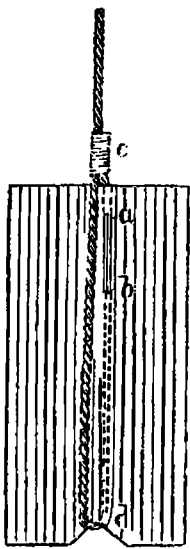


Рис. 97.

лучше всего подъ камнями водостоковъ, гдѣ можно рассчитывать на большую влажность. Можно воспользоваться и оцинкованными желѣзными проволоками, которыя раскладываются параллельно, на разстояніи 0,5 м. Недопускается примѣненіе земного провода въ видѣ спирали. Если пластина находится не въ достаточно сырѣмъ грунтѣ, то ея уводящая способность увеличивается погруженіемъ въ мелко измельченный, хорошо сбитый коксъ, или въ смѣсь кокса съ землею; для этого необходимо 2 кв. м. кокса. Такимъ устройствомъ, кромѣ непосредственной цѣли, достигается замедленіе окислительнаго процесса въ металлѣ, которое достигается еще и полудою мѣди и оцинкованіемъ желѣза. Въ противоположность громоотводамъ на зданіяхъ нельзя ограничиться присоединеніемъ земныхъ проводовъ только къ трубамъ газо- или водопровода. Провода въ трубахъ могутъ быть использованы при заземленіи, но и съ ними земная пластина и т. под. не перестаютъ быть необходимыми.

Земные провода должны имѣть по возможности малое сопротивленіе перехода электричества въ землю, чтобы не могло возникнуть опасныхъ напряженій въ землѣ при сильныхъ разрядахъ. Это сопротивленіе перехода должно быть тѣмъ меньше, чѣмъ больше максимальные токи, могушіе возникнуть при дѣйствіи громоотводовъ и предохранителей. Если не удастся достичь достаточно малаго сопротивления перехода помощью одной земной пластины, устанавливается нѣсколько ихъ, на значительныхъ разстояніяхъ, хорошо соединенныхъ металлически. Для измѣренія сопротивленія земныхъ проводовъ служить мостикъ съ телефономъ.

110. **Распределительныя доски на генераторныхъ станціяхъ.** Обращаемъ вниманіе на выполненіе слѣдующихъ условій: провода и приборы должны быть монтированы такъ, чтобы ихъ легко было видѣть; выключатели, колеса регуляторовъ и т. под., которые приводятся въ дѣйствіе отъ руки, должны находиться подъ рукою; всѣ провода и приборы должны быть доступны для чистки и исправленій и дѣйствовать навѣрняка.

Всѣ приборы включаются съ передней стороны доски или отчасти и съ задней. Когда рѣшается задача распредѣленія приборовъ въ наиболѣе правильномъ порядкѣ, то изъ бумаги вырѣзаютъ листочки съ контурами приборовъ и раскладываютъ ихъ на распредѣлительной доскѣ, очерченной въ соотвѣтственныхъ напр. натуральныхъ размѣрахъ.

При низкомъ напряженіи монтируются и на передней сторонѣ доски приборы, выключатели и т. д. съ открытыми контактами; этимъ облегчается надзоръ за ними и правильный уходъ. Передъ приборами полъ долженъ быть изолирующій, покрытый линолеумомъ и т. под. При высокихъ напряженияхъ до 1000 V возможно оставлять открытыми части, находящіяся подъ напряженіемъ, лишь если имѣется хорошо изолирующая дорожка для обслуживающихъ лицъ. Части, не находящіяся подъ напряженіемъ, а также и рама доски должны быть хорошо заземлены; проводящій полъ вблизи этой рамы соединяется съ нею металлически (см. 202). При напряженіи свыше 1000 V предметы, находящіеся подъ напряженіемъ и монтированные на передней сторонѣ доски, не должны быть вообще доступны для дотрагиванія. Изолирующій помостъ у доски при этихъ напряженияхъ долженъ быть поставленъ на фарфоровыхъ изоляторахъ и покрытъ линолеумомъ и т. под. Наиболѣе совершеннымъ способомъ для изолировки измѣрительныхъ приборовъ являются трансформаторы тока и напряжения (см. рис. 30). Невозможность дотрагиванія до измѣрительныхъ приборовъ достигается тѣмъ, что они помѣщаются за стеклами. Выключатели монтируются обыкновенно за доской; къ нимъ ведутъ изолированные рычаги, проходящіе чрезъ щели, продѣланныя въ доскѣ. Заземленіе производится тѣмъ, что желѣзная рама доски, металлическіе щипки измѣрительныхъ приборовъ, рычаги выключателей и т. д. соединяются толстыми проволоками съ земнымъ проводомъ (см. 202); для рычаговъ выключателей употребляются приэтомъ гибкіе провода.

Пространство позади доски должно быть запираемо; оно должно быть столь большимъ, чтобы работы по монтажкѣ и уходу могли быть производимы безъ опасности. Если необходимо проходъ за доску во время дѣйствія машинъ, то между частями, несущими напряженіе, и противоположною стѣною должно быть оставлено разстояніе не меньшее 1 м. при низкомъ напряженіи и 1,5 м. — при высокомъ. Если же съ обѣихъ сторонъ прохода находятся предметы, несущіе напряженіе, на доступной высотѣ, то разстояніе между ними по горизонтальному направленію должно быть не менѣе 2 м. Шины, расположенныя позади доски, должны быть окрашены въ разные цвѣта, чтобы можно было распознать полюса. При постоянномъ токѣ положительный полюсъ обозначается обыкновенно голубою краскою, отрицательный — красною и нулевой — бѣлою. Кромѣ того шины обозначаются буквами, служащими для различенія фазъ. При высокихъ напряженияхъ, вообще, избѣгаются изолированные провода, кромѣ кабелей, такъ какъ эта изоляція пріучаетъ лицъ, обслуживающихъ станцію, къ несумѣстному въ большинствѣ случаевъ чувству безопасности. Если щипкая сторона доски недоступна, что дѣлается рѣдко, то провода,

приводящіе и отводящіе токъ, подходятъ спереди доски или по крайней мѣрѣ могутъ быть контролируемы издали.

Иногда распредѣлительная доска состоитъ изъ отдѣльныхъ частей, которыя могутъ быть передвигаемы на роликахъ; этимъ достигается полная безопасность работы на каждой отдѣльной части. Соединеніе проводовъ каждой части съ шинами и т. д. производится помощью скользящихъ контактовъ, обращеніе съ которыми такое же, какъ и съ контактами выключателей.

Около приборовъ высокаго напряженія и особенно при входѣ въ помѣщеніе высокаго напряженія развѣшиваются, въ видѣ предупрежденія, дощечки съ красною стрѣлою-молніей. Хорошіе резиновые башмаки и перчатки, а также изолирующіе щипцы, необходимые при уходѣ за предохранителями и т. д., должно лежать въ легко доступномъ мѣстѣ. Схема включеній, помѣщенная въ соотвѣтственномъ мѣстѣ, служитъ къ облегченію пониманія всей установки.

111. Распредѣлительныя доски въ мѣстахъ потребленія. Это обыкновенно ничто иное, какъ сгруппированные въ одно мѣсто предохранители, выключатели и счетчики. Приборы эти располагаются на доскѣ самымъ нагляднымъ образомъ и должны быть легко доступны; въ случаѣ необходимости доска закрывается въ шкафъ, который можно запирать на ключъ. Дощечки съ соотвѣтствующими надписями позволяютъ разузнать, къ какимъ помѣщеніямъ и ламповымъ группамъ принадлежатъ тѣ или другіе приборы.

Соединенія приборовъ другъ съ другомъ и съ зажимами отъ линій производятся обыкновенно на задней сторонѣ доски; при этомъ стараются расположить провода наиболѣе просто и избѣгать скрещиваній между ними; скрещивающіеся провода должны быть удерживаемы на достаточныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга помощью твердыхъ закрѣпленій или изолируемы (фарфоровыми или эбонитовыми трубками и т. под.). Соединеніе проводовъ съѣти съ доскою производится помощью винтовыхъ скрѣпленій, доступныхъ спереди; при такомъ устройствѣ, освободивъ эти скрѣпленія, можно снять доску для осмотра ея задней стороны и т. д. Наболѣе вѣрнымъ соединеніемъ проводовъ съ доскою является то, при которомъ зажимы для проводовъ находятся на задней сторонѣ доски, но винты ихъ подвинчиваются съ передней; для этого доска должна отстоять отъ стѣны по меньшей мѣрѣ на 20 см. Если доска ближе къ стѣнѣ, или находится въ стѣнной нишѣ, то провода должны подходить съ передней стороны доски, такъ какъ это надежнѣе. Зажимы, соединяющіе съѣти съ доскою, если они находятся на передней сторонѣ доски, покрываются изолирующими колпачками. Доски, монтированные на стѣнѣ, окружаются деревянными рамами, которыя не позволяютъ проводящимъ предметамъ проникнуть за доску.

112. Матерьялъ для распредѣлительныхъ досокъ. Мраморъ является самымъ подходящимъ по своимъ качествамъ матерьяломъ; для напряженій не больше 3000 V и въ сухихъ помѣщеніяхъ зажимныя части приборовъ укрѣпляются прямо на доскѣ, и провода ведутся

непосредственно чрезъ отверстія въ мраморѣ. Шиферъ, изолирующая способность котораго нѣсколько понижается отъ металлическихъ жилъ и отъ сырости, предохраняется отъ сырости парафинированіемъ. Неполированную, обратную сторону мраморной или шиферной доски слѣдуетъ выкрасить эмалевою или масляною краскою и притомъ, лучше всего, — послѣ просверливанія дыръ. Нельзя дѣлать доски изъ дерева; оно годится лишь для обрамленія доски.

Доски большихъ размѣровъ дѣлаются изъ нѣсколькихъ мраморныхъ плитъ, монтированныхъ на желѣзной рамѣ; приэтомъ для болѣе тяжелыхъ приборовъ въ доскѣ оставляются отверстія, позволяющія укрѣплять эти приборы на желѣзной рамѣ, конечно, чрезъ посредство изолирующей прокладки, какъ напр. слюдяной шайбы и т. под. Для болѣе высокихъ напряженій, а также въ сырыхъ помѣщеніяхъ употребляются особые фарфоровые изоляторы и т. под.

113. **Соединеніе проводовъ съ приборами.** Провода небольшого сѣченія, тросы до 6 кв. мм. и массивные до 25 кв. мм., загибаются въ ушко и кладутся подъ зажимъ прибора. Если проводникъ входитъ въ отверстіе, имѣющееся въ клеммѣ для этой цѣли, то должно имѣть въ виду, чтобы проводникъ достаточно заполнялъ это отверстіе, и чтобы проводникъ не выдавливался, когда подвигивается закрѣпляющій винтъ. Въ тросѣ слѣдуетъ спаять концы составляющихъ его проволокъ; относительно спайки см. 144. Можно избѣжать этой спайки въ тонкихъ тросахъ, съ сѣченіемъ до 2,5 кв. мм., если надѣть на конецъ троса ушко, изображенное на рис. 98. Конецъ троса вставляется въ гильзу *H* такого ушка, имѣющую нарѣзы; Сильнымъ ставливаніемъ гильзы клещами достигается хорошій контактъ между нею и проводомъ; для присоединенія къ приборамъ, соединительнымъ коробкамъ, предохранителямъ и т. под. служитъ или ушко (рис. 98), или штифтикъ.



Рис. 98.

Болѣе толстые провода, съ сѣченіемъ, превосходящимъ указанный предѣлъ, снабжаются кабельными наконечниками и тому подобными приспособленіями. Въ этихъ случаяхъ контактъ достигается тѣмъ, что свинчиваются плоскія поверхности, а для большихъ токовъ онъ производится пришлифованнымъ конусомъ. Винтовые скрѣпленія между проводами, несущими большіе токи, слѣдуетъ подтягивать послѣ того, какъ эти провода втеченіе многихъ часовъ находились подъ токомъ. Необходимо по временамъ посматривать, какъ нагрѣваются эти контактные поверхности, и, если окажется нужнымъ, вычистить ихъ.

114. **Тахометръ.** Этотъ приборъ показываетъ на своемъ циферблатѣ скорость вращенія машины. Ремень, ведущій тахометръ, лучше всего наложить прямо на валъ машины, укрѣпивъ на немъ шкивъ. Тахометръ монтируется такъ, чтобы его показаніе могло уже быть отсчитано и съ нѣкотораго разстоянія. По временамъ его провѣряютъ помощью счетчика оборотовъ. Въмѣсто тахометра можно пользоваться частотомѣромъ Фрама (см. 94).

115. **Ареометръ.** Ареометръ служитъ для измѣренія плотности аккумуляторной кислоты (см. 86); онъ состоитъ изъ стеклянной трубки,

плавающей на жидкости въ вертикальномъ положеніи, и погруженной въ нее болѣе или менѣе, смотря по плотности жидкости. Плотность эта отсчитывается по шкалѣ, нанесенной на трубкѣ; она указывается тѣмъ дѣленіемъ шкалы, которое совпадаетъ съ поверхностью жидкости; приэтомъ дается или прямо плотность, или градусъ по шкалѣ Боме.

Лампы.

Лампы съ вольтовой дугой.

116. Свѣтовая дуга (вольтова дуга). Въ лампахъ съ дугою свѣтъ главною своею частью производится накаливаніемъ угольныхъ оконечностей. Только въ введенныхъ съ недавняго времени пламенныхъ дуговыхъ лампахъ (см. 120) сама дуга испускаетъ не мало свѣта.

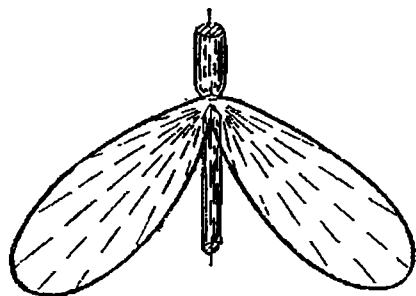


Рис. 99.

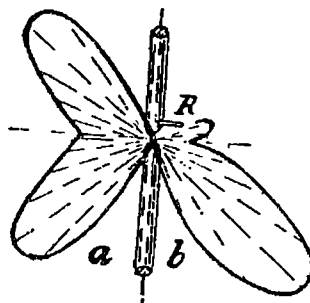


Рис. 100.

Въ лампахъ постояннаго тока положительный уголь раскаляется сильнѣе отрицательнаго. Вслѣдствіе этого свѣтъ отъ лампы постояннаго тока распредѣляется такъ, какъ показано на рис. 99; длина радіусовъ, ограниченныхъ кривою, выражаетъ яркости свѣта въ соотвѣтственныхъ направленіяхъ. Въ лампахъ переменнаго тока положительный и отрицательный угли накаливаются приблизительно одинаково сильно, вслѣдствіе чего лампа испускаетъ вверхъ и внизъ приблизительно одинаковое количество свѣта (рис. 100, а).

Чтобы пользоваться внизу свѣтомъ, излучаемымъ лампою переменнаго тока наверхъ, укрѣпляютъ непосредственно надъ дугою рефлекторъ; тогда кривая распредѣленія свѣта принимаетъ видъ, изображенный на рис. 100, б.

Кривыя яркости вышеприведенныхъ рисунковъ относятся къ лампамъ съ прозрачными колпаками; матовые колпаки, наиболѣе употребительные, даютъ болѣе равномерное распредѣленіе свѣта.

117. Напряжение у зажимовъ лампы, сила тока и сила свѣта. Напряжение у зажимовъ лампы съ длинными углями должно быть нѣсколько больше, чѣмъ у лампы съ короткими углями. Въ случаѣ переменнаго тока напряжение у зажимовъ лампы зависитъ отъ типа машины, производящей токъ; лампа требуетъ тѣмъ меньшее напря-

жніе, чѣмъ острѣе кривая, изображающая измѣненіе тока (рис. 1). При общей длинѣ обоихъ углей въ 400—500 мм. требуются въ среднемъ силы тока и напряженія, показанныя въ нижеслѣдующей таблицѣ для обыкновенныхъ дуговыхъ лампъ. Относительно напряженія въ свѣти, обусловливаемаго еще и включаемымъ реостатомъ для спокойнаго горѣнія см. § 125. Кромѣ того въ таблицѣ показаны еще и приблизительныя величины поперечниковъ углей, необходимыя для равномернаго ихъ сгоранія. Числа, данныя для силы свѣта, относятся къ средней полусферической яркости внизъ, т. е. къ среднему излучаемому внизъ свѣту при нормальномъ, для горѣнія, состояніи лампы, но безъ внѣшняго рефлектора и съ прозрачнымъ стекляннымъ колпакомъ; въ долгогорящихъ лампахъ предполагается и внутренній матовый шаръ замѣненнымъ на прозрачный стеклянный. Для обозначенія

Обыкновенныя дуговыя лампы.

Сила тока.	Постоянный токъ.				Переменный токъ.			
	Напряженіе у лампы.	Съ	Одно-	Средняя полусфе- рическая сила свѣ- та, въ свѣчахъ Гейнера.	Напряженіе у лампы.	Лампы съ рефлекто- ромъ, угли съ фитилями:		Средняя полусфе- рическая сила свѣ- та, въ свѣчахъ Гейнера.
		фити- лемъ	род- ные			верх- ній	ниж- ній	
Ам- перы.	Воль- ты.	мм.	мм.	Воль- ты.	мм.	мм.		
2	38	9	7	80	—	—	—	
3	39	11	8	140	—	—	—	
4	40	12	9	210	28	7	8	90
6	40	14	10	370	29	8	9	170
8	40	16	11	550	29	9	10	280
10	41	18	12	770	30	10	12	430
12	42	20	14	1000	30	11	13	580
15	43	21	15	1400	31	13	15	820
20	44	23	16	2050	32	15	17	1200
25	44	25	17	2800	32	16	19	1600

полусферической яркости, измеренной в свѣчахъ Гейфнера, принять знакъ НКС. Если у соответственнаго числа в скобкахъ указывается множитель, то нужно на него помножить полусферическую яркость, чтобы получить среднюю сферическую яркость, т. е. среднюю величину испускаемаго лампою свѣта. Ламповые колпаки поглощаютъ свѣтъ въ большей или меньшей степени, смотря по своей толщинѣ. Поглощеніе свѣта для алебастроваго колпака 15%, для опаловаго 20% больше, чѣмъ при прозрачномъ стеклянномъ колпакѣ.

Длина свѣтовой дуги при постоянномъ токъ силы въ 2—25 А равна 1—2 мм., считая отъ плоскости, которую можно представить себѣ проведенною чрезъ нижній край положительнаго угля до острія отрицательнаго угля; при переменномъ токъ — около 1—3 мм.

118. Включеніе лампъ по три. Если въ цѣль постояннаго тока съ напряженіемъ ок. 110 V включается послѣдовательно по три дуговыхъ лампы вмѣсто обычныхъ двухъ, то лампы горятъ съ меньшею длиною дуги и при меньшемъ напряженіи. При зажиганіи лампъ пользуются реостатомъ, замыкаемымъ мало по малу на короткую послѣ включенія лампъ. Въ этомъ случаѣ на ту же самую потребляемую энергію получается бѣльшая свѣтовая отдача, чѣмъ при послѣдовательномъ соединеніи лампъ по двѣ; но регулировка ихъ становится въ высшей степени чувствительною, такъ что на равномерное и спокойное горѣніе можно рассчитывать лишь при неослабномъ вниманіи.

119. Лампы съ закрытою дугой. Это лампы съ дугою почти герметически закрытою. Напряжение между углями при постоянномъ токъ ок. 80 V, при переменномъ, употребляемомъ въ этомъ случаѣ рѣдко, ок. 70 V; длина дуги приблиз. 10 мм. Напряжение сѣти должно быть около 110 V; при такомъ напряженіи лампы горятъ, если включены по одной; при 220 V — если включены по двѣ послѣдовательно. Угли должны въ точности отвѣчать указанію съ завода.

Для фотографическихъ цѣлей напряжение у лампы повышается до 160 V включеніемъ ея въ 220-вольтовую сѣть. При этомъ дуга становится длиною, болѣе богатою ультрафіолетовыми лучами и особенно сильно дѣйствуетъ фотографически.

а) Лампы продолжительнаго горѣнія (долгогорящія) снабжаются обыкновенно двумя колпаками, одинъ — внутренній, герметически закупоривающій, другой — внѣшній. Ихъ угли замѣняются новыми послѣ 100—300 часового горѣнія. Онѣ свѣтятъ главнымъ образомъ въ горизонтальномъ направленіи, какъ это изображено на рис. 101 для постояннаго тока и для прозрачнаго стеклянаго колпачка. Это преимущественно — горизонтальное излученіе особенно удобно тогда, когда хотятъ воспользоваться отраженіемъ отъ свѣтлыхъ стѣнъ. Горизонтальное излученіе позволяетъ подвѣшивать лампы не столь высоко, какъ обыкновенныя постояннаго тока, свѣтящія главнымъ образомъ внизъ. Преимуществомъ въ сравненіи съ обыкновенными дуговыми лампами является экономія на угляхъ и на платѣ за уходъ, потребленіе же электрической энергіи больше по отношенію къ силѣ свѣта. Неспокійное горѣніе, которое нужно приписать бѣганію дуги между

плоскими оконечностями углей, смягчается матовымъ стекляннымъ колпачкомъ.

б) Экономическія лампы обладаютъ продолжительностью горѣнія всего въ 15–30 час. вслѣдствіе своихъ болѣе тонкихъ углей; онѣ отличаются спокойнымъ свѣтомъ и экономичностью въ потребле- ній энергіи. Лампы эти строятся, какъ съ углями, находящимися другъ надъ другомъ, такъ и съ углями, поставленными другъ около друга. Въ послѣднемъ случаѣ свѣтъ лампы направленъ преимуще- ственно внизъ, какъ изображено на рис. 103 для пламенной дуговой лампы. Вслѣдствіе этого онѣ особенно пригодны для освѣщенія оконъ.

Небольшія экономическія лампы прибл. на 2 А и 110 V, появив- шіяся подъ названіями Лилипутъ, Миньонъ и т. д., превзойдены метал- лическими лампами (см. 137, с), горѣніе которыхъ болѣе экономично (ок. 1 W на 1 НК). Теперь уже не рекомендуютъ приобрѣтать ихъ; скорѣе вопросъ можетъ идти о замѣнѣ ихъ, если онѣ уже существуютъ, на метал- лическія.

120. Пламенные дуговые лампы. Эти лампы, употребляющіяся какъ при постоянномъ, такъ и переменномъ токъ, даютъ пламенно-образную свѣтящую дугу, въ противоположность обыкно- веннымъ дуговымъ лампамъ. Сила свѣта ихъ значительно больше обычныхъ лампъ. Свѣченіе дуги происходитъ отъ

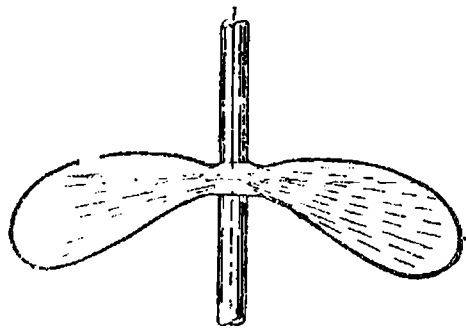


Рис. 101.

испаренія металлическихъ солей, которыми пропитаны угли. Пары металлическихъ солей увеличиваютъ еще и проводимость дуги, вслѣд- ствіе чего она бываетъ болѣе длиною, чѣмъ, при томъ же напряже- ній, въ обыкновенной дуговой лампѣ. Смотря по химическому со- ставу солей, содержащихся въ угляхъ, лампа даетъ желтый, красный или молочно-бѣлый свѣтъ. Напряжение у лампы приблизительно равно напряженію у обыкновенной лампы, что позволяетъ примѣнять въ обоихъ случаяхъ одинаковые способы включения. Все же однако на- пряженіе у лампы столь сильно зависитъ отъ того, какимъ цвѣтомъ, желтымъ, молочнымъ и т. д., горятъ ея угли, что для cadaго цвѣта она должна быть особо подрегулирована. Употребляются лампы съ углями, стоящими, какъ обыкновенно, одинъ надъ другимъ, или одинъ рядомъ съ другимъ, подъ нѣкоторымъ угломъ. Распределеніе яркости лампы постоянного тока съ углями, поставленными одинъ надъ дру- гимъ, изображено на рис. 102 и съ углями одинъ возлѣ другого — на рис. 103 для случая прозрачнаго колпака. Въ послѣднемъ случаѣ онѣ даютъ при одинаковомъ потребле- ній большую яркость. Относи- тельно потребле- ній этими лампами электрической энергіи при одной и той же силѣ свѣта постоянный и переменный токи равнозначны, тогда какъ при обыкновенной дуговой лампѣ постоянный токъ предпочти- тельнѣе. Ихъ свѣтъ при постоянномъ токъ менѣе спокойный, чѣмъ

свѣтъ отъ обыкновенной дуги, но вполне достаточно спокойный для открытых мѣстъ, гдѣ онѣ наиболѣе и употребляются. Для закрытыхъ помѣщений онѣ допустимы лишь при условіи хорошей вентиляціи, вслѣдствіе выдѣляемыхъ ими паровъ.

При монтировкѣ лампы постояннаго тока слѣдуетъ тѣмъ болѣе слѣдить за правильностью включенія полюсовъ, обозначенныхъ на лампѣ, что вѣрное включеніе трудно узнать по горѣнію лампы, а при невѣрномъ портится рефлекторъ, находящійся надъ дугой.

Пламенные дуговые лампы требуютъ особенно тщательнаго ухода вслѣдствіе развивающихся въ нихъ газовъ, дѣйствующихъ на регулирующий механизмъ. Ежедневно ихъ нужно прочищать; причемъ поврежденные части, закопченный рефлекторъ и т. под. замѣняются новыми. Рекомендуется по меньшей мѣрѣ разъ въ годъ обращаться за чисткою къ специалисту.

121. Угли. Угли съ фитилемъ имѣютъ вдоль оси полость, наполненную особенной массой; однородные на всемъ поперечномъ раз-

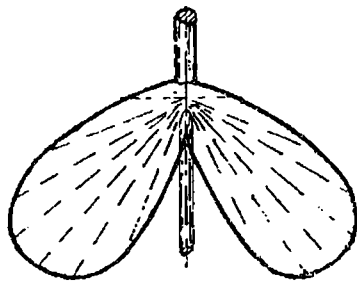


Рис. 102.

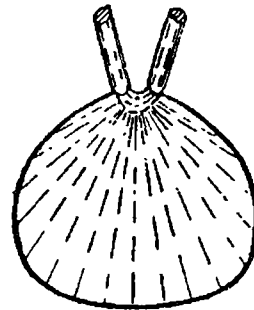


Рис. 103.

рѣзѣ одинаковы. Въ лампахъ съ постояннымъ токомъ уголь съ фитилемъ употребляется въ качествѣ верхняго (положительнаго) угля, а однородный — въ качествѣ нижняго (отрицательнаго). Положительный уголь расходуется въ лампахъ съ постояннымъ токомъ почти вдвое быстрѣ отрицательнаго; поэтому, чтобы оба угля горѣли одинаково долго, положительный уголь берутъ длиннѣе или, еще чаще, большаго діаметра. Въ лампахъ для переменнаго тока уголь съ фитилемъ вообще употребляется и какъ верхній, и какъ нижній; здѣсь оба угля расходуются одинаково быстро, если отсутствуетъ рефлекторъ. Но если непосредственно надъ свѣтящеюся точкой укрѣпленъ рефлекторъ, то верхній уголь сгораетъ медленнѣе. Въ этомъ случаѣ верхній уголь берутъ нѣсколько тоньше нижняго. Въ лампахъ съ закрытой свѣтовой дугой (см. 119) употребляются при постоянномъ токѣ однородные угли, а при переменномъ верхній съ фитилемъ, нижній — однородный. Касательно діаметра углей должно положиться на указанія фабрикантовъ. Вообще лампы съ болѣе тонкими углями

горятъ спокойнѣе; но, имѣя въ виду большую продолжительность горѣнія, часто выбираютъ угли наибольшей допустимой толщины.

Стоимость замѣны углей, рассчитанная на одинъ часъ горѣнія, для обыкновенныхъ дуговыхъ лампахъ равна 2—3 пфенигамъ, для лампы продолжительнаго горѣнія 0,1—0,3 пф. и для пламенной 3—4 пф.

122. Ламповые оправы и колпаки. Оправы лампъ должны быть изолированы отъ ламповыхъ частей, несущихъ токъ, и при употребленіи на открытомъ воздухѣ должны быть защищены отъ дождя.

Колпаки дѣлаются изъ гладкаго или матоваго стекла. Колпаки изъ гладкаго стекла поглощаютъ ничтожное количество свѣта (см. 117) въ сравненіи съ матовыми, но употребляются рѣже, такъ какъ не разсѣиваютъ свѣта. Между матовыми колпаками колпаки изъ алебастроваго стекла поглощаютъ нѣсколько менѣе, чѣмъ изъ опаковаго. Послѣдніе имѣютъ еще то неудобство, что вслѣдствіе неоднородности стекла отбрасываютъ на освѣщаемую поверхность тѣневая кольца.

Если при колпакахъ находятся тарелочки для золы, то онѣ должны плотно прилегать; въ противномъ случаѣ раскаленные кусочки углей могутъ упасть на горючіе предметы подъ лампой и причинить воспламененіе. Поэтому должно обратить вниманіе на прикрѣпленіе тарелочекъ; оно должно быть такимъ, чтобы тарелочки находились въ должномъ положеніи даже при недостаточномъ уходѣ за лампами. Тарелочки, свободно положенныя въ колпакѣ, не должны быть употребляемы, такъ какъ онѣ легко смѣщаются со своего мѣста. Испорченныя колпаки и тарелочки необходимо замѣнять новыми.

123. Освѣщеніе разсѣяннымъ свѣтомъ. Для освѣщенія разсѣяннымъ свѣтомъ, какое требуется въ чертежныхъ и т. п., употребляется отчасти или исключительно не прямое освѣщеніе. Въ первомъ случаѣ подъ лампами помѣщаются полупрозрачные стеклянные экраны, отбрасывающіе часть свѣта отъ лампъ на бѣлыя поверхности, устроенныя надъ лампами, или на бѣлый потолокъ. Во второмъ случаѣ подъ лампами помѣщаются непрозрачные рефлекторы, причемъ въ случаѣ постоянного тока лампы зажигаются съ перевернутыми полюсами (см. 125).

124. Регулирующіе механизмы. Регулирующій механизмъ сближаетъ угли по мѣрѣ ихъ сгоранія и приводится въ дѣйствіе, вообще, автоматически. Лампы съ ручною регулировкой употребляются лишь въ исключительныхъ случаяхъ, напр. при театральныхъ эффектахъ. Касательно обращенія съ отдѣльными частями механизмовъ существуютъ инструкціи отъ заводовъ. Должно принять за правило не дѣлать никакихъ измѣненій въ лампахъ, доставляемыхъ за-ново съ завода.

Механизмы лампъ, назначаемыхъ для послѣдовательнаго или сложно-параллельнаго введенія (см. 125, а и с), если включается послѣдовательно болѣе 2—4 лампъ, содержатъ автоматическіе выключатели, приспособленія, помощью которыхъ догорѣвшія лампы выключаются, и вмѣсто выключенной лампы вводится замѣняющее ее сопротивление. Съ этою же цѣлью при переменномъ токѣ параллельно лампамъ включаются реактивныя катушки.

Мы раздѣлимъ регуляторы на три группы, сообразно съ различіями въ обмоткѣ катушекъ:

а) Лампа съ послѣдовательною обмоткою: Катушки этихъ рѣдко употребляемыхъ лампъ обмотаны толстой проволокой, черезъ которую протекаетъ главный токъ. На рис. 104 дана схема такой лампы, регулируемой на постоянный токъ. Токъ идетъ послѣдовательно чрезъ катушку и вольтову дугу. Верхній угледержатель соединенъ съ желѣзнымъ стержнемъ K , вдающимся внутрь катушки S и уравновѣшеннымъ отчасти противовѣсомъ G . Если вслѣдствіе увеличенія свѣтовой дуги сила тока упадетъ, то тяжесть верхняго угледержателя возьметъ перевѣсъ надъ втягивающей силой катушки, и уголь будетъ опускаться, пока дуга не уменьшится настолько, чтобы

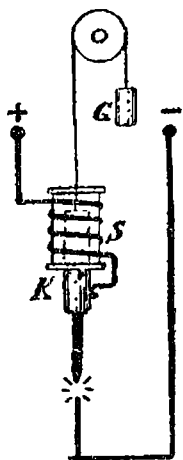


Рис. 104.

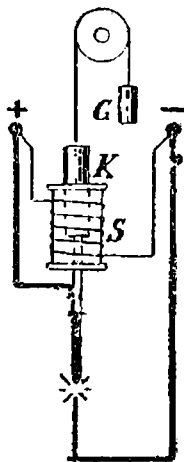


Рис. 105.

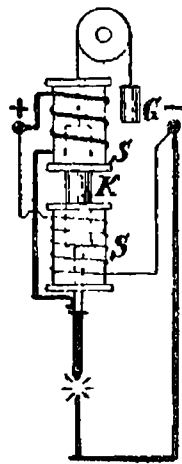


Рис. 106.

возстановилась нормальная сила тока. Лампы съ катушками, включенными въ главную цѣпь, не могутъ быть включаемы послѣдовательно, такъ какъ тогда напряженіе распредѣлилось бы между лампами неравномерно.

Сила тока чрезъ лампу опредѣляется регулировкой механизма; напряженіе у лампы, а вмѣстѣ съ нимъ и длина свѣтовой дуги опредѣляется сопротивленіемъ, включеннымъ послѣдовательно съ лампою (см. 126).

б) Шунтовая лампа: Здѣсь, въ противоположность лампѣ съ послѣдовательною обмоткою, катушка тонкой проволоки находится въ побочной вѣтви у зажимовъ лампы (рис. 105). Включенный такимъ образомъ механизмъ регулируетъ напряженіе. Съ увеличеніемъ дуги напряженіе возрастаетъ; вслѣдствіе этого чрезъ побочную катушку протекаетъ болѣе сильный токъ, и она сильнѣе втягиваетъ желѣзный стержень; угли сближаются. Смотря по конструкціи, такія лампы могутъ быть включаемы послѣдовательно въ числѣ отъ 2-хъ до 4-хъ.

Напряжение у лампы, а съ нимъ и длина дуги зависятъ отъ установки регулирующаго механизма; отъ измѣненія сопротивленія, включеннаго предъ лампой, измѣняется сила тока, но не напряжение.

с) Дифференціальная лампа: Катушка изъ толстой проволоки, включенная въ главную цѣпь, и шунтовая катушка изъ тонкой проволоки (рис. 106) уравниваютъ дѣйствіе другъ друга при нормальномъ горѣніи. Если же токъ увеличивается, первая стремится увеличить дугу; при слишкомъ длинной дугѣ и большомъ вслѣдствіе этого напряженіи, шунтовая беретъ перевѣсъ и заставляетъ дугу уменьшиться. Дифференціальныя лампы могутъ быть включаемы послѣдовательно въ любомъ числѣ. Вслѣдствіе регулярнаго дѣйствія этихъ лампъ, при нихъ требуется меньшій реостатъ, чѣмъ у шунтовыхъ лампъ.

Въ цѣпи переменнаго тока чаще всего примѣняются лампы съ моторами. Здѣсь два электромагнита, одинъ возбуждаемый главнымъ

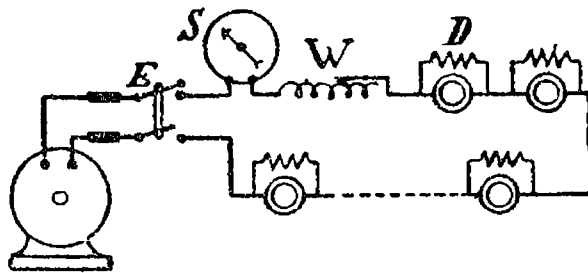


Рис. 107.

токомъ, другой — въ шунтъ у дуги, дѣйствуютъ на алюминиевой дискъ. Смотря по тому, который изъ электромагнитовъ пересиливаетъ, дискъ вращается въ ту или другую сторону, производя такимъ образомъ регулировку дуги.

Реостатъ, введенный послѣдовательно, одинаковымъ образомъ вліяетъ на силу тока и напряжение.

Въ другихъ лампахъ, не относящихся къ группѣ дифференціальныхъ, часто также имѣются катушки обоого рода. Въ такихъ лампахъ каждая катушка имѣетъ свое особое назначеніе, напр. главная катушка — образованіе дуги при включеніи лампы, а побочная — регулировка дуги.

125. Включеніе лампъ. Лампы для постояннаго тока должны быть, за исключеніемъ случая разсѣяннаго свѣта (см. 123), вводимы въ цѣпь такъ, чтобы токъ проходилъ по направленію отъ верхняго угля къ нижнему; зажимы лампы поэтому всегда бываютъ обозначены + и —.

Въ лампахъ для переменнаго тока, хотя оба зажима совершенно равнозначны, однако полезно въ случаѣ лампъ, расположенныхъ въ одномъ и томъ же помѣщеніи, чередовать зажимы такимъ образомъ,

чтобы, если прослѣдить токъ въ какомъ либо главномъ проводѣ то оказалось бы, что онъ входитъ въ одну лампу чрезъ верхній уголь, а въ слѣдующую чрезъ нижній; вслѣдствіе этого миганіе свѣта, которое является при небольшомъ числѣ періодовъ, будетъ менѣе замѣтно.

а) Последовательное включеніе: Последовательное включеніе большого числа лампъ, при которомъ каждая машина (машина для дуговыхъ лампъ) питаетъ отдѣльную ламповую цѣпь, встрѣчается лишь на болѣе старыхъ установкахъ. При постоянномъ токъ лампы снабжаются самодействующими замыкателями на короткую или переключателями на сопротивление, замыкающее лампу, иначе прерывъ тока въ одной лампѣ поведетъ за собой выключеніе всей цѣпи. При переменномъ токъ для этой цѣли служатъ дроссельныя катушки D (рис. 107), включенныя параллельно лампамъ; эти катушки поглощаютъ 10% тока, идущаго на лампу. Въ цѣпь лампъ включается еще (рис. 107): амметръ S , предохранители, выключатель E и реостатъ для спокойнаго горѣнія W .

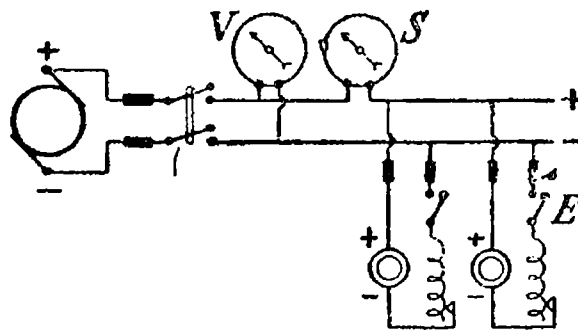


Рис. 108.

б) Простое параллельное соединеніе: Всѣ лампы, какъ показываетъ рис. 108, находятся въ параллельномъ соединеніи съ главными проводами. При каждой лампѣ вводится реостатъ для спокойнаго горѣнія, двуполосный выключатель и предохранители; лампы могутъ быть поэтому включаемы независимо другъ отъ друга. При этомъ способѣ соединенія напряженіе сѣти при постоянномъ токъ должно быть около 65 V; при переменномъ же, смотря по виду его кривой (см. 117), 36—42 V. Поэтому при лампахъ съ дугою здѣсь можно включать и калильныя лампы, также введенныя параллельно. При такой схемѣ, рѣдко употребляемой, сѣченіе проводовъ должно быть велико.

в) Включеніе группами: Здѣсь, какъ видно изъ рис. 109, въ группы соединяются послѣдовательно по нѣскольку лампъ, а группы включаются параллельно между магистралями. Каждая группа лампы снабжается реостатомъ, двуполоснымъ выключателемъ и предохранителями, такъ что лампы включаются или выключаются группами. Въ трехпроводной сѣти съ заземленнымъ среднимъ проводомъ выключатели необходимы лишь въ отвлѣченіяхъ у внѣшнихъ проводовъ.

(см. 100). По большей части включается отъ 2-хъ до 4-хъ лампъ въ группу. Напряжение сѣти постоянного тока при послѣдовательномъ соединеніи двухъ лампъ должно быть около 110 V, для четырехъ около 220 V; при переменномъ токѣ для двухъ лампъ 72—80, для трехъ — 100—120 V. Совмѣстно включаются лишь лампы, подрегулированныя другъ къ другу, и соотвѣтственно обозначенныя на заводѣ. Это включеніе особенно пригодно для одновременнаго горѣнія дуговыхъ и калильныхъ лампъ.

Для послѣдовательнаго включенія большаго числа лампъ пользуются правилами, данными подъ а). Если послѣдовательно соединено больше 20 лампъ, то замѣняющихъ реостатовъ можетъ не быть; достаточны автоматическіе переключатели на короткую. Напряжение цѣпи со включеніемъ потери напряжения въ реостатѣ получается умноженіемъ числа лампъ при постоянномъ токѣ приблизительно на 48, при переменномъ на 36 V.

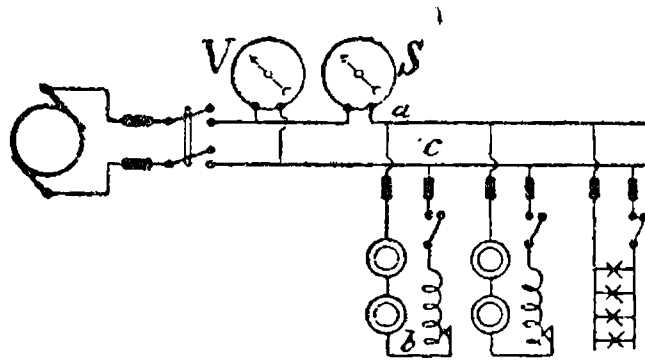


Рис. 109.

126. Реостатъ для спокойнаго горѣнія дугъ. При параллельномъ включеніи лампъ (см. рис. 108 и 109) въ каждую ламповую цѣпь вводятъ по реостату.

Величина реостата опредѣляется качествами регулирующаго механизма лампы, кромѣ того, что напряжение сѣти можетъ еще заставить включать дальнѣйшіе реостаты. Вообще говоря, реостатъ долженъ быть таковъ, чтобы причиненная имъ потеря въ напряженіи равнялась приблизительно 20—30% полнаго напряжения въ лампахъ, включенныхъ въ одну цѣпь. Для дифференціальныхъ лампъ достаточно реостатъ на 5—10%. Реостатъ включается весь или отчасти въ провода, ведущіе къ лампамъ, такъ что напр. въ цѣпи *abc* (рис. 109) сопротивление потребное для лампы образуется изъ сопротивления проводовъ и реостата.

Относительно монтаровки и ухода за реостатами см. 105.

127. Реактивная катушка. Въ установкахъ переменнаго и многофазнаго тока вмѣсто реостатовъ для спокойнаго горѣнія употребляются дроссельныя (реактивныя) катушки, которыя, въ сравненіи съ

реостатами, даютъ выгоду въ электрической энергіи. Во избѣжаніе большаго сдвига фазъ въ цѣпи, реактивныя катушки не должны причинять потери напряженія большаго, чѣмъ 25% напряженія у лампы. Нѣкоторыя станціи вообще запрещаютъ включеніе въ сѣть реактивныхъ катушекъ.

Если включеніе индуктивной катушки не приводитъ къ должной величинѣ тока, а подрегулировать ее, снимая или накладывая новые витки, затруднительно, то можно помочь дѣлу, измѣняя разстояніе желѣзной перекладины отъ вѣтвей катушки.

128. Реостатъ для замѣщенія. Эти реостаты употребляются для замѣны отдѣльно выключаемой лампы при послѣдовательномъ соединеніи; это позволяетъ, несмотря на тушеніе отдѣльныхъ лампъ, горѣть остальнымъ, включеннымъ въ ту же цѣпь (см. § 125, послѣдн. абз.).

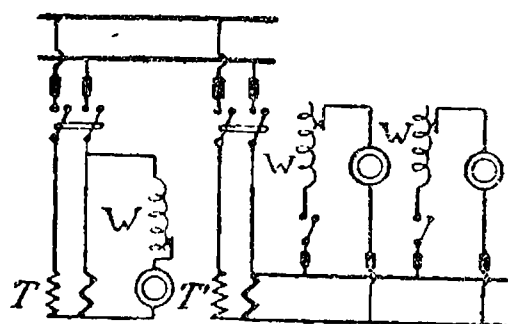


Рис. 110.

Обыкновенно замѣщающій реостатъ, принадлежащій данной лампѣ, устраивается у самой лампы и включается самодѣйствующимъ выключателемъ этой лампы.

129. Ламповый трансформаторъ. Въ случаѣ включенія въ цѣль переменнаго тока отдѣльныхъ дуговыхъ лампъ и необходимости избѣжать большой потери энергіи въ реостатѣ употребляются лампы трансформаторы. На рис. 110 изображены трансформаторъ T для одной лампы L и T' для двухъ или болѣе параллельно включенныхъ лампъ; при обоихъ имѣются реостаты для спокойнаго горѣнія лампъ, включенные въ цѣпь лампы.

Употребленіе ламповыхъ трансформаторовъ имѣетъ то преимущество въ сравненіи съ реактивными катушками, что цѣль менѣе нагружается и не происходитъ замѣтнаго сдвига фазъ.

130. Подъемное подвѣшиваніе дуговыхъ лампъ употребляется по возможности всегда, такъ какъ при неподвижномъ подвѣшиваніи ихъ необходимый уходъ за ними производится съ лѣстницей, становится труднѣе, а потому менѣе тщательнымъ. Подъемнымъ приспособленіемъ служитъ обыкновенно барабанчикъ, на который наматывается тросъ, или противовѣсъ; тросъ употребляется стальной, хорошо оцинкованный. Для обмотки мѣсть его соединеній, напр. при соединенія съ лампой берутъ оцинкованную желѣзную или стальную проволоку, но не мѣдную, которая разрушается отъ электролиза при доступѣ сырости. Рекомендуются примѣненіе тросовыхъ замковъ, дѣлающихъ излишними соединенія и ускоряющихъ монтировку. Блоки, ведущіе тросы, не должны быть слишкомъ малы въ видахъ сбереженія каната; для каната съ діаметромъ въ 5—7 мм. діаметръ блока не долженъ быть меньше 80 мм. Между лампою и подвѣшивающимъ

приспособленіемъ должна быть проложена изолировка. Въ сухомъ помѣщеніи такую изолировкой могутъ служить изолирующіе ролики (рис. 111); болтъ съ винтовыми нарѣзками соединяетъ ушко для подвѣшиванія и изолирующій роликъ, въ желобокъ котораго положенъ крюкъ формы S. Если подвѣшиваніе производится въ сыромъ помѣщеніи, то должна быть примѣнена болѣе совершенная изоляція. При высокомъ напряженіи менѣе 1000 V лампа изолируется въ двухъ мѣстахъ: отъ троса и соотв. отъ металлическаго держателя, или же тросъ и держатель соединяются съ землею; при напряженіяхъ выше 1000 V примѣняется и то, и другое вмѣстѣ, т. е. и изолировка лампы, и заземленіе троса и держателя. Если мѣсто, гдѣ подвѣшена лампа, подвергается сотрясенію, лампа должна висѣть на спиральной пружинѣ. Подвижные провода лампъ дѣлаются изъ изолированнаго резиною кабеля; они не должны быть слишкомъ длинны, во избѣжаніе запутки, однако всегда настолько длинны, чтобы при вполнѣ спущенной лампѣ они не были туго натянуты. За исходную точку подвижныхъ проводовъ принимаютъ средину между низшимъ и высшимъ положеніемъ лампы. Провода крѣпко соединяются съ ламповыми зажимами и освобождаются отъ натяженія.



Существенное сбереженіе тросовъ, а слѣдовательно и большая увѣренность въ подвѣшивающемъ приспособленіи достигаются разгрузкою троса; при этомъ устройствѣ тросъ служитъ только къ поднятію и опусканію лампы; въ соединеніи съ контактнымъ приспособленіемъ это устройство позволяетъ обойтись безъ подвижныхъ проводовъ.

Отъ времени до времени испытываютъ прочность подъемнаго приспособленія. Если для подвѣшиванія употреблены деревянные столбы, то слѣдуетъ защитить зарытую въ землю часть столба отъ гніенія (см. 101); чрезъ извѣстныя промежутки времени слѣдуетъ испытать крѣпкость столба. Подушки ведущихъ роликовъ подъемнаго каната должны быть, по возможности, отъ времени до времени смазываемы жиромъ; особенно не должно забывать это при монтировкѣ роликовъ, доступъ къ которымъ впослѣдствіи труденъ.

131. Устройство освѣщенія. Если не имѣется мѣсть, требующихъ особаго освѣщенія, то дуговья лампы распредѣляются по возможности равномерно; при этомъ нужно устроить, чтобы онѣ были легко доступны для ухода за ними. Дуговья лампы недопустимы въ помѣщеніяхъ, въ которыхъ возможенъ взрывъ газовъ или пыли.

Для хорошаго освѣщенія мастерскихъ рассчитываютъ по амперу постояннаго тока на каждые 10 кв. метровъ, при переменномъ токъ на 5 кв. м. пола. Касательно высоты подвѣшиванія и разстоянія между лампами для полученія вообще достаточнаго общаго освѣщенія на открытомъ воздухѣ можно руководствоваться слѣдующими отношеніями для случая постояннаго тока:

Сила тока; амперы:	Разстояніе лампъ на улицахъ и площадяхъ: мт.	Высота лампъ надъ почвою: мт.
8	30	8
10	50	10
16	80	15

132. **Производство освѣщенія.** Спокойное горѣніе зависитъ отъ конструкціи регулятора, но также и отъ выполненія надлежащей величины тока и напряженія и отъ матерьяла углей. При очень короткой дугѣ концы углей легко приходятъ въ соприкосновеніе, при очень длинной дугѣ излучается слишкомъ много голубого свѣта и уменьшается яркость освѣщенія. Наблюденіе дуги производится чрезъ темныя стекла (дымчатое стекло, или красное и зеленое стекла, положенныя одно на другое).

Включать нѣсколько ламповыхъ цѣпей въ небольшой установкѣ не слѣдуетъ слишкомъ скоро одну за другой; иначе увеличеніе тока, быстро слѣдующее за включеніемъ, причиняетъ перегрузку. Если потухла лампа, слѣдуетъ разомкнуть цѣпь, чтобы не повредить лампы; ее включаетъ снова лишь послѣ осмотра.

Уходъ за лампами во время дѣйствія освѣщенія, по возможности, не допускается. Если это необходимо, то соотвѣтственная лампа должна быть предварительно выключена и, если нужно, заземлена, чтобы исключалась всякая опасность при прикосновеніи къ ней. Иногда во избѣжаніе электрическаго удара становятся на сухую доску и даже еще снабженную изолирующими ножками. Если вблизи лампы находятся горючіе матерьялы, то колпакъ можетъ быть снятъ лишь послѣ того, какъ угли остынутъ.

133. **Уходъ за лампами.** Угли должны имѣть надлежащую длину и толщину. Въ обыкновенныхъ дуговыхъ лампахъ концы углей должны еще раздвигаться другъ отъ друга на 5 мм. Въ шунтовой лампѣ вновь вставленные угли должны имѣть между концами своими разстояніе въ нѣсколько миллиметровъ; въ лампахъ серіэсъ (съ послѣдовательною обмоткою) и дифференціальныхъ угли должны касаться своими концами. При всякомъ новомъ вставленіи углей слѣдуетъ очищать щеткой какъ угледержатели, такъ и остальные выдающіяся изъ механизма части.

Механизмъ лампы долженъ быть отъ времени до времени подвергаться чисткѣ. Пыль удаляютъ кистью; для очистки же частей, проводящихъ токъ, и частей, по которымъ скользятъ угледержатели, употребляютъ тряпку, смоченную бензиномъ. Недопустимо регулирующий механизмъ смазывать масломъ. Чрезъ извѣстное время механизмы испытываются въ отношеніи ихъ исправности, причемъ наблюдаютъ длину дуги и измѣряютъ напряженіе.

Ртутныя лампы.

134. Ртутныя лампы. Эти лампы, предназначенныя для постоянного тока, состоятъ изъ стеклянной или кварцевой трубки, изъ которой выкачанъ воздухъ; ртуть, находящаяся въ нихъ, приводится электрическимъ токомъ въ газообразное состояніе и свѣтитъ. На концахъ трубки имѣются расширения со впаянными въ нихъ металлическими проводничками, посредствомъ которыхъ токъ подводится къ ртутнымъ электродамъ. Послѣдовательно съ лампой включаются реостатъ и дроссельная катушка.

Лампу пускаютъ въ дѣйствіе обыкновенно наклоненіемъ отъ руки или же самодѣйствующимъ приспособленіемъ. Приэтомъ ртуть перетскаетъ съ одного электрода на другой, и устанавливается вольтова дуга. Затѣмъ лампа снова приводится въ начальное положеніе. Продолжительность горѣнія лампы обыкновенно достигаетъ 1000 часовъ; послѣ такой службы ее приходится замѣнить новою; устраненіе необходимости ухода и представляетъ преимущество ртутныхъ лампъ въ сравненіи съ обычными дуговыми.

а) Лампы со стеклянными трубками, выдѣлка которыхъ началась съ болѣе давняго времени, приготовляются для напряженія въ 40-80 V и потому горятъ въ 110-вольтовой сѣти, будучи включаемы по двѣ послѣдовательно или по одной; при токѣ въ 3,5 А подъ 40 V сила ихъ свѣта равна прибл. 400 норм. свѣчей и подъ 80 V — 800 норм. свѣч. Въ свѣтѣ лампъ, имѣющихъ длину 0,5 м., недостаетъ красныхъ лучей, вслѣдствіе чего ихъ свѣтъ по своему оттѣнку существенно отличается отъ свѣта обычныхъ источниковъ. Трубки дѣлаются изъ такого стекла, которое поглощаетъ ультрафіолетовые лучи, въ изобиліи испускаемые лампою и вредные для здоровья. Но трубки приготовляются и изъ стекла, пропускающаго ультрафіолетовые лучи, для тѣхъ случаевъ, когда хотятъ воспользоваться этими лучами съ лечебными цѣлями, для фотографическихъ работъ и т. д.

б) Кварцевая лампа. Недавно введена въ употребленіе ртутная лампа съ кварцевой трубкою. Температура плавленія кварца гораздо выше, чѣмъ стекла; поэтому въ кварцевой лампѣ ртутные пары могутъ быть доведены до гораздо болѣе высокой температуры; приэтомъ становятся замѣтными и красные лучи, и свѣтъ приобретаетъ блѣдо-голубой оттѣнокъ отличный отъ зеленовато-голубого оттѣнка вышеописанныхъ лампъ. Трубочка лампы такъ коротка, что она вмѣстѣ съ реостатомъ и пусковымъ приспособленіемъ умѣщается въ арматурѣ обычной дуговой лампы. Кварцъ весьма прозраченъ для ультрафіолетовыхъ лучей; они производятъ воспаленіе глазъ и кожи; поэтому, если лампа примѣняется для освѣщенія, она должна быть заключена въ стеклянный колпакъ. Послѣдній необходимъ также и для регулировки воздушнаго охладителя лампы, а потому онъ не можетъ быть снятъ или быть разбитымъ; въ противномъ случаѣ кварцевый сосудъ расплавится отъ чрезвычайнаго жара. На открытомъ воздухѣ и въ закрытыхъ помѣщеніяхъ употребляются не однѣ и тѣ же лампы, но предназначенныя для каждаго изъ этихъ случаевъ примѣненія.

Лампы, предназначенныя для освѣщенія, приготовляются больше всего для напряженія припл. въ 220 V и даютъ силу свѣта въ 3000 норм. свѣчей при токѣ въ 3,5 A. Онѣ представляютъ собою, слѣдовательно, сильные источники свѣта, годные главнымъ образомъ для освѣщенія улицъ и т. под. Лампы, примѣняемыя для лечебныхъ цѣлей, для фотографическихъ экспозицій и т. д., когда желаютъ использовать ихъ ультрафіолетовые лучи, устраиваются безъ предохранительнаго стеклянаго колпака и имѣютъ различныя формы.

Лампы накаливанія.

135. **Производство освѣщенія.** Электрическія лампы накаливанія требуютъ для своего спокойнаго горѣнія, по возможности, постояннаго напряженія. Напряженіе въ сѣти не должно превышать напряженія, указаннаго на лампѣ; такое превышеніе допустимо лишь на совершенно ничтожную величину. Если напряженіе, указанное на лампѣ, слишкомъ низко, мы получимъ ненормально яркое горѣніе ея, но и болѣе быстрое изнашиваніе.

Въ лампахъ, сила свѣта которыхъ значительно ослабѣваетъ съ теченіемъ времени горѣнія, какъ это имѣетъ мѣсто въ лампахъ съ угольными нитями, различаются полезное и дѣйствительное время горѣнія; послѣднее продолжается: до момента перегоранія свѣтящаго тѣла (угольной нити). Слѣдуетъ смотрѣть на лампу, какъ на отслужившую уже, когда ея сила свѣта упадетъ до одной пятой (20%) своей нормальной величины. Время горѣнія лампы, приведшаго ее въ такое состояніе, называется полезнымъ временемъ горѣнія. Если оставлять лампы горѣть дольше этого времени, то получается плохое освѣщеніе за сравнительно высокую плату, такъ какъ потребляемая лампою энергія едва уменьшается съ уменьшеніемъ ея силы свѣта.

Владѣльцы электрическихъ установокъ должны раздѣлить убѣжденіе, что для экономичности электрическаго освѣщенія необходимо, чтобы лампы, свѣтъ которыхъ сталъ недостаточнымъ, тотчасъ замѣнялись новыми. Они должны согласиться что перемѣна лампы представляетъ собою ничтожную затрату въ сравненіи съ гораздо большею стоимостью электрической энергіи, и что даже дорогія лампы болѣе выгодны, если ихъ потребленіе мало въ сравненіи съ даваемою ими силою свѣта (см. 139).

136. **Лампы съ угольными нитями.** Свѣтящимся тѣломъ въ этихъ лампахъ служитъ угольная нить, заключенная въ стеклянную грушу, изъ которой выкачанъ воздухъ. Потребляя припл. 3,5 W на свѣчу, она обладаетъ полезною продолжительностью горѣнія въ 800 час. У лампъ съ меньшимъ потребленіемъ продолжительность горѣнія короче, при 2,5 W на свѣчу — ок. 300 час. Эти послѣднія лампы, употреблявшіяся до послѣдняго времени, въ цѣляхъ экономіи на стоимости горѣнія въ настоящее время вытѣсняются металлическими лампами (см. 137).

137. Лампы съ металлическими нитями. Раскаляемая нить изъ металла (осмій, танталъ, вольфрамъ, цирконъ) заключена въ стеклянную грушу, изъ которой выкачанъ воздухъ. Потребленіе энергіи этими лампами въ 2—3 раза меньше, чѣмъ лампами угольными при одной и той же силѣ свѣта; слѣдовательно, ихъ примѣненіе весьма уменьшаетъ расходы на горѣніе (см. § 139). Такія лампы изготовляются, вообще говоря, на силу свѣта отъ 25 норм. свѣчей и выше для напряженій 100—120 V. Но можно получить и лампы для напряженій ок. 220 V, однако для большей силы свѣта ок. 70 свѣчей. Если необходимо 110-вольтовыя лампы включать послѣдовательно въ 220-вольтую сѣть, то на это слѣдуетъ указать при заказѣ, чтобы лампы были изготовлены для одинаковаго, по возможности, тока. Въ металлическихъ лампахъ раскаленіе можетъ быть доводимо до большей степени, чѣмъ въ угольныхъ; поэтому онѣ даютъ болѣе бѣлый свѣтъ, приближающійся къ свѣту вольтовой дуги. При горѣніи лампы ея нить становится мягкой; ввиду этого онѣ монтируются въ вертикальномъ положеніи, свисая внизъ, если только въ нихъ не устроено приспособленіе, поддерживающее нить.

Если нужно люстры и т. под. съ патронами, направленными въ стороны, приспособить для лампъ, висящихъ внизъ, то придѣлываютъ предъ патронами шарнирные нипеля (рис. 112).

а) Осмиевая лампа. Эта лампа изготовляется компанією Ауэра и представляетъ собою первую по времени форму металлической лампы; ея потребленіе прибл. 1,5 W на свѣчу. Она предназначается для низкихъ напряженій, такъ что подъ 110 V можно включить послѣдовательно три такихъ лампы. Лампы, включаемыя послѣдовательно, должны быть рассчитаны, по возможности, на токъ одной и той же силы; поэтому лампы сортируются на заводѣ по тремъ типамъ, обозначаемымъ: I, II и III. Лампы, включаемыя послѣдовательно, должны быть одинаковы по своей силѣ свѣта, по напряженію, для котораго предназначены, и по номеру своего типа. Вслѣдствіе большой стоимости этихъ лампъ, пробу законченной установки дѣлаютъ съ угольными лампами; если всѣ включенія правильны, то одинаковыя угольныя лампы будутъ горѣть одинаково ярко.

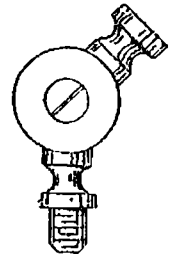


Рис. 112.

Въ установкахъ переменнаго тока помощью трансформаторовъ достигаютъ напряженія, необходимаго для параллельнаго включенія лампъ; иногда же пользуются дивизорами, трансформаторами съ одной обмоткой, которые дѣлятъ напряженіе соответственнымъ образомъ (см. рис. 126). Въ послѣднемъ случаѣ лампы включаются параллельно въ трансформаторныя цѣпи, при 110 V по большей части — въ три цѣпи. Смотря по величинѣ дѣлителя напряженія лампы включаются въ каждую цѣпь въ большемъ или меньшемъ числѣ.

б) Танталовая лампа. Лампы эти, особенно пригодныя для постоянного тока, изготовляются фирмою Сименсъ и Гальске для обыч-

ныхъ напряженій, 100—120 V); такая лампа можетъ быть монтирована въ любомъ положеніи и менѣе чувствительна къ толчкамъ, чѣмъ лампа, описанная въ с). Потребленіе для сила свѣта въ 25 свѣчей и выше около 1,5 W на свѣчу, для 16 свѣчей 2 W на свѣчу. При переменномъ токѣ срокъ службы лампы оказывается болѣе короткимъ.

с) Осрамовая, вольфрамовая, цирконовая и т. д. лампы. Потребленіе этихъ лампъ прибл. 1 W на свѣчу. Вообще говоря, онѣ должны быть подвѣшиваемы вертикально внизъ. Онѣ чувствительны къ толчкамъ, какъ въ холодномъ состояніи, такъ и во время дѣйствія; осторожное обращеніе съ лампами является поэтому первымъ условіемъ для того, чтобы получилось то большое сбереженіе въ расходахъ, какое онѣ могутъ дать. Лампы должны быть сохраняемы висящими внизъ, въ мѣстахъ, неподверженныхъ тряскѣ. Если арматура получаетъ сотрясенія напр. отъ хлопанья дверями, то лампы подвѣшиваются на легкихъ спиральныхъ пружинахъ. Онѣ негодны для переносныхъ арматуръ, ручныхъ лампъ и т. д. При вставленіи лампы въ патронъ токъ долженъ быть разомкнутъ, чтобы она не горѣла въ то время, когда возможны сотрясенія лампы. Стекланую грушу лампы слѣдуетъ чистить влажною тряпкою, не вынимая лампы изъ патрона и не замыкая ея тока. При пользованіи сухою тряпкою можно повредить ламповую нить, такъ какъ она можетъ притянуться къ стеклу груши вслѣдствіе возникающихъ иногда при треніи электрическихъ зарядовъ.

138. Лампа Нернста. Свѣтящее тѣло (горѣлка) въ лампѣ Нернста состоитъ изъ металлическихъ окисловъ и накаляется на открытомъ воздухѣ. Оно проводитъ лишь въ нагрѣтомъ состояніи, а потому должно быть разогрѣто особымъ нагрѣвателемъ, чтобы лампа засвѣтилась, послѣ чего нагрѣвательное приспособленіе автоматически выключается. Между моментомъ включенія лампы въ свѣтъ и тѣмъ, когда она засвѣтится, проходитъ въ среднемъ полъ-минуты. Горѣлка лампы ограждается стеклянымъ колпачкомъ. Въ лампѣ имѣется реостатъ, не позволяющій, въ предѣлахъ нормальныхъ колебаній напряженія свѣти, слишкомъ возрасти напряженію у лампы, которая чувствительна къ перегрузкѣ.

Лампа изготовляется Всеобщей Компаніею Электричества (A. E. G.) въ двухъ главныхъ типахъ: малая лампа, которую можно вставлять въ обычный патронъ для лампъ накаливанія, и большая лампа, которая по своему примѣненію представляетъ нѣчто среднее между обыкновенною лампою накаливанія и вольтовой дугой. Въ особенности пригодна лампа Нернста для напряженій ок. 220 V. Малыя лампы изготовляются для силы тока въ 0,25 и 0,5 A, большія — для 0,5 и 1 A. Какъ горѣлка, такъ и реостатъ должны быть взяты на одну и ту же силу тока; сила тока указывается на ламповомъ цоколѣ (оправѣ). Горѣлку нужно выбирать такую, чтобы сумма напряженій у нея и у реостата была не ниже существующаго высшаго напряженія свѣти. Приспособленіе для нагрѣванія, дѣйствующее при включеніи лампы, и

реостатъ ея обыкновенно помѣщаются въ самомъ цоколѣ; только при самыхъ большихъ моделяхъ лампы на 1 А имѣется отдѣльный реостатъ. Горѣлку вмѣстѣ съ нагревателемъ и реостатомъ можно мѣнять. При заказѣ лампъ слѣдуетъ обозначить, для постоянного или переменнаго тока онѣ предназначаются.

При включеніи лампы постоянного тока слѣдуетъ обращать вниманіе на полюса свѣти. Въ лампахъ съ нагрѣннымъ цоколемъ нагрѣзка образуетъ положительный полюсъ. Въ лампахъ съ штыковыми цоколами и въ большихъ моделяхъ полюса (+) и (—) обозначены. Для испытанія полюсовъ для нагрѣннаго патрона доставляются опредѣлители полюсовъ, ввинчиваемые въ патронъ. Для переносныхъ лампъ необходимы штепселя съ неизмѣнными полюсами.

Потребленіе лампъ равно прибл. 1,5 W на свѣчу. Лампы для постоянного тока долговѣчнѣе, чѣмъ — для переменнаго. То неудобное во многихъ случаяхъ свойство лампы, что она загорается не тотчасъ по включеніи заставляетъ включать угольную лампу параллельно нагревателю. Эта послѣдняя автоматически выключается вмѣстѣ съ нагревателемъ, когда засвѣтитъ лампа Нернста, но въ тоже время она представляетъ собою самостоятельный запасной источникъ свѣта на тотъ случай, если горѣлка, или нагреватель, или реостатъ окажутся неисправными.

Лампа Нернста не можетъ быть монтирована въ герметически закупоренномъ колпачкѣ, а потому и не можетъ быть примѣняема въ такихъ мѣстахъ, гдѣ скопляются взрывчатые газы и т. под.

Неисправности выключательнаго приспособленія при нагревателѣ могутъ оставить токъ въ немъ все время замкнутымъ; отъ этого не только увеличится погребленіе энергіи, но и произойдетъ преждевременное разрушеніе нагревателя, и лампа перестанетъ дѣйствовать. Если выключатель неисправно дѣйствуетъ, то лучше всего отправить его для починки на заводъ вмѣстѣ съ ламповымъ цоколемъ.

139. Стоимость освѣщенія калильными лампами. Стоимость освѣщенія составляется изъ стоимости потребляемой электрической энергіи и стоимости лампъ. Современныя цѣны на электрическую энергію таковы, что плата за энергію значительно превышаетъ стоимость лампъ; поэтому выгоднѣе уменьшить потребленіе, обратившись къ маловаттнымъ лампамъ, хотя бы при этомъ стоимость лампъ и оказалась болѣе высокою. Нижеслѣдующія вычисленія показываютъ, какъ далеко можно идти въ этомъ отношеніи; относительно потребляемой энергіи въ основаніи вычисленій приняты слѣдующія величины, вообще говоря, отвѣчающія дѣйствительности; для угольной лампы 1 W, для нернстовой, осміевой, танталовой — 1,5 W, для осрамовой, цирконовой и т. д. 1 W на свѣчу. Продолжительность горѣнія взята въ 800 час. Цѣна лампы опредѣляется, какъ обычная продажная цѣна при покупкѣ по одиночкѣ. Цѣна на электрическую энергію принята по 50 пф. за киловаттъ-часъ, а при числахъ, поставленныхъ въ скобки, по 20 пф. за киловаттъ-часъ.

Вычисления показывают, что применение маловаттных ламп может дать значительную экономию в сравнении с угольными лампами; так напр. заменю угольных ламп на 1-ваттовые той же силы свѣта при цѣнѣ на энергію въ 50 пф. за KW-часъ достигается уменьшеніе стоимости на 60%. Часто бываетъ, что угольные лампы замѣняются металлическими большей яркости; и при такой замѣнѣ, несмотря на увеличеніе яркости, получается еще выгода, какъ это показано ниже (III). Вычисления проведены въ предположеніи условій наиболѣе благопріятныхъ для угольных лампъ; такъ въ основаніе расчетовъ положена ихъ начальная яркость, которая въ дѣйствительности при горѣніи быстро убываетъ, и принято 800 часовъ полезной продолжительности горѣнія, что слишкомъ много для угольной лампы и напротивъ того слишкомъ мало для хорошей металлической.

Угольная лампа; 3,1-ваттовая лампа:

$$M. 0,50; \text{Стоимость лампъ на 1000 час.} = \frac{1000}{800} \cdot 0,50 = \text{прибл. } M. 0,60$$

Осмиевая и танталовая лампа; 1,5-ваттовая лампа:

$$M. 2,50; \text{Стоимость лампъ на 1000 час.} = \frac{1000}{800} \cdot 2,50 = \text{прибл. } M. 3,10$$

Осрамовая, цирконовая и т. д. лампа; 1-ваттовая лампа:

$$M. 3,00; \text{Стоимость лампъ на 1000 час.} = \frac{1000}{800} \cdot 3 = \text{прибл. } M. 3,75$$

I.

25-свѣчная 3,1-ваттовая лампа въ сравненіи съ 25-св. 1,5-ваттовой лампой.

3,1-ваттовая лампа. Потребл.: 1000 ч. 80 W = 80 KW-ч.	
80 KW-ч. по 50 (20) пф. составл. М. 40 (16)	
Стоимость лампъ	М. 40,60 (16,60)
<hr/>	
1,5-ваттовая лампа. Потребл.: 1000 ч. 40 W = 40 KW-ч.	
40 KW-ч. по 50 (20) пф. составл. М. 20 (8)	
Стоимость лампъ	М. 20 (8)
<hr/>	
Экономичность въ сравненіи съ угольной лампой	М. 17,50 (5,50)
или приблиз.	43% 33%

II.

25-свѣчная 3,1-ваттовая лампа въ сравненіи съ 25-св. 1-ваттовой лампой.

3,1-ваттовая лампа. Потребленіе и стоимость лампъ, какъ выше указано.	
1-ваттовая лампа. Потребл.: 1000 ч. 25 W = 25 KW-ч.	
25 KW-ч. по 50 (20) пф. составл. М. 12,50 (5)	М. 40,60 (16,60)
Стоимость лампъ	М. 12,50 (5)
<hr/>	
Экономичность въ сравненіи съ угольной лампой	М. 24,35 (7,85)
или приблиз.	60% 47%

III.

16-свѣчная 3,1-ваттовая лампа въ сравненіи съ 32-свѣчной 1-ваттовой лампой.

3,1-ваттовая лампа. Потребл.: 1000 ч. 50W = 50 KW-ч.	
50 KW-ч. по 50 (20) пф. составл. М. 25 (10)	
Стоимость лампъ	М. 25,60 (10,60)
<hr/>	
1-ваттовая лампа. Потребл.: 1000 ч. 32W = 32 KW-ч.	
32 KW-ч. по 50 (20) пф. составл. М. 16 (6,40)	
Стоимость лампъ	М. 16 (6,40)
<hr/>	
Экономичность въ сравненіи съ угольной лампой	М. 5,85 (0,45)
или приблиз.	23% 4%

Угольные лампы, какъ болѣе дешевыя, предпочтительны лишь въ случаѣ ненормально большихъ колебаній напряженія. Однако и въ этихъ случаяхъ можно иногда получить хорошіе результаты съ металлическими лампами, если выбрать ихъ для напряженія, нѣсколько большаго, чѣмъ среднее напряженіе сѣти; благоприятнымъ обстоятельствомъ является здѣсь то, что металлическія лампы болѣе сохраняютъ свою яркость при колебаніяхъ напряженія, чѣмъ угольныя.

140. Способы соединенія лампъ.

а) Параллельное соединеніе лампъ (*G* на рис. 113) употребляется наиболѣе часто; оно представляетъ собою то удобство, что позволяетъ выключать лампы, смотря по потребности, группами или каждую въ отдѣльности.

б) Послѣдовательное соединеніе: Въ обычной сѣти послѣдовательное включеніе калильныхъ лампъ (*g* на рис. 113) про-

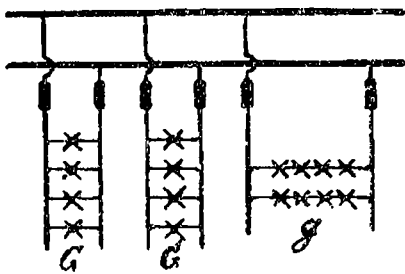


Рис. 113.

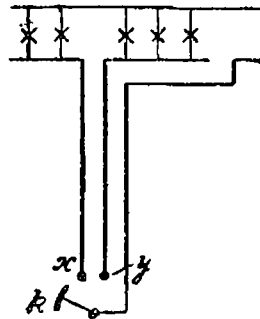


Рис. 114.

изводится лишь съ осміевыми лампами и маленькими декоративными лампами. Кромѣ того послѣдовательно соединяются лампы накаливанія между прочимъ при освѣщеніи улицъ и исключительно въ цѣпи переменнаго тока высокаго напряженія. Въ послѣднемъ случаѣ при каждой лампѣ включается дроссельная катушка, какъ это показано на рис. 107 для дуговыхъ лампъ.

Послѣдовательно включенныя калильныя лампы должны быть предназначены для одного и того же тока; сумма ихъ напряженій должна равняться напряженію сѣти.

с) Соединеніе лампъ въ люстрахъ: Въ этомъ случаѣ чаще всего требуется, чтобы лампы могли быть включаемы или всѣ, или только нѣкоторыя. Рис. 114 изображаетъ способъ соединенія пяти лампъ. Изъ нихъ включенными являются двѣ или три, смотря по тому, поставленъ ли контактъ выключателя *k* на *x* или *y*. Если контактная поверхность касается сразу и *x*, и *y*, то всѣ пять лампъ горятъ одновременно.

д) Включеніе и выключеніе лампъ съ различныхъ мѣстъ требуется напр. въ спальняхъ, если необходима возможность включать лампу и у двери, и у кровати. Въ соответственныхъ

мѣстахъ I и II (рис. 115) постановлено по переключателю. Контакты x и y соединены проводами, рычаги же a ведутъ съ одной стороны къ проводамъ лампъ, съ другой — съти. Переключатели должны быть такъ устроены, чтобы рычаги ихъ были въ положеніи покоя только на контактахъ x или y . Если рычагъ въ (I) лежитъ на x , то во (II) лампы включаются, если рычагъ поставить на x , и выключаются при передвиженіи его на y .

Если въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ нужны переключатели, имѣются уже параллельные провода съти, то лучше схема, изображенная на рис. 116; въ этой схемѣ отъ переключателей идетъ только по одному ламповому проводу.

е) Включение лампъ для освѣщенія лѣстницъ: Для освѣщенія лѣстницъ примѣняется дальнѣйшее развитіе вышеописанной схемы, если требуется возможность включения и выключения

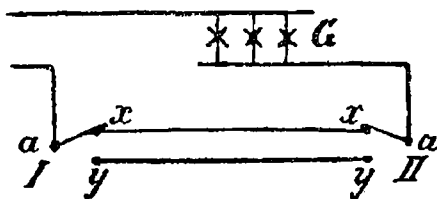


Рис. 115.

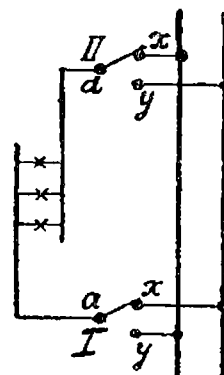


Рис. 116.

лампъ съ cadaго этажа. Въ верхнемъ и нижнемъ этажахъ поставлены переключатели I и IV (рис. 117); въ промежуточныхъ — особые двухполюсные выключатели II и III. Здѣсь также выключатели должны имѣть только два возможныхъ положенія. Въ какихъ бы положеніяхъ не находились выключатели, въ каждомъ мѣстѣ возможно произвести и включеніе, и выключеніе. При положеніи выключателей, изображенномъ на рис. 117, лампы выключены.

ф) Выключатели на срокъ. Это суть приборы, автоматически замыкающіе и размыкающіе цѣпь на нѣкоторый срокъ, опредѣляемый соотвѣтственною установкою прибора. Сюда относятся примѣняемые для лѣстницъ, которые прерываютъ токъ чрезъ нѣсколько минутъ послѣ того, какъ его замкнуть рукой. Если подобные приборы x (рис. 118) или кнопки, принадлежащія къ одному, центральному прибору, монтированы въ каждомъ этажѣ, то изъ cadaго изъ такихъ мѣстъ можно зажечь лампы, которыя затѣмъ чрезъ извѣстное время потухнутъ сами. Для того, чтобы лампы могли горѣть и продолжительное время, въ теченіе первыхъ вечернихъ часовъ ставятъ и обык-

новый выключатель у параллельно приборамъ *x*. Пока у замкнутъ, лампы будутъ горѣть.

141. **Реостатъ для ослабленія свѣта.** Въ подобныхъ приборахъ, напр. театральныхъ регуляторахъ, должны быть употребляемы не одинаковые реостаты для угольныхъ и для металлическихъ лампъ. Металлическія лампы для полученія одного и того же ослабленія свѣта требуютъ большаго сопротивленія, чѣмъ угольныя, потому что сопротивление ихъ, въ противоположность угольнымъ, уменьшается съ уменьшеніемъ степени раскала. Т. напр. угольная лампа начинаетъ испускать свѣтъ прибл. при 35 V, тогда какъ танталовая — прибл. при 15 V. Кромѣ того вообще замѣна угольныхъ лампъ на метал-

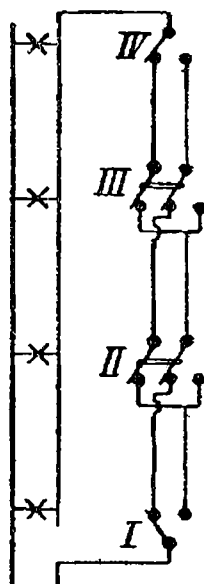


Рис. 117.

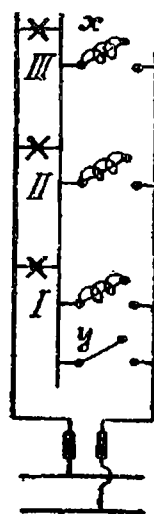


Рис. 118.

лическія, дающія ту же самую яркость свѣта, связана со значительнымъ уменьшеніемъ силы тока, вслѣдствіе чего также является необходимымъ увеличить реостатъ регулятора свѣта.

142. **Ламповый патронъ.** Патроны съ выключателями монтируются лишь для легкодоступныхъ лампъ, во остальныхъ случаяхъ употребляются патроны безъ выключателей. При монтировкѣ патроновъ слѣдуетъ обращать вниманіе на то, чтобы они крѣпко сидѣли въ своихъ держателяхъ и чтобы провода были хорошо соединены съ контактами. Провода, пока они неизолированы, слѣдуетъ держать по возможности далеко одинъ отъ другого и удалять отъ соприкосновенія съ частями выключателя, если таковой имѣется въ патронѣ. Концы шнуровыхъ проводовъ слѣдуетъ снять (см. § 144). Металлическая оболочка патрона не должна быть соединена ни съ однимъ изъ полюсовъ сѣти, хотя бы и хорошо заземленнымъ. Въ Эдисонов-

скомъ патронѣ изолирующее кольцо должно быть столь высоко, чтобы закрывать наръзку ламповаго цоколя. Патроны стараго образца, въ которыхъ это не выполнено, могутъ стать причиною пожара, если напр. на оконной выставкѣ лампа коснется ткани съ металлической нитью, и эта ткань загорится отъ раскаленія металлической нити. Въ такихъ случаяхъ подобныя патроны должны быть замѣнены другими или окружены предохраняющими коробками и т. под.

Для изслѣдованія недостатковъ патронъ разбирается и испытывается на изоляцію; пробуютъ, хорошо ли изолированы контактныя части другъ отъ друга и отъ патрона такъ же, какъ и отъ могущаго быть съ нимъ въ соединеніи приспособленія для подвѣшиванія лампы. При патронахъ съ выключателемъ испытывается дѣйствіе выключателя. Подержанные патроны очищаются, главнымъ образомъ внутри, тряпкою, смоченною бензиномъ; контакты, если нужно, полируются мелкою стеклянной бумагою.

143. **Арматуры.** При низкихъ напряженіяхъ предоставляется на выборъ, изолировать или нѣтъ арматуру отъ мѣста ея привѣса. Неизолируя, получаютъ возможность легко открыть неисправность въ арматурѣ при измѣреніи изоляціи съти; кромѣ того неисправности обнаружатся сами перегораніемъ предохранителей, если арматура хорошо заземлена. При высокихъ напряженіяхъ доступныя арматуры возможны только при постоянномъ токѣ до 1000 V; онѣ должны быть приэтомъ хорошо заземлены. Въ этомъ случаѣ изолированныя арматуры опасны въ томъ отношеніи, что лицо, прикасающееся къ нимъ, получить электрическіе удары въ случаѣ неисправнаго состоянія арматуръ. Ручныя лампы, часто употребляемыя на заводахъ, должны быть снабжены изолирующими ручками, если онѣ не заземлены. Сѣтка должна быть придѣлана непосредственно къ изолирующей или заземленной ручкѣ. Всѣ части, находящіяся подъ напряженіемъ, должны быть недоступны. Патроны съ выключателями недопускаются. Гибкіе провода необходимо выбирать самаго лучшаго качества, и ихъ соединенія съ лампой и ея штепселемъ должны выдерживать грубое обращеніе.

Трубки арматуръ не должны имѣть реберъ внутри и должны быть настолько широкими, чтобы провода могли быть протянуты безъ поврежденія; для этого ихъ внутренній діаметръ не можетъ быть меньше 6 мм. Во избѣжаніе порчи изоляціи проводовъ, провода должны свободно подходить къ арматурамъ и свободно лежать въ грубкахъ.

Слѣдуетъ устранить острые ребра у арматуръ при проводкѣ съ нихъ внѣшней стороны. У выступовъ провода ведутся дугой, закрѣпленной въ началѣ и въ концѣ; закрѣпленіе производится такимъ образомъ: въ незамѣтныхъ мѣстахъ трубка обвертывается изолирующей тесьмой, и провода укладываются между витками тесьмы; чтобы тесьма не развернулась ее закрѣпляютъ перевязкою съ узломъ.

Подвѣшиваніе арматуры должно быть такимъ, чтобы вращеніе ея, портящее изолировку, было невозможно. Нельзя пользоваться прово-

дами для подвѣшиванія арматуры. Крючки, на которыхъ подвѣшиваются арматуры, доступныя съ пола должны быть пригнуты: иначе, часто случаются выпаденія арматуръ. Для подвѣски на шнурахъ употребляются шнуры для подвѣшиванія, причемъ несущій шнуръ долженъ быть такъ укрѣпленъ, чтобы провода оставались безъ нагрузки.

Проводниками для арматуръ служатъ: резиновожильные провода и шнуры (см. 170, с и h), провода, особо приспособленные для узкихъ арматурныхъ трубокъ (см. 170, i), и шнуры для подвѣшиванія (см. 170, k).

Сращиваніе проводовъ въ арматурахъ производится спаяваніемъ, подвинчиваніемъ и т. под. Для развѣтвленія проводовъ послѣ арматуръ предпочтительны клеммы съ развѣтвленіями, монтированныя на

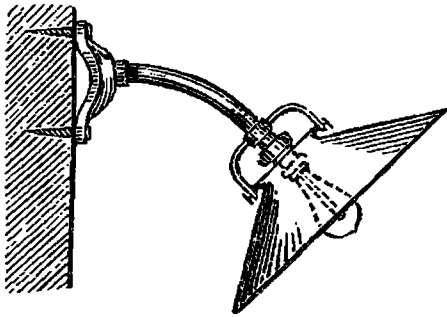


Рис. 119.

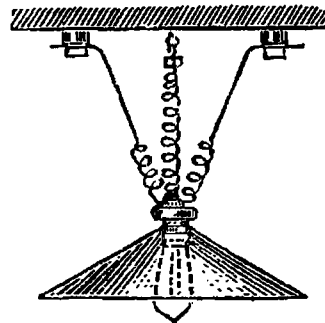


Рис. 120.

изолирующей подкладкѣ; онѣ укрѣпляются на потолокъ въ коробкахъ для развѣтвленій, или, будучи тоже защищены коробкой — на тарелкѣ, обыкновенно бывающей на верху арматуры.

Въ случаѣ хорошо заземленнаго средняго провода цѣлесообразно заземленіе и арматуръ; тогда неисправности изолированнаго провода вызываютъ быстрое расплавленіе предохранителей. При этомъ, если металлическія части арматуры хорошо соединены между собою, то ею пользуются, какъ проводникомъ, соединяя ее съ одной стороны со среднимъ проводомъ, съ другой — съ соотвѣтственнымъ контактомъ патрона; въ эдисоновскомъ патронѣ для этого служитъ винтовая контактъ. Лучше примѣнять патроны, непосредственно соединенные однимъ полюсомъ съ арматурою.

Освѣщеніе, производимое лампами, подвѣшенными внизъ, значительно увеличивается абажуромъ. Для стѣнныхъ лампъ цѣлесообразенъ наклонъ въ 45° (рис. 119). Лампы, подверженныя тряскѣ, подвѣшиваются на пружинящихъ проволочныхъ спираляхъ (рис. 120). Выпаденіе лампъ отъ тряски предотвращается особымъ устройствомъ патрона. Лампы, которыя легко могутъ разбиться отъ ударовъ, защищаются проволочными сѣтками или колпаками изъ толстаго стекла. Если освѣщаются помѣщенія, въ которыхъ собираются взрывчатые газы или

воздухъ наполняется мелкою пылью, какъ напр. мукомольныя мельницы и прядильни, то лампы окружаются толстыми стеклянными колпаками, плотно прилегающими къ патронамъ, и трубка, ведущая провода, плотно закупоривается; закупорка производится чаттертоновской замазкой или какимъ либо другимъ крѣпко держащимся изолирующимъ веществомъ. Чистка и замѣна лампъ, монтированныхъ въ такомъ помѣщеніи, производятся послѣ выключенія соответствующихъ проводовъ. Подобные же стеклянные колпаки употребляются на открытомъ воздухѣ и въ помѣщеніяхъ, воздухъ которыхъ насыщенъ водяными парами. Отъ капель, падающихъ съ крыши, лампа защищается фарфоровымъ колокольчикомъ (рис. 121); внизу его имѣется два противоположащихъ канала, чрезъ которые ведутся проводники; чтобы вода стекала, проводники образуютъ при *a* загибы внизъ. Въ подобныхъ случаяхъ лампы покрываются обыкновенно стекляннымъ колпакомъ и притомъ такимъ образомъ, что вода не можетъ проникать къ нимъ.

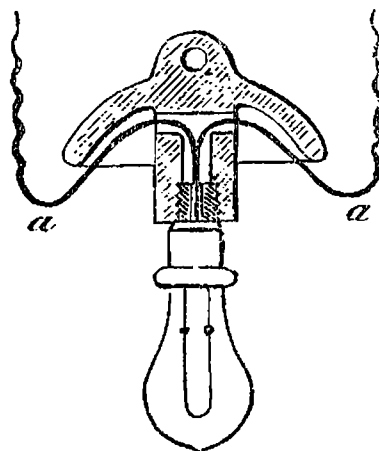


Рис. 121.

Дальнѣйшею мѣрою предосторожности при освѣщеніи помѣщеній, опасныхъ по могущему произойти взрыву, служитъ монтажъ лампъ и проводовъ внѣ этихъ помѣщеній, отдѣленныхъ отъ нихъ толстыми стеклами.

Должно испытать изоляцію каждой новой включаемой аппаратуры. Для отысканія неисправности включаютъ показатель изоляціи и размыкаютъ одинъ за другимъ соединительные провода, причемъ непрерывно и у патроновъ лампъ, пока не исчезнетъ отбросъ на показателѣ. Неисправность находится въ проводникѣ, разомкнутомъ послѣднимъ.

Провода.

144. **Соединеніе спайкой.** Сращиваніе проводовъ съ кабельными наконечниками, служащими для присоединенія приборовъ, и т. под., а также и соединеніе проводовъ между собою производится обыкновенно помощью спая. Спайкою достигается хорошее металлическое соединеніе, оберегающее отъ окисленія. Припой долженъ проникнуть всѣ слои провода въ мѣстѣ сращенія и окружать тонкимъ слоемъ каждую проволоку. Если припой присталъ только къ отдѣльнымъ точкамъ въ мѣстѣ сращенія, то соединеніе признается несовершен-

нымъ. Подготавливая спайку, сращиваемыя мѣста должно сдѣлать металлически чистыми и блестящими.

Паяніе обыкновенно производится оловомъ. При паяніи пользуются канифолью, расплавленной на спиртовой лампѣ, или новыми, рекомендуемыми для этого средствами, флюидоръ, тиноль и т. под.; они продаются въ видѣ пасты, приною же даютъ форму стержня, или же этотъ стержень заключаетъ въ себѣ ожигающее средство. Готовые спай тщательно очищаются. Кислоты, производящія быстрое разрушеніе спая, никогда не примѣняются.

Особенно осторожно производится спаяваніе тонкихъ проводовъ, напр. отдѣльныхъ проволочекъ тросовъ другъ съ другомъ, если необходимо, чтобы онѣ не сгорѣли. Концы тросовъ, освобожденные отъ изоляціи и на чисто вычищенные, съ наложеннымъ на нихъ паяльнымъ средствомъ опускаютъ въ расплавленный паяльный металлъ или вмѣстѣ съ этимъ послѣднимъ нагрѣваютъ на маленькой спиртовой лампѣ. Излишній припой удаляется, пока спай еще не остылъ, такъ какъ иначе конецъ провода становится хрупкимъ. Не слѣдуетъ для такой работы употреблять паяльныя лампы съ большимъ острымъ пламенемъ въ виду опасности сгорания проводниковъ.

Болѣе толстые тросы впаяваются въ кабельные паконечники. Имѣются контакты „готовые для паянія“, т. е. кабельные наконечники содержащіе уже въ себѣ припой и паяльное средство; въ такомъ случаѣ конецъ троса, хорошо очищенный, а также гильзу нагрѣваютъ на паяльной лампѣ и затѣмъ первый погружаютъ въ расплавленный припой; послѣ этой спай охлаждаютъ. Чтобы не загорѣлись ближайшія части изолировки, ее снимаютъ съ этихъ мѣстъ, счищая ножемъ. Сдѣлать это помощью надрѣза вокругъ провода не рекомендуется, такъ какъ легко можно повредить проводъ и сдѣлать въ немъ мѣсто слабое на разрывъ. Послѣ спаяванія слѣдуетъ основательно очистить мѣсто спая и удалить поврежденную при паяніи изолировку. Затѣмъ весь конецъ троса до кабельнаго наконечника снова изолируется (см. 183).

Сращиваніе проводовъ другъ съ другомъ производится подобнымъ же образомъ. Зачищенное мѣсто сращенія опускается въ жидкій припой, или припой наливается на сращиваемое мѣсто, разогрѣтсе паялкой лампой, или же сращиваемое мѣсто нагрѣвается паяльникомъ, который держать снизу, и поливается припоемъ.

Въ случаѣ толстыхъ кабелей нужно имѣть въ виду возможное нагрѣваніе наконечниковъ, происходящее отъ плохо прижатыхъ витковъ и т. д.; поэтому очень желательно употребленіе не слишкомъ легкоплавкаго припоя. Въ противномъ случаѣ, даже при небольшомъ перегрѣвѣ въ контактахъ, припой вытекаетъ и является возможность образованія опасной вольтовой дуги.

Системы проводовъ.

145. Двухпроводная система. Потребляющіе токъ приборы, лампы, двигатели и т. д. включаются въ отвѣтвленія у двухъ прово-

довъ a и b (рис. 122), питаемыхъ при постоянномъ напряженіи. Здѣсь различаютъ магистральные (главные) провода (магистралы) и отвлѣтвленія, разумѣя подъ магистралями провода сѣти, предназначенные для болѣе сильнаго тока, къ которымъ примыкаютъ отвлѣтвленія, служащія для питанія. Если машинное помѣщеніе или вообще мѣсто, изъ котораго распредѣляется токъ, занимаетъ центральное положеніе посреди помѣщеній или зданій, въ которыхъ должны быть установлены лампы, то отъ него отвлѣтвляется много магистралей по различнымъ направленіямъ. Если же питающая станція не занимаетъ такого положенія, то магистралы проводятся вдоль освѣщаемыхъ помѣщеній или зданій, и къ нимъ уже приращиваются отдѣльные отвлѣтвленія. Лишь при большихъ установкахъ прибѣгаютъ въ этомъ случаѣ къ центральному распредѣленію, причемъ магистралы проводятся къ мѣсту, занимающему центръ освѣщаемаго пространства.

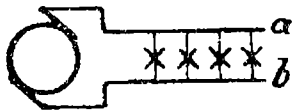


Рис. 122.

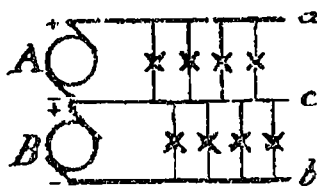


Рис. 124.

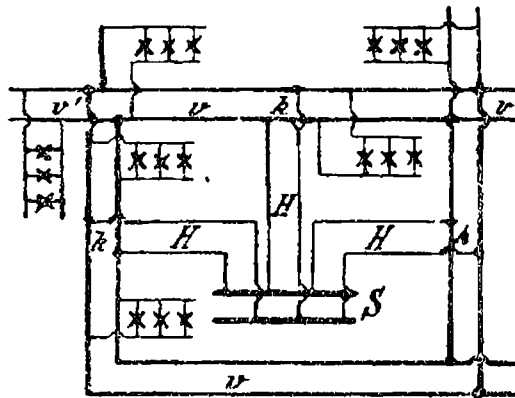


Рис. 123.

Въ очень большихъ сѣтяхъ устраивается большое число такихъ центровъ распредѣленія, въ которые посылается токъ отъ машинъ станціи по магистральнымъ проводамъ S (рис. 123) и питающимъ H . Центры распредѣленія (узлы) k соединяются между собой толстыми выравнительными проводами v , къ которымъ уже примыкаютъ питательныя вѣтви отъ отдѣльныхъ зданій и вообще дальнѣйшія развлѣтвленія v' . Контрольные провода, идущіе отъ узловъ k въ машинное зданіе, представляютъ изъ себя въ случаѣ проводки свинцовыми кабелями отдѣльные изолированные провода, свитые вмѣстѣ съ мѣдной жилой; въ машинномъ зданіи лучше всего ихъ заканчивать на коммутаторѣ, который бы позволялъ каждый изъ нихъ или всѣ вмѣстѣ параллельно соединить съ общимъ вольтметромъ; такимъ образомъ измѣряется напряженіе или отдѣльно у каждого узла сѣти, или среднее напряженіе всей сѣти, когда произведено параллельное соединеніе (ср. 91); на основаніи этихъ измѣреній производится регулровка.

Напряжение сѣти при двухпроводной системѣ обыкновенно равно 110 V или 220 V.

146. **Трехпроводная система.** Трехпроводная система состоитъ изъ послѣдовательнаго соединенія двухъ двухпроводныхъ системъ; причемъ два внѣшнихъ провода a и b (рис. 124) играютъ ту же роль, что и a и b въ двухпроводной системѣ (рис. 122), тогда какъ среднй проводъ c (рис. 124), какъ ниже будетъ объяснено, играетъ роль выравнительнаго провода. Дѣйствительно, если въ двухъ частяхъ A и B трехпроводной системы включено по одинаковому числу лампъ, то токъ, выходящій изъ $+$ зажима машины A , протекаетъ по лампамъ группъ A и B и возвращается по магистрали b къ () зажиму машины B , такъ что по среднему проводу c совсѣмъ не протекаетъ тока. Если уменьшается число лампъ въ группѣ A , то, по прежнему, по проводу a будетъ идти токъ, достаточный для питанія лампъ группы A и, пройдя чрезъ лампы группы B , возвратится по проводу b ; но, кромѣ того, еще и свыше этого потребный токъ, который соотвѣтствуетъ излишку числа лампъ группы B , пойдетъ изъ $+$ зажима машины B по среднему проводу и затѣмъ возвращается по магистральному проводу въ машину B чрезъ () зажимъ. Если, наоборотъ, уменьшится число лампъ группъ B , то направленіе тока въ среднемъ проводѣ будетъ обратное предыдущему, такъ какъ большій токъ идетъ по проводу a и излишекъ его возвращается въ (—) зажимъ машины A по среднему проводу. Среднй проводъ дѣйствуетъ такимъ образомъ, какъ уравниватель потребленій тока группами A и B , и токъ протекаетъ по нему, смотря по нагрузкѣ, въ томъ или другомъ направленіи; обыкновенно этотъ проводъ и отмѣчается знакомъ \pm .

Изъ предыдущаго слѣдуетъ, что при прочихъ равныхъ условіяхъ двухъ и трехпроводной системъ, въ послѣдней напряженіе между внѣшними проводами a и b двойное противъ напряженія двухпроводной сѣти, тогда какъ сила тока при одинаковомъ числѣ лампъ при трехпроводной системѣ въ два раза меньше, чѣмъ въ двухпроводной. Это увеличеніе напряженія вдвое при уменьшеніи силы тока до половины приводитъ къ такому положенію: при одинаковой потерѣ напряженія, выраженной въ процентахъ общаго напряженія, сѣченіе внѣшнихъ проводовъ трехпроводной системы въ четыре раза меньше сѣченія проводовъ двухпроводной системы. Сѣченіе средняго провода c (рис. 124) обыкновенно берется въ два раза меньшимъ, чѣмъ сѣченія внѣшнихъ проводовъ, a и b , такъ что всего на провода трехпроводной сѣти требуется приблизительно лишь $\frac{3}{8}$ того вѣса мѣди, какой идетъ на двухпроводную сѣть той же длины и при томъ же числѣ лампъ. Сбереженіе на мѣдь сравнительно съ двухпроводной системой отчасти покрывается въ трехпроводной появленіемъ третьяго провода, средняго, и обусловленныхъ этимъ расходовъ на изолировочный матеріаль. Въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ подсчеты покажутъ, которая изъ двухъ системъ требуетъ меньшихъ затратъ при установкѣ; кромѣ того необходимо имѣть въ виду требованіе простоты ухода и установки.

Если для питанія трехпроводной сѣти машины включены послѣдо-

вательно (см. рис. 124), то запасныя машины включаются такимъ образомъ, чтобы онѣ могли питать, смотря по надобности ту или другую половину сѣти. Кромѣ послѣдовательно соединенныхъ машинъ употребляются еще машины, построенныя для напряженія между внѣшними проводами; въ этомъ случаѣ средній проводъ ведется отъ третьей щетки, или отъ нулевой точки особаго прибора (см. 27, е). Но чаще всего примѣняются аккумуляторы (рис. 125) для выравниванія тока посредствомъ средняго провода, причемъ машины строятся для напряженія между внѣшними проводами. Въ этомъ случаѣ батарея не должна быть очень мала относительно потребленія въ цѣпи. Въ помощь къ малой батарее берутъ выравнивающую машину (*M* рис. 73), соединяемую обыкновенно съ добавочною машиною (*D* рис. 73).

Въ установкахъ переменнаго тока употребляются исключительно машины, построенныя для напряженія между внѣшними проводами.

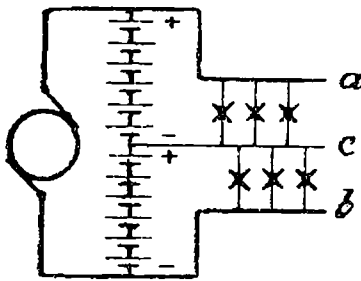


Рис. 125.

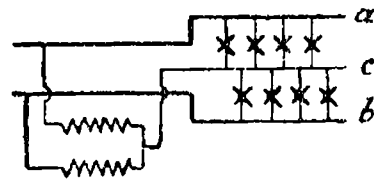


Рис. 126.

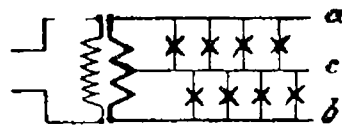


Рис. 127.

Дѣленіе напряженія производится или помощью трансформаторовъ съ одной обмоткой, отъ середины которой отвѣтвляется средній проводъ (рис. 126), или при трансформированіи высокаго напряженія на низкое отвѣтвленіемъ средняго провода отъ середины обмотки низкаго напряженія (рис. 127).

Въ трехпроводной сѣти постояннаго тока съ напряженіемъ выше 250 V средній проводъ долженъ быть хорошо заземленъ, если установка проводится, какъ сѣть низкаго напряженія. Этимъ достигается, что напряженіе между любымъ проводникомъ сѣти и землею равно половинѣ напряженія между внѣшними проводами, и потому замыканія на землю могутъ произойти лишь отъ этого напряженія. Заземленіе средняго провода, если онъ не представляетъ собою голаго проводника, уложеннаго въ землѣ (см. 147), достигается лучше всего возможно частымъ соединеніемъ его съ водопроводною сѣтью; кромѣ того пользуются и земными пластинами. Заземленіе средняго про-

тогда произойдет у машинного щита, и штырь, по меньшей мере, у каждого соединения распределительной сети съигающими проводами. При переключенном токе элемент среднего провода недопустимо вследствие возможного тогда нарушения правильности в действии телефонной сети.

При распределении ламп в трехпроводной системе следует особенно заботиться о возможно равномерной нагрузке с обеих сторон от среднего провода. Для этой цели провода, в которые включено по многу ламп, соединяются по трехпроводной системе, более же тонкие провода, предназначенные для меньшего числа ламп, прокладываются по двухпроводной системе в виду более легкой проводки, причем их делают ответвлениями то с одной, то с другой стороны трехпроводной сети. Средний провод всегда прокладывается между двумя крайними. При ответвлении от уличной кабельной сети часто ведут в здание все три провода, даже если, вследствие малого числа потребных ламп, онъ все включаются в одну сторону цепи; это дает возможность включать данную группу ламп в ту или другую сторону сети, смотря по потреблению в других местах.

Напряжение сети при трехпроводной системе равно обыкновенно 2.110 или 2.220 V.

147. **Трехпроводная система с голым средним проводомъ.** В сетях постоянного тока нередко средний провод, обыкновенно из медной проволоки, покрытой полудой, укладывается в землю. В случае воздушной проводки такое же заземление достигается частым соединением с водопроводом и т. под., а также хорошо уложенными земными пластинами (см. 109). Хорошо заземленный средний провод может быть вводимъ неизолированнымъ и в здания. В этом отношении опыт далъ большею частью благоприятные результаты, но отчасти и неблагоприятные; в иных местах редко случаются повреждения голых проволок, проложенных по стенам, в других — наступает быстрое разрушение проволок от сырости на стенах. Вероятно, это различие следует приписать более или менее редким свойствам различных способов облицовки стѣнъ, или тому, что возникновение различия в напряжениях на среднем проводѣ не вездѣ одинаково предусмотрѣно.

Голый проводъ ведется или только в трехпроводной части сети, или продолжается и в двухпроводномъ ответвлении до самыхъ ламп. Если двухпроводное ответвление устраивается для переключения в ту или другую сторону сети, то следует имѣть в виду, что голый проводъ долженъ всегда оставаться среднимъ проводомъ. Для голыхъ проводовъ употребляются и луженые, и не луженые медныя проволоки; ихъ сечение не можетъ быть, в виду необходимой крепкости, меньше 6 кв. мм. Голые провода должны быть ограждены отъ механическихъ и химическихъ повреждений; нагревание, могущее в нихъ произойти, не должно повести къ серьезнымъ послѣдствіямъ. Проще всего прикрѣплять ихъ къ стѣнамъ и потолку помощью полуженыхъ

скобъ, причемъ нерѣдко для благообразія голый проводъ ведется по другому пути, чѣмъ изолированный. Мѣста спайки должны быть изолированы отъ стѣнъ, чтобы не произошло химическаго разложенія. Слѣдуетъ избѣгать прокладки проволокъ по сырой стѣнѣ и по свѣжей облицовкѣ стѣнъ въ виду вреднаго дѣйствія влажнаго раствора. При прокладываніи чрезъ отверстія въ стѣнѣ должны быть употребляемы трубы и для голыхъ проводовъ; безъ этой предосторожности можетъ произойти полное разрушеніе провода вслѣдствіе трудности замѣтить въ немъ поврежденіе.

Въ голый проводъ не должны быть включаемы ни предохранители, ни выключатели, т. к. выключенный онъ приводится къ напряженію внѣшнихъ проводовъ, и тогда въ немъ могутъ образоваться напряженія опасныя внутри зданій. Трубы, служащія для защиты проводовъ, достаточнаго сѣченія и т. под. могутъ быть употребляемы, какъ заземленные проводники.

148. **Многофазная система.** Двигатели включаются во всѣ три цѣпи, лампы же въ каждыя двѣ, чередуясь (см. рис. 50). Вообще здѣсь примѣнимы правила, данныя выше для трехпроводной сѣти (см. 146). Прежде всего должно обратить вниманіе на равномерность нагрузки трехъ цѣпей. При проведеніи тока для лампъ въ отдѣльное зданіе, если въ немъ лампъ небольшое число, вводятъ въ зданіе лишь два провода. Для большаго числа лампъ ведутъ всѣ три провода, развѣтвляя ихъ на распредѣлительной доскѣ; лампы распредѣляютъ такъ, чтобы въ каждомъ этажѣ и даже въ каждомъ большомъ помещеніи находились лампы со всѣхъ трехъ цѣпей; тогда при поврежденіи одной цѣпи въ этихъ мѣстахъ не потухнутъ всѣ лампы.

Расчетъ проводовъ.

149. **Расчетъ сѣченія провода.** При расчетѣ поперечнаго сѣченія провода слѣдуетъ принять во вниманіе, что проводъ долженъ быть достаточно толстъ, чтобы не нагрѣваться отъ предполагаемой нагрузки токомъ; что онъ долженъ соответствовать требованіямъ механической прочности и не причинять слишкомъ большой потери въ напряженіи.

а) **Нагрузка токомъ.** При опредѣленіи нагрузки токомъ на провода слѣдуетъ имѣть въ виду, что при равномъ числѣ амперовъ на кв. мм. сѣченія толстые проводники вслѣдствіе меньшаго охлажденія больше нагрѣваются, чѣмъ тонкіе; поэтому, для толстыхъ проводовъ нагрузка должна быть меньше, чѣмъ для тонкихъ. Ниже приводятся:

I. Высшая допустимая продолжительная нагрузка токомъ для изолированныхъ мѣдныхъ проводовъ и кабелей, не положенныхъ подъ землей.

II. Высшая мѣра тока, обозначеннаго на легкоплавкомъ предохранителѣ (см. 99, b), соответствующая данному поперечному сѣченію.

Съ- чение.	I	II	Съ- чение.	I	II
	Наибольшая сила тока.	Токъ, обоз- наченный на предохра- нитель.		Наибольшая сила тока.	Токъ, обоз- наченный на предохра- нитель.
кв. мм.	а м п е р ы.		кв. мм.	а м п е р ы.	
0,75	9	6	95	240	190
1	11	6	120	280	225
1,5	14	10	150	325	260
2,5	20	15	185	380	300
4	25	20	240	450	360
6	31	25	310	540	430
10	43	35	400	640	500
16	75	60	500	760	600
25	100	80	625	880	700
35	125	100	800	1050	850
50	160	125	1000	1250	1000
70	200	160			

Табличныя величины годны для голыхъ проводовъ, прокладываемыхъ внутри зданій до 50 кв. мм. сѣченія; при большихъ сѣченіяхъ до 1000 кв. мм., 1 кв. мм. можетъ быть нагруженъ 2 А. Для воздушныхъ проводовъ можно руководствоваться данными таблицы подъ I.

Провода, сдѣланные изъ хуже проводящаго металла, берутся большей толщины сообразно съ проводимостью. Такъ напр. употребляемые иногда алюминиевыя провода берутся въ 1,65 разъ толще, т. к. проводимость алюминія во столько именно разъ меньше проводимости мѣди.

б) Механическое сопротивленіе. Условіе механическаго сопротивленія не допускаетъ вообще примѣнять изолированныя проводники при прокладкѣ въ трубахъ или на изоляторахъ, отстоящихъ другъ отъ друга не больше, чѣмъ на 1 м., сѣченія меньшаго, чѣмъ 1 кв. мм., и провода, ведущіе къ арматурѣ и находящіеся въ ней,

сѣченія менѣе 0,75 кв. мм. Въ гибкихъ шнурахъ каждая жила должна быть не менѣе 0,75 кв. мм. сѣченія; одинокая же жила гибкаго провода — не менѣе 2,5 кв. мм.

Голые провода въ зданіяхъ, а также изолированные въ зданіяхъ и внѣ зданій при разстояніи между точками закрѣпленія, не превышающемъ 1 м., должны быть не меньше 4 кв. мм.; воздушные низкаго напряженія не меньше 6 кв. мм., высокаго же 10 кв. мм.

с) Потеря напряженія. Потеря напряженія въ главныхъ проводахъ, не служащихъ ко включенію лампъ, двигателей и т. д., принимается сообразно даннымъ условіямъ, но рѣдко превышаетъ 10% полного напряженія цѣпи.

Въ сѣти, распредѣляющей токъ по приборамъ, потеря напряженія должна быть не болѣе 2—3%, иначе лампы будутъ горѣть не въ одинаковыхъ условіяхъ; такъ напр. при напряженіи въ 110 V, если включены всѣ лампы и т. д., различіе въ напряженіяхъ у наиболѣе далеко отстоящихъ одно отъ другого мѣстъ потребленія не должно превосходить прибол. 3 V. Мѣстами потребленія въ случаѣ параллельно включенныхъ дуговыхъ лампъ (см. 125) должно считать точки отвѣтвленія проводовъ къ одной или нѣсколькимъ, послѣдовательно соединеннымъ лампамъ. Въ самихъ ламповыхъ проводахъ, т. е. тѣхъ, которые идутъ отъ мѣстъ отвѣтвленія, допустима болѣе большая потеря напряженія, такъ какъ въ нихъ и безъ того включаются реостаты. Такъ, напр., въ 110 вольтовой цѣпи, при послѣдовательномъ соединеніи по 2 дуговыхъ лампы постоянного тока, которыя вмѣстѣ требуютъ $2 \times 45 = 90$ V напряженія у зажимовъ, въ ламповыхъ проводахъ теряется $110 - 90 = 20$ V. Однако никогда нельзя брать сѣченія меньшаго, чѣмъ указано въ а) и б). Такъ же и въ проводникахъ, ведущихъ къ моторамъ, допустима болѣе большая потеря напряженія, чѣмъ у лампъ накаливанія, однако здѣсь нельзя заходить далеко въ этомъ направленіи, такъ какъ болѣе большая потеря напряженія причиняетъ значительное уменьшеніе коэффиціента полезнаго дѣйствія и вращающаго момента мотора.

150. Расчетъ потери напряженія. Потеря напряженія e въ вольтахъ при постоянномъ и однофазномъ токахъ (при послѣднемъ предполагается безындукціонная нагрузка, т. е. отсутствіе реактивныхъ катушекъ и двигателей) вычисляется по формулѣ:

$$e = J \times R,$$

гдѣ J — сила тока въ амперахъ, и R — сопротивленіе прямого и обратнаго провода въ омахъ. Подобная же формула примѣняется и при многофазной установкѣ для каждаго отвѣтвленія изъ двухъ проводовъ, въ случаѣ безындукціонной нагрузки.

Для сѣти многофазнаго тока (см. 148) потеря напряженія въ каждомъ изъ трехъ проводовъ при безындукціонной нагрузкѣ (электрическое освѣщеніе) находится по формулѣ

$$e = J \times R \times 1,73;$$

при нагрузкѣ двигателями примѣняется приближительная формула

$$e = J \times R \times 1,73 \times 0,8,$$

гдѣ R есть сопротивление одного изъ трехъ проводовъ.

Сила тока J опредѣляется по числу лампъ, параллельно включенныхъ въ цѣпь. Въ основаніе вычисленія кладется обыкновенно по 0,5 А на нормальную лампу накаливанія припл. подѣ 110 V. Въ угольной лампѣ (см. 136) это соотвѣтствуетъ лампѣ въ 16 свѣчей, въ металлической и Нернстовой (см. 137 и 138) — двойной и до тройной силѣ свѣта. Но такъ какъ часто по окончаніи установки происходятъ измѣненія въ свѣтовой силѣ и въ числѣ поставленныхъ лампъ, то вообще лучше принять за основаніе при расчѣтѣ проводовъ большую силу тока. Въ случаѣ двигателей принимаютъ въ основаніе расчѣта полуторную силу тока сравнительно съ нормальной не только въ виду нагрузки токомъ (см. 149, а), но и во избѣжаніе слишкомъ большой потери напряженія при пусканіи въ ходѣ.

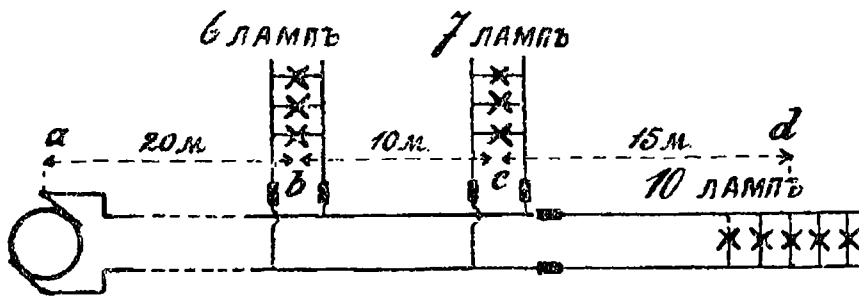


Рис. 128.

Сопротивленіе находятъ изъ таблицы (см. 153), въ которой подѣ R дается сопротивленіе проводника длиною въ 100 м.

Въ случаѣ переменнаго тока величина сопротивленія, которую берутъ въ основаніе вычисленій потери напряженія, оказываются большею, чѣмъ слѣдуетъ изъ таблицы § 153, вслѣдствіе дѣйствія самоиндукціи. Это особенно важно при длинныхъ проводахъ съ большимъ сѣченіемъ. Значеніе самоиндукціи увеличивается съ увеличеніемъ разстоянія между проводами; приэтомъ увеличивается, значитъ, и потеря напряженія.

151. **Примѣръ расчѣта потери напряженія.** На рис. 128 изображена проводка, въ которой напряженіе, положимъ, будетъ 110 вольтъ.

Часть ab , въ 10 кв. мм. сѣченія:

23 лампы по 0,5 А:	$J = 23 \times 0,5 = 11,5 \text{ А}$
Сопротивленіе:	$R = 40 \times 0,0018 = 0,07 \text{ ома.}$
Потеря напряженія:	$e_{ab} = 11,5 \times 0,07 = 1,8 \text{ V.}$

Часть bc , въ 10 кв. мм.:

$$\begin{aligned} 17 \text{ лампъ:} & J = 17 \times 0,5 = 8,5 \text{ A.} \\ \text{Спротивленіе:} & R = 20 \times 0,0018 = 0,036 \text{ ома.} \\ \text{Потеря напряженія:} & e_{bc} = 8,5 \times 0,36 = 0,3 \text{ V.} \end{aligned}$$

Часть cd , въ 2,5 кв. мм.:

$$\begin{aligned} 10 \text{ лампъ:} & J = 10 \times 0,5 = 5 \text{ A.} \\ \text{Спротивленіе:} & R = 30 \times 0,007 = 0,21 \text{ ома.} \\ \text{Потеря напряженіе:} & e_{cd} = 5 \times 0,21 = 1,1 \text{ V.} \end{aligned}$$

Потеря напряженія въ проводахъ, отвѣтвляющихся при b и c , вычисляется совершенно подобнымъ же образомъ. Спротивленіе тѣхъ проволокъ, которыя направляются къ самымъ лампамъ и имѣютъ 0,75 — 1 кв. мм. въ сѣченіи, можно не принимать въ расчетъ, если онѣ незначительной длины.

Принявъ, что напряженіе въ b поддерживается на должной средней величинѣ, рассчитываемъ потерю напряженія лишь въ проводахъ за b . Наибольшая потеря, т. е. до лампъ у d , наиболѣе удаленныхъ отъ b , складывается изъ потерь на bc и cd и равна, согласно вышеприведенному подсчету, прибл. $0,3 + 1,1 = 1,4 \text{ V}$. Такая потеря можетъ быть сочтена совершенно допустимой.

Чтобы вычислить потерю въ напряженіи, не прибѣгая къ таблицѣ сопротивленій, пользуются формулой

$$e = \frac{J \cdot l}{27 \cdot q}$$

гдѣ e означаетъ потерю напряженія между началомъ и концомъ пары проводовъ, въ вольтахъ,

J — силу тока въ амперахъ,

l — длину (считаемую въ одинъ конецъ) въ метрахъ,

q — сѣченіе проводника въ кв. миллиметрахъ.

Паденіе напряженія въ части ab , для которой $J = 11,5 \text{ A}$, $l = 20 \text{ м}$. и $q = 10 \text{ кв. мм.}$, равняется по этой формулѣ

$$e_{ab} = \frac{11,5 \times 20}{27 \times 10} = 0,8 \text{ V};$$

для части ac , въ которой прибавляется еще bc съ $J = 8,5 \text{ A}$ $l = 10 \text{ м}$. и съ тѣмъ же сѣченіемъ $q = 10 \text{ кв. мм.}$, получаемъ

$$e_{ac} = \frac{11,5 \times 20 + 8,5 \times 10}{27 \times 10} = 1,1 \text{ V}$$

и для всей части ad , въ которую входитъ еще cd съ $J = 5 \text{ A}$, $l = 15 \text{ м}$., $q = 2,5 \text{ кв. мм.}$,

$$e_{ad} = \frac{11,5 \times 20 + 8,5 \times 10}{27 \times 10} + \frac{5 \times 15}{27 \times 2,5} = 1,1 + 1,1 = 2,2 \text{ V.}$$

152. **Расчетъ поперечнаго сѣченія.** Поперечныя сѣченія, исходя изъ положенной съ основу потери напряженія, вычисляють по слѣдующимъ формуламъ:

для двухпроводной системы (см. 145) постоянного или переменнаго тока, причемъ въ послѣднемъ случаѣ предполагается безындукціонная нагрузка (электрическое освѣщеніе),

$$q = \frac{J \times l}{27 \times e},$$

для многофазной сѣти (см. 148) съ безындукціонною нагрузкой

$$q = \frac{J \times l}{32 \times e},$$

для многофазной сѣти, питающей двигателя,

$$q = \frac{J \times l}{35 \times e}.$$

Здѣсь обозначенія тѣже, что въ формулахъ § 151.

Для опредѣленія поперечныхъ сѣченій, допустимую потерю напряженія предполагають распределенною на отдѣльныя части проводки, — подобно тому, какъ это было сдѣлано выше, при расчетѣ потери напряженія для случая, изображеннаго на рис. 128 — и вычисляють отсюда соотвѣтствующія поперечныя сѣченія. Однако, эти сѣченія никогда не могутъ быть взяты меньшими, чѣмъ допустимое по указаніямъ 149 а и б.

153. Сопротивление и вѣсъ мѣдной проволоки.

Сопротивление при 1 м. длины и 1 кв. мм. сѣченія равно 0,0175 ома
Удельный вѣсъ 8,94.

q Поперечное сѣченіе. § кв. мм.	d Диаметръ. (прибл.) мм.	R Сопротивленіе при 100 м. длины въ омахъ	G Вѣсъ на 100 м. кгр.
0,75	1 1)	2,23	0,671
1	1,1	1,75	0,894
1,5	1,4	1,17	1,34
2,5	1,8	0,70	2,24
4	2,3	0,44	3,58
6	2,8	0,29	5,36
10	3,6	0,18	8,94
16	4,5	0,11	14,3
25	5,6	0,070	22,4
35	6,7 [†]	0,050	31,5
50	8,0	0,035	45,0
70	10,9 2)	0,025	63,0
95	12,6	0,018	85,5
120	14,5	0,015	108,0
150	15,8	0,012	135,0
185	17,6	0,0094	166,5
240	20,4	0,0073	216,5
310	22,8	0,0056	277,0
400	26,3	0,0044	360,0
500	29,4	0,0035	450,0
625	32,9	0,0028	562,0
800	37,2	0,0021	720,0
1000	41,6	0,0018	899,0

1) Диаметръ массивной проволоки.

2) Диаметръ проводника, обыкновенно имѣющаго, начиная съ этой величины, видъ каната (трось).

Воздушные провода.

154. **Воздушные провода.** Сюда относятся всякіе надземные провода, находящіеся внѣ зданій, не имѣющіе металлической оболочки и не защищенные. Проводка по стѣнамъ зданій, въ садахъ и т. д. съ малыми разстояніями между точками закрѣпленій (см. 166) не разсматривается, какъ „воздушная“.

155. **Проводной матеріалъ.** Здѣсь употребляется вообще голая мѣдная проволока и притомъ по большей части закаленная мѣдная. При высокомъ напряженіи употребляется лишь голая проволока; проволока покрывается защищающимъ слоемъ, если въ воздухѣ имѣются кислотные пары.

Наименьшее сѣченіе при низкомъ напряженіи — 6 кв. мм., при высокомъ — 10 кв. мм.

156. **Изоляторы.** При подвѣшиваніи воздушныхъ проводовъ употребляются исключительно фарфоровые изоляторы съ одною, двумя или тремя юбками. При установкахъ съ напряженіемъ до 2000 V наиболѣе употребительны изоляторы съ двумя юбками (рис. 130). На рис. 129 изображенъ изоляторъ съ тремя юбками для бѣльшихъ напряженій. Въ изоляторахъ не только важно число юбокъ, но и выдѣлка изъ лучшаго матерьяла. Должно отбрасывать изоляторы, имѣющіе хотя бы ничтожные недостатки, какъ царапины на глазури и т. п. Рекомендуется изоляторы, предназначенные для высокыхъ напряженій, предварительно еще на заводѣ подвергать двойному напряженію втеченіе одного часа.

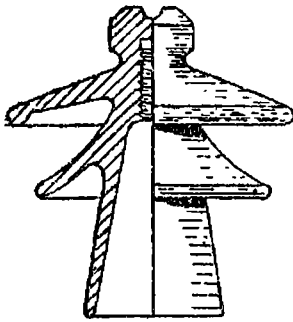


Рис. 129.

Крюкъ для малыхъ изоляторовъ дѣлается изъ круглаго желѣза, для большихъ — изъ квадратнаго (согнутаго по ребру), котораго конецъ выкованъ въ цилиндръ (рис. 130). Шейка изолятора, къ которой привязывается проводъ, должна быть въ одной горизонтальной плоскости съ винтомъ, закрѣпляющимъ крюкъ, какъ это показано на рис. пунктирной линіей; иначе, изоляторъ перекручивается отъ тяги, производимой проводами. Противъ ржавчины крючья оцинковываются или покрываются асфальтомъ.

Изоляторъ укрѣпляется на желѣзномъ крюкѣ, обыкновенно помощью пеньки (пакли): пропитавъ ее коноплянымъ масломъ и намотавъ не слишкомъ толстымъ слоемъ на конецъ крюка (на которомъ помощью зубила сдѣланы зазубрины, рис. 130), крѣпко навинчиваютъ затѣмъ изоляторъ при посредствѣ имѣющагося внутри головки винтового хода. Для болѣе тщательнаго закрѣпленія изоляторовъ, при установкахъ съ большимъ напряженіемъ, требуются соотвѣтственные матерьялы съ фарфороваго завода.

Изоляторы монтируются исключительно въ вертикальномъ положеніи. Если для установки изоляторовъ служатъ деревянные столбы, то крюкъ обыкновенно имѣетъ винтовую нарѣзку; крюкъ ввинчивается въ столбъ настолько глубоко, чтобы онъ вошелъ въ дерево нѣсколько дальше нарѣзанной части. Крюки, укрѣпляемые на каменной стѣнѣ, снабжаются или флянцемъ съ отверстиемъ и укрѣпляются въ стѣнѣ помощью болта, или непосредственно пропускаются сквозь стѣну расщепляются съ конца и загибаются.

Если изоляторный крюкъ укрѣпляется въ стѣнѣ не помощью заклиненія винтомъ (рис. 173), то закрѣпленіе его производится помощью

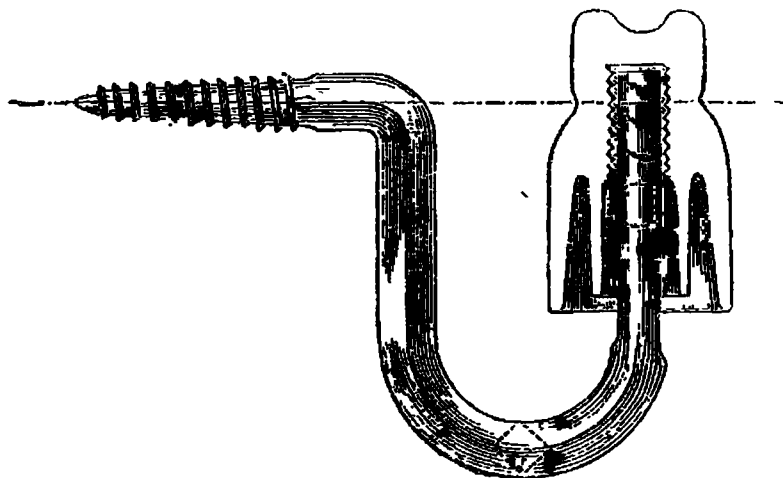


Рис. 130.

цемента (1 часть портландскаго цемента на 1 часть мелко просѣяннаго песку). Загипсованіе обладаетъ меньшею крѣпостью и годно лишь для сухой стѣны.

Изоляторы, покрывшіеся отъ времени грязью, угольною пылью и т. д., должны быть очищаемы. Это дѣлается снаружи помощью щетки и чистой воды, а между юбками изолятора, гдѣ садится пыль и паутина, помощью намотанной на цалку тряпки.

157. Привязъ проводника къ изолятору. Смотря по тому, образуетъ ли сѣтъ въ данномъ мѣстѣ прямую или кривую линію, проводная проволока накладывается или на головку изолятора, или на одну сторону его шейки; въ послѣднемъ случаѣ — на кривыхъ — такъ, чтобы боковая тяга, производимая проводами, дѣйствовала только на самый изоляторъ, а не на вязальную проволоку. Если боковая привязъ примѣняется на прямолинейномъ участкѣ сѣти, то проводъ прикрѣпляется къ той сторонѣ изолятора, которая обращена къ крюку, чтобы въ случаѣ разрыва вязальной проволоки проводъ упалъ на крюкъ. Описываемое ниже привязываніе провода къ изолятору производится по большей части луженой мѣдной проволокой съ діаметромъ ок. 2 мм.

Вершинная привязь. Она дѣлается помощью двухъ проволокъ около 50 см. длины. Ими охватываютъ (рис. 131 а) шейку изолятора, оставивъ по обѣ стороны неравные концы, и затѣмъ скручиваютъ такъ, какъ показано на рис. 131 б. Болѣе короткіе концы проволокъ обматываются (рис. 131 с) вокругъ провода; болѣе длинные

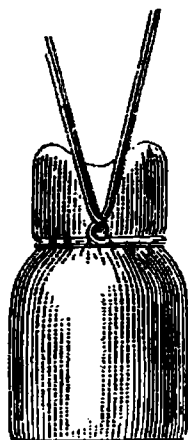


Рис. 131 а.

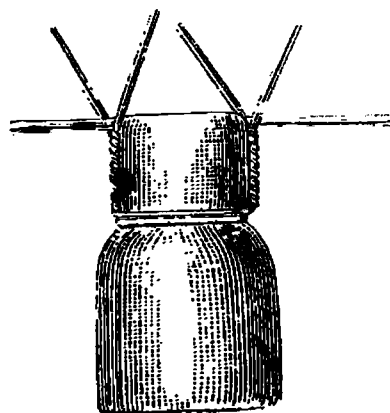


Рис. 132 б.

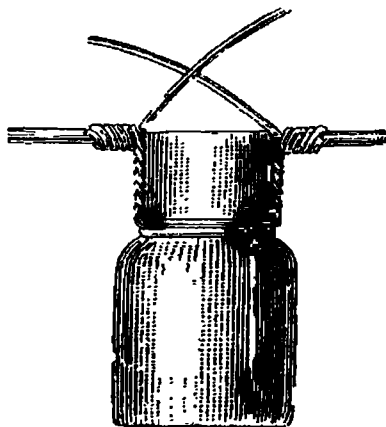


Рис. 131 с.



Рис. 131 д.

скрещиваются надъ головкой изолятора и также обматываются вокругъ провода (рис. 131 д).

Боковая привязь. На проводъ накладываютъ серединою вязальную проволоку около 70 см. длины, обводятъ оба конца одинъ разъ вокругъ шейки изолятора и скрещиваютъ ихъ (рис. 132 а) на проводѣ. Затѣмъ концы обматываются вокругъ провода, какъ показываетъ рис. 132 б. Рис. 132 с изображаетъ готовую привязь сбоку.

Весьма простой видъ боковой привязи изображенъ на рис. 133. Срединною вязальной проволоки охватываютъ (рис. 133 а) шейку изо-

лятора со стороны противоположной проводу, накладываютъ оба конца на проводъ и отгибаютъ ихъ немного внизъ. Затѣмъ концами вязальной проволоки обводятъ одинъ разъ вокругъ провода и ведутъ ихъ опять назадъ, гдѣ соединяютъ скручиваніемъ. Для скручиванія служатъ острогубцы, которые не сдавливаютъ слишкомъ сильно, чтобы

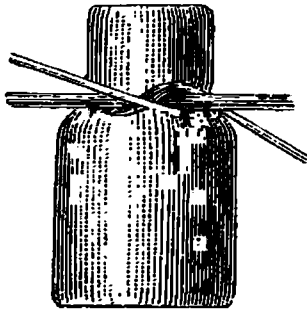


Рис. 132 а.

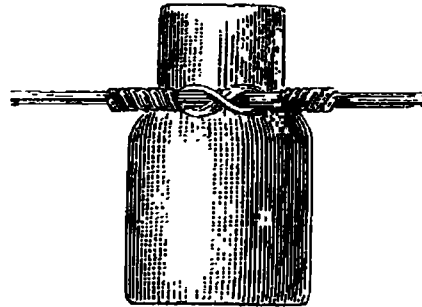


Рис. 132 в.

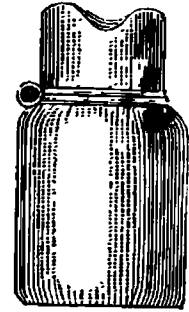


Рис. 132 с.

вязальная проволока могла во время скручиванія скользить между губками; лишь по совершенномъ окончаніи скручиванія нажимаютъ сильнѣе и отщипываютъ остающіеся проволочные концы. Когда при-

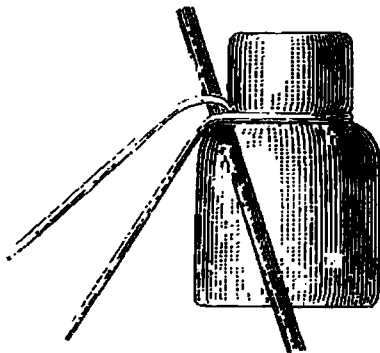


Рис. 133 а.



Рис. 133 в.

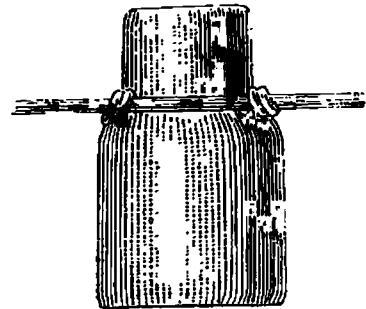


Рис. 133 с.

вязь готова, скрученное мѣсто придавливаютъ книзу. На рис. 133 в и с представлена готовая привязь сбоку и спереди.

Металлическіе колпачки или клеммы предпочтительнѣе привязи въ случаѣ большого напряженія. Ихъ большая стоимость почти уравнивается сбереженіями при работѣ навѣшиванія проводовъ. Эти клеммы имѣютъ еще то преимущество, что болѣе предохраняютъ проводъ отъ расплавленія въ случаѣ замыканія на крюкъ. Въ особенности слѣдуетъ предпочитать этотъ способъ укрѣпленія проводовъ на уличныхъ линіяхъ, какъ болѣе надежный съ механической стороны.

158. Вводъ проводовъ въ зданія. Провода или свободно протягиваются черезъ достаточно широкое отверстіе въ стѣнѣ, какъ это дѣлается обычно при высокихъ напряженіяхъ, или для каждого проводника вдѣляется вводная трубка изъ хорошо изолирующаго и огнеупорнаго матерьяла. Последней цѣли служатъ фарфоровыя ввод-



Рис. 134.

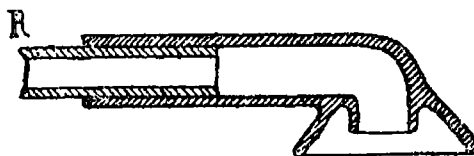


Рис. 135.

ныя трубки или гильзы. Рис. 134 представляетъ, напр., такую вводную воронку изъ фарфора употребительнѣйшаго для низкихъ напряженій типа (видъ сбоку); на рис. 135 изображена воронка, примѣняемая для большихъ напряженій, построенная по типу изоляторовъ

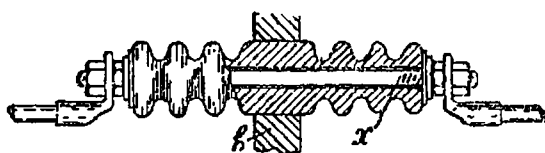


Рис. 136.

(разрѣзъ). Въ стѣнномъ отверстіи къ воронкѣ примыкаетъ фарфоровая трубка *R* (рис. 135); мѣсто ихъ соприкасанія закитовывается, чтобы не проникала сырость. Другой конецъ трубы снабжается фарфоровою втулкою, изображенною на рис. 175.

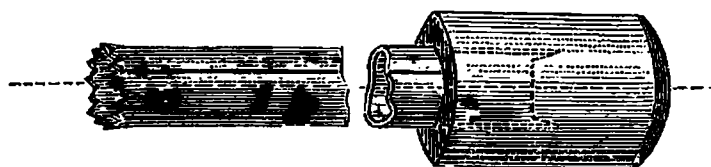


Рис. 137.

Проводъ вводятъ, не натягивая его, въ воронку снизу; было бы неправильно вести его сверху внизъ и прижимать его къ краю вводнаго отверстія, которое часто бываетъ влажно. Лучше всего укрѣпить изоляторъ вблизи воронки и ввести въ нее проводъ короткою дугою снизу (см. рис. 91); тогда дождевая вода будетъ стекать, не собираясь ни на воронкѣ, ни на изоляторѣ.

Въ гильзѣ для ввода высокаго напряженія, изображенной на рис. 136, металлическій болтъ *x* служитъ для соединенія обоихъ концовъ провода. Гильзы закатываются на должныхъ разстояніяхъ въ мраморную доску *y*, которая вставляется напр. въ стѣнную впадину.

159. Стѣнной буръ. Отверстія въ каменныхъ стѣнахъ зданія, назначенныя для ввода проводовъ, дѣлаются пустотѣлымъ зубиломъ

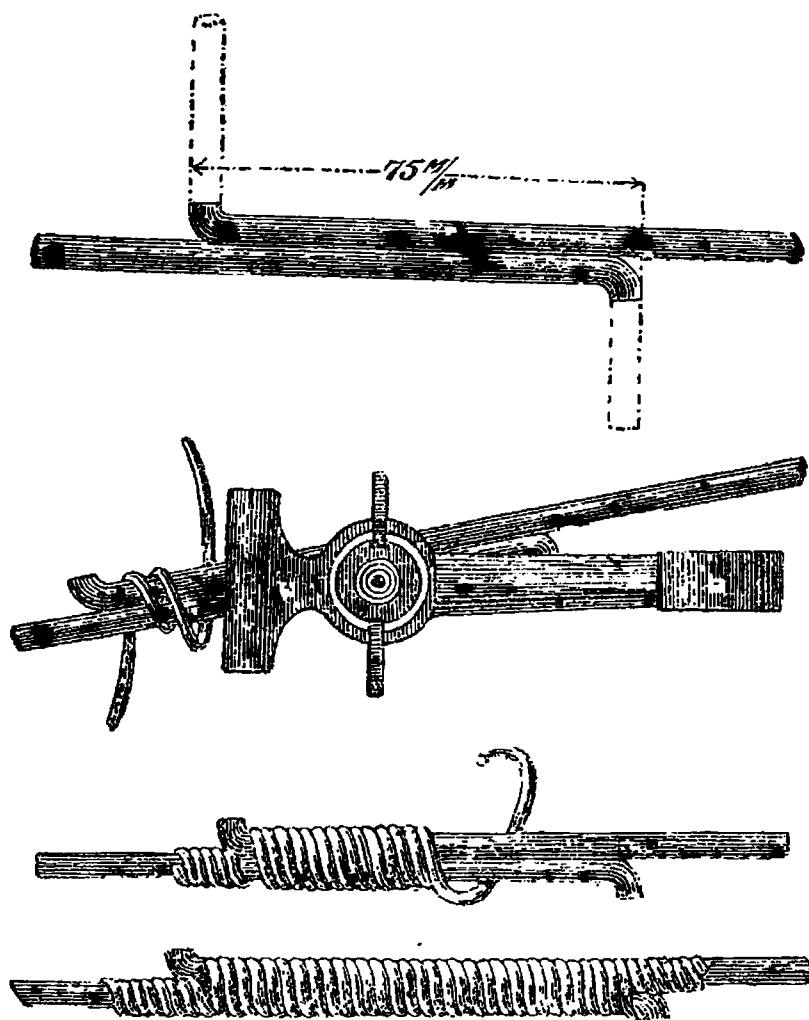


Рис. 138.

или стѣннымъ буромъ, — трубкой изъ стали, снабженной спереди зубцами и закаленной (рис. 137); зубцы, заостренные примѣрно подъ такимъ же угломъ, какой дѣлается у крейцмейселя, немного отгибаются внаружу, чтобы буръ, по мѣрѣ углубленія въ стѣну, имѣлъ достаточно свободный ходъ. Для защиты трубки задній конецъ ея снабжается массивной наставкою (рис. 137). Такой инструментъ можно сдѣлать изъ газопроводной трубы, закаленной съ одного конца. При буреніи,

поворачивая буръ въ отверстіи, производятъ по нему не слишкомъ сильные удары молоткомъ; кромѣ того, по временамъ нажимаютъ буромъ на молотокъ въ моментъ удара, такъ чтобы буръ не углублялся дальше, а подскакивалъ: это способствуетъ удаленію буровой муки изъ отверстія. Для пробуравливанія толстыхъ стѣнъ употребляются, одинъ за другимъ, пробойники различной длины.

160. **Срощеніе проводовъ.** На рис. 138 изображенъ способъ сращиванія проводовъ. Концы проводовъ, какъ и мѣдная вязальная проволока въ 1 мм. діаметромъ, очищаются мелкой стеклянной бумагой. Вязальную проволоку навиваютъ на катушку, чтобы при обматываніи можно было сильно натягивать ее. Мѣсто сращенія слѣдуетъ пропаять (см. 144); оставлять его безъ спайки можно лишь въ исключительныхъ случаяхъ, когда примѣняется соединеніе равносильное спайкѣ. Спаянныя мѣста закаленныхъ мѣдныхъ проволокъ не должны подвергаться натяженію.

161. **Столбы, поддерживающіе провода.** Если не примѣнены желѣзные столбы, то выбираютъ оголенные сосновыя бревна; въ предупрежденіе гніенія ихъ пропитываютъ и обмазываютъ карболинеумомъ; по крайней мѣрѣ, ту часть, которая вставляется въ землю и еще немного выступающей. Кромѣ того, совѣтуютъ обмазать каменноугольнымъ дегтемъ ту полосу столба, которая наиболѣе подвержена переменамъ влажности почвы, т. е. прибл. на 25 см. ниже поверхности земли и столько же надъ землею. Для рубки самое лучшее время декабрь и январь. Предъ забиваніемъ столбы должны быть хорошо просушены. Столбы съ діаметромъ при верхушкѣ менѣе, чѣмъ въ 13 см., не допускаются; для высокыхъ напряженій до 1000 V необходимъ поперечникъ въ 15 см., для большихъ напряженій — 18 см. Около верхняго конца столбы заостряются или скашиваются на подобіе сѣдла.

Якорные провода деревянаго столба при напряженіяхъ выше 1000 V должны быть хорошо заземлены (см. 202) или, по крайней мѣрѣ, на высотѣ 3-хъ мт. снабжены хорошимъ изоляторомъ отъ напряженія. Если столбъ желѣзный, то и онъ самъ, и якорные провода при указанныхъ выше напряженіяхъ должны быть заземлены; въ противномъ случаѣ возможность прикосновенія къ столбу и къ соотвѣтственнымъ проводамъ высокаго напряженія должна быть устранена устройствомъ деревянаго кожуха, окружающаго столбъ, непри-васающагося къ нему, и достаточно высокаго.

Столбы вставляются въ землю, смотря по роду почвы, на 1,5—2,5 мт. и при этомъ хорошо забиваются, въ мягкомъ грунтѣ забетониваются. При проводкѣ по улицамъ выбираютъ, насколько возможно, улицы, защищенныя отъ господствующаго вѣтра. Когда этого нельзя сдѣлать, то на участкахъ, подверженныхъ бурнымъ вѣтрамъ, укрѣпляютъ каждый пятый столбъ помощью якоря и т. под. На прямыхъ линіяхъ столбамъ даютъ небольшой наклонъ противъ направленія господству-

юшаго вѣтра; на кривыхъ линияхъ столбы соотвѣтственнымъ образомъ наклоняются въ наружную отъ кривой линіи сторону. Если простыхъ столбовъ для противодѣйствія натяженію на кривыхъ линияхъ недостаточно, то прибѣгаютъ къ подпорамъ (рис. 139) или къ якорнымъ закрѣпленіямъ (рис. 140). Эти послѣднія должны стоять въ направленіи, которое дѣлитъ пополамъ уголъ, образуемый проводами у столба; они приставляются къ столбу на $\frac{2}{3}$ его высоты подъ угломъ 45° . Конецъ подпоры, закапываемый въ землю примѣрно на 1 м. глубины, упирается о плоскій камень или крѣпкій кусокъ дерева. Якорное закрѣпленіе дѣлается изъ оцинкованныхъ желѣзныхъ проволокъ въ 5 мм. толщиною.

Разстояніе между мачтами (пролетъ) на прямой линіи при указанномъ общемъ сѣченіи проволокъ не должно превышать слѣдующихъ величинъ:

до 105 кв. мм.	80 мт.
105—210 " "	60 "
210—300 " "	50 "
свыше 300 " "	40 "

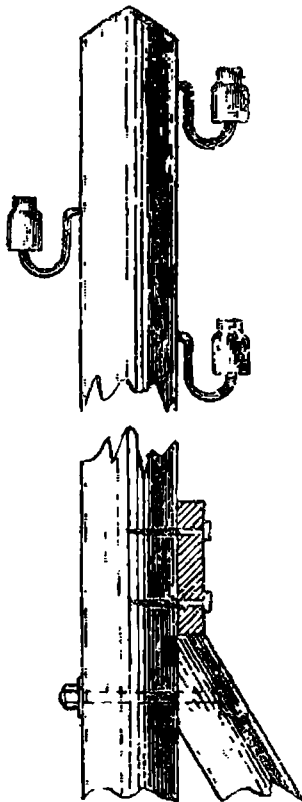


Рис. 139.

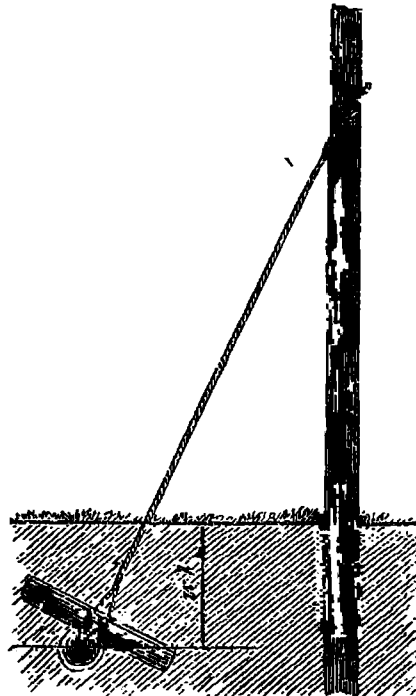


Рис. 140.

На кривыхъ, при пересѣченіи дорогъ и скрещеніи съ другими линіями проводовъ дѣлають уменьшенные пролеты. При пересѣченіи дорогъ

и высокому напряженію, съ обѣихъ сторонъ дороги ставятъ по столбу. Если приэтомъ необходимо особенно надежное прикрѣпленіе проводовъ, то примѣняются изоляторы съ металлическими головками (см. 157, послѣдн. абз.).

Столбы и предохранительныя устройства при проводахъ съ напряженіемъ выше 750 V относительно земли обозначаются красною стрѣлою-молніей. Кромѣ того, всѣ столбы должны быть занумерованы. Подходящая для этихъ цѣлей долго держащаяся краска составляется изъ льняного лака, сурика и окиси желѣза (парижская, англійская или берлинская красная краска).

Деревяныя мачты должны быть испытываемы на крѣпость чрезъ опредѣленные промежутки времени и во-время замѣняемы новыми.

162. **Навѣшиваніе проводовъ.** Провода должны быть такъ навѣшены, чтобы безъ помощи особыхъ средствъ нельзя было прикоснуться къ нимъ ни съ земли, ни изъ оконъ, ни съ крышъ и т. под. Незащищенные провода должны быть удалены отъ поверхности земли въ своей наиболѣе низкой точкѣ при низкихъ напряженіяхъ на 5 мт., при высокихъ — 6 мт., въ случаѣ же проѣздного пути — 7 мт.

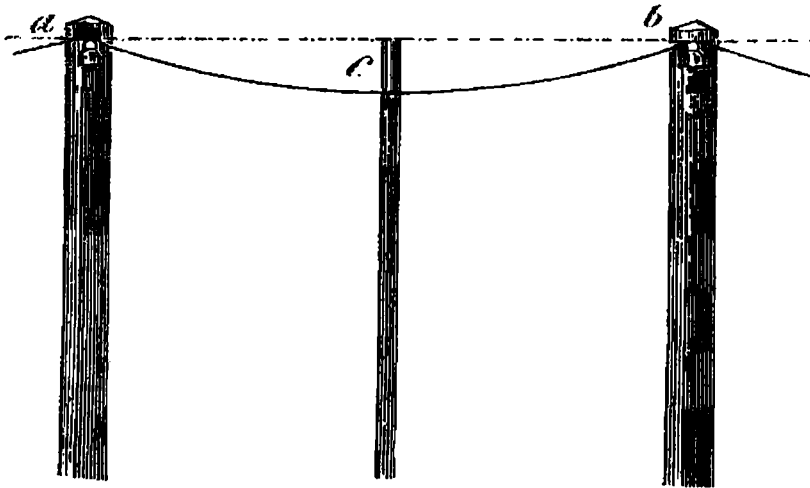


Рис. 141.

Разстояніе между проводами опредѣляется длиною пролета (см. § 161) и напряженіемъ между проводами. Для обычныхъ пролетовъ въ 30—45 мт. за наименьшія разстоянія берутся слѣдующія:

до 500 V	.	25 см.
500—1000 "	.	30 "
1000—3000 "	.	40 "
3000—5000 "	.	50 "
5000—10000 "	.	60 "

При многофазномъ токѣ изоляторы укрѣпляются на мачтѣ такимъ образомъ, чтобы провода находились на равныхъ разстояніяхъ другъ

отъ друга, такъ какъ иначе потери напряженія, обусловливаемыя самоиндукціей, будутъ различны (см. 150, посл. абз.).

Стрѣлка провѣса, смотря по пролету, должна равняться 50—100 см. и должна быть одинакова на всемъ протяженіи линіи. Для ея повѣрки держать подъ проводомъ въ срединѣ провѣса шестъ, снабженный значкомъ, напр. гвоздемъ, и визируютъ чрезъ точки прикрѣпленія *a*, *b* на конецъ шеста *c* (рис. 141). Можно также отмѣтить величину стрѣлки на столбахъ и визировать по этимъ отмѣткамъ; низшія точки на проводахъ должны лежать на визируемой линіи.

Беря проволоку изъ бухты (мотка), должно начинать съ того конца проволоки, который лежитъ на наружной сторонѣ бухты; самый мотокъ при сматываніи съ него провода держится отвѣсно и поворачивается вокругъ своей оси; тяжелыя проволочныя бухты устанавливаются на особыя станины съ цапфами для вращенія. Было бы очень ошибочно брать отдѣльные витки съ круга, лежащаго, напр., на землѣ, такъ какъ тогда проводъ закручивается, а это значительно затрудняетъ потомъ его навѣшивание.

Провода натягиваются посредствомъ клещей (лапокъ), не портящихъ провода. При болѣе толстыхъ проводахъ, свыше 16 кв. мм. сѣченіемъ, полезно произвести предварительное натягиваніе прежде наложенія на изоляторы; если при этомъ изгибы провода не удастся уничтожить однимъ только натягиваніемъ, то для тонкихъ проводовъ берутъ въ руку двѣ дощечки и, крѣпко сжимая между ними проводъ, проходятъ ими по всему проводу. Болѣе толстые провода выпрямляютъ помощью деревяннаго молота и ровной деревянной доски.

Очень толстые провода, сѣченіемъ больше 50 кв. мм., натягиваются съ большимъ трудомъ; вмѣсто нихъ употребляютъ или мѣдные тросы, или прокладываютъ нѣсколько болѣе тонкихъ проводовъ рядомъ, соединяя ихъ у концовъ параллельно.

163. **Предохранительныя средства отъ паденія проводовъ находящихся подъ напряженіемъ.** При проводкѣ высокаго напряженія въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ линія образуетъ уголъ, укрѣпляется запасной крюкъ, который не позволяетъ упасть проводу, сорвавшемуся съ изолятора. Вообще нужно предотвратить паденіе проводовъ, особенно если они подвѣшены поперекъ дороги. Если сопротивление проводовъ на разрывъ рассчитано съ достаточной щедрости, и кромѣ того они особенно надежно закрѣплены на изоляторахъ (см. 157, послѣдн. абз.), то всякія дальнѣйшія мѣры излишни. Вообще же примѣняются приспособленія, посредствомъ которыхъ разорванный проводъ автоматически выключается изъ цѣпи, или устраивается предохранительная сѣтка изъ желѣзныхъ проволокъ. Эти послѣднія должны быть такого діаметра, чтобы не разорваться отъ паденія на нихъ проводника, и чтобы не расплавиться отъ тока, послѣ того, какъ онѣ образуютъ короткое сообщеніе. Предохранительную сѣтку слѣдуетъ соединить съ землей или чрезъ желѣзные столбы, если она подвѣшена на таковыхъ, вкопанныя въ землю, или чрезъ особыя земные провода, если она подвѣшена на деревянныхъ столбахъ. Необходимые въ послѣднемъ

случаѣ провода, идущіе къ земнымъ пластинамъ, на той своей части, которая доступна для стоящаго на землѣ, должны быть заграждены.

Если воздушныя провода идутъ параллельно другимъ проводамъ, телефонной линіи и т. д., или пересѣкаются съ таковыми, то слѣдуетъ вышеуказанными мѣрами предотвратить соприкосновеніе и разрывъ проводовъ.

164. Подвѣшиваніе на однихъ и тѣхъ же столбахъ телефонныхъ проводовъ и проводовъ переменнаго тока. Самымъ вѣрнымъ и совершеннымъ способомъ устранить взаимное вліяніе между телефонной сѣтью и сѣтью переменнаго тока является прокладка телефонной линіи въ кабелѣ, подвѣшенномъ на 5-миллиметровой стальной проволоцѣ, которая протягивается на столбахъ.

Если телефонная сѣть состоитъ изъ воздушныхъ проводовъ, то нужно вести прямой и обратный ея проводы другъ возлѣ друга и притомъ въ одинаковыхъ условіяхъ относительно изоляціи отъ проводовъ сильнаго тока. Разстояніе между этими послѣдними проводами или ихъ предохранительною сѣткою и проводами телефонными, находящимися подъ ними, должно быть по возможности велико уже только въ цѣляхъ хорошаго слышанія въ телефонъ. Телефонные провода, идущіе параллельно съ проводами многофазнаго тока, должны быть по всей линіи, чрезъ каждые 200 мт. (прибл.), перекрещиваемы такимъ образомъ, чтобы мѣнялось ихъ положеніе относительно проводовъ сильнаго тока. Этимъ перекрещиваніемъ уменьшаютъ индукціонное дѣйствіе многофазнаго тока и достигаютъ удовлетворительнаго (по отсутствію нарушеній) дѣйствія телефоновъ. Но вліяніе высокаго напряженія этимъ не устраняется, и въ телефонныхъ проводахъ могутъ возникнуть опасныя напряженія. Во избѣжаніе происходящей отсюда опасности и другихъ нарушеній телефонные провода снабжаются предохранителями отъ напряженія, а телефонные аппараты устраиваются такимъ образомъ, чтобы говорящій не подвергался риску, даже если произойдетъ соприкосновеніе телефоннаго провода съ проводомъ высокаго напряженія.

Соотвѣтственными перекрещиваніями проводовъ можно устранить вліяніе сѣти многофазнаго тока на телефонную; однако это рѣдко примѣняется, такъ какъ этимъ вводится большое усложненіе монтажки, а — главное — надзора, необходимаго для хорошаго содержанія линіи; кромѣ того перекрещиваніе перестаетъ быть дѣйствительнымъ средствомъ, когда нарушается симметрія фазныхъ токовъ вслѣдствіе соединенія съ землей и т. д.

165. Надзоръ за воздушною проводкою. Линіи воздушной проводки должны быть подробно осматриваемы по крайней мѣрѣ разъ въ годъ; приэтомъ обращается вниманіе, какъ на скрѣпленія проводовъ съ изоляторами, такъ и на крѣпость деревянныхъ столбовъ, если таковыя имѣются. Кромѣ того обходъ линіи производится послѣ каждой бури, по возможности скоро послѣ нея, а также и вообще каждые четверть года.

Крѣпкость деревянныхъ столбовъ слѣдуетъ испытывать каждые два года въ теченіе первыхъ десяти лѣтъ, а затѣмъ по меньшей мѣрѣ ежегодно и притомъ лучше всего осенью. Особенно тщательно осматривается то мѣсто столба, гдѣ онъ выходитъ изъ земли; для этой цѣли вокругъ столба прибл. на 30 см. глубины вынимается земля, и прочность дерева испытывается втыканіемъ въ столбъ иглы и т. под. Если столбъ при ударѣ объ него твердымъ предметомъ издаетъ глухой звукъ, то нужно изслѣдовать, не гниетъ ли дерево; для этого столбъ бурявятъ пробойникомъ съ діаметромъ не меньше 5 мм. и осматриваютъ буровую муку. Если столбъ оказывается доброкачественнымъ, буровую дырку закладываютъ крѣпкимъ деревяннымъ штифтомъ. Загнившій столбъ издаетъ легкое хрустѣніе, если его раскатать шестомъ въ направленіи перпендикулярномъ къ линіи проводовъ; этимъ шестомъ упираются въ болѣе высокое мѣсто столба. Замѣченныя недостатки записываются въ книгу вмѣстѣ съ номеромъ столба и, по возможности безъ замедленія, относительно ихъ принимаются мѣры.

Проводка внѣ зданій.

166. Проводка внѣ зданій отличается отъ воздушной (ст. 154) проводки тѣмъ, что представляетъ собою проводку по стѣнамъ домовъ, въ садахъ и т. д. съ разстояніемъ между точками закрѣпленія меньшими, чѣмъ 10 мт.

Такая сѣтъ, закрѣпляемая на изолирующихъ колокольчикахъ, должна быть сдѣлана выключаемою отъ главной сѣти. Употребленіе сложныхъ проводовъ здѣсь не примѣнимо. За наименьшее сѣченіе при низкомъ напряженіи принимается 4 кв. мм. при пролетѣ не больше 1 мт., въ остальныхъ случаяхъ 6 кв. мм. и при высокомъ напряженіи

10 кв. мм. Незащищенные провода, чтобы невозможно было прикосновеніе, должны быть подняты надъ землею при низкомъ напряженіи, по крайней мѣрѣ, на 2,5 мт., при высокомъ — на 6 мт. Если нельзя достигнуть невозможности прикосновенія высокою подвѣскою проводовъ, употребляются другіе способы защиты, напр. рѣшетки, непременно заземляемая, если напряженіе велико; особенно важно все это по отношенію къ проводамъ доступнымъ изъ окна или съ крыши. Приборы, которые приходится монтировать внѣ зданій, нужно защитить отъ вліянія погоды; это достигается или особою конструкціею ихъ, или специальными приспособленіями. Поддержки и защитныя приспособленія проводовъ, несущихъ напряженіе выше 750 V, слѣдуетъ обозначать красною стрѣлкою.

Провода высокаго напряженія подвѣшиваются послѣ основательной очистки. Изолировка проводовъ вселяла бы лишь неосновательную увѣренность въ безопасности и этимъ именно представляла бы опасность при обслуживаніи сѣти.

167. Разстояніе между проводами. Слѣдующая таблица даетъ наименьшія величины для разстоянія между проводами, протяну-

тыми другъ возлѣ друга, если только дѣло не идетъ о параллельныхъ вѣтвяхъ, не отключаемыхъ одна отъ другой, а также для разстоянія между проводами и стѣной или защитнымъ приспособленіемъ:

Пролетъ	Разстояніе.	
	другъ отъ друга	отъ стѣны или частей зданія и отъ защитныхъ приспособленій.

Низкое напряженіе: голые провода

меньше 4 мт.	10 см.	} 5 см.
4—6 "	15 "	
6—10 "	20 "	

Изолированные провода, уложенные открыто

меньше 4 мт.	5 см.	} 2 см.
4—6 "	10 "	
6—10 "	15 "	

Высокое напряженіе: голые провода

меньше 4 мт.	1 см. на каждые 1000 V, но, по меньшей мѣрѣ,	} 10 см.
4—6 "	15 см.	
6—10 "	20 "	
	30 "	

168. Присоединеніе изолированныхъ проводовъ къ голымъ. Конецъ голаго провода дважды оборачивается вокругъ шейки изолятора и спаявается съ натянутою частью провода. При болѣе тонкихъ проводахъ конецъ провода *a*, какъ показывается рис. 142, обматывается вокругъ натянутой части, при болѣе толстыхъ —

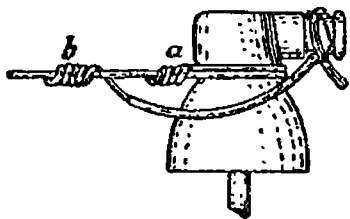


Рис. 142.

толще 10 кв. мм. — соединеніе производится обматываніемъ тонкой мѣдной проволокой подобно тому, какъ изображено на рис. 138. Конецъ изолированного проводника припаявается къ воздушному (*b* на рис. 142) или соединяется съ нимъ помощью винтового скрѣпленія. Съ этого мѣста изолированный проводъ подводится къ вводной воронкѣ или напр. къ подвижнымъ проводамъ дугового фонаря, причемъ онъ закрѣпляется на изоляторъ такимъ образомъ, чтобы мѣсто сращенія не подвергалось натяженіямъ отъ того, что свободно подвѣшенный

проводъ движется. Выполненіе этого условія указано на рис. 142, гдѣ изолированный проводъ закрѣпленъ въ цапфѣ изолятора вязальной проволокою.

Провода въ закрытыхъ помѣщеніяхъ.

169. **Общія правила укладки проводовъ.** Проводка должна быть, по возможности, на виду для облегченія могущихъ представляться впослѣдствіи починокъ и передѣлокъ. Поэтому предпочтительнѣе открытая проводка въ сравненіи съ укладкою проводовъ въ стѣнахъ и потолкахъ. Если необходима закрытая проводка, напр. въ роскошныхъ помѣщеніяхъ, то слѣдуетъ устроить такъ, чтобы провода могли быть безъ особаго труда вынуты изъ скрывающихъ ихъ трубъ и каналовъ и замѣнены въ случаѣ надобности новыми.

Если открытые прикрѣпленные провода могутъ быть механически повреждены, они должны быть защищены въ мѣстахъ, достигаемыхъ рукою. Для этого провода прокладываются въ трубахъ, прикрываются и т. п. Провода съ металлическими оболочками, кабели съ железными оболочками защищены достаточно уже сами по себѣ и не требуютъ дальнѣйшихъ огражденій.

Мѣста соединеній проводовъ другъ съ другомъ не должны быть подвержены тяженію. При прокладываніи проводовъ на роликахъ это достигается соотвѣтственнымъ расположеніемъ этихъ послѣднихъ; провода, протянутые въ трубахъ, не должны быть туго натягиваемы у концовъ. Соединеніе сложныхъ проводовъ, какъ и ихъ развѣтвленія, должны производиться помощью зажимовъ, укрѣпленныхъ на изолирующей шайбѣ. Спайка употребляется здѣсь только въ арматурахъ. Подвижные провода для столовыхъ лампъ и т. д. отвѣтвляются помощью штепселей.

При скрещиваніи проводовъ между собою и съ другими проводящими предметами, какъ напр. газовыми трубами (если эти скрещиванія вообще неизбѣжны) должна быть употребляема долговѣчная изолировка.

170. **Проводной матерьяль.** Въ закрытыхъ помѣщеніяхъ вообще употребительны лишь изолированные провода: голые лишь въ особыхъ случаяхъ.

а) Провода безъ резиновой оболочки, обмотанные хлопчатобумажнымъ, пропитаннымъ изолирующимъ матерьяломъ, вслѣдствіе своей недостаточной изоляціи не примѣняются въ новыхъ установкахъ. Тамъ, гдѣ они существуютъ, должно тщательно наблюдать, чтобы своевременно ремонтировались неисправности.

б) Провода съ резиноюю лентою обозначаются согласно правилъ Союза Герм. Электротехниковъ знакомъ GB. Луженая или огнѣмѣдная жила покрывается хлопчатобумажною тканью и сверхъ нея обматывается невулканизированною лентою. Поверхъ этой по-

слѣдней накладывается слой хлопчатобумажной ткани и, наконецъ, какъ внѣшнее огражденіе, пропитанная обмотка изъ пеньки или т. под. матерьяла. Эти провода прокладываются неподвижно въ изоляторныхъ трубахъ, на роликахъ и т. д. поверхъ штукатурки и пригодны лишь для сухихъ помѣщеній и напряженія не большаго 125 V.

с) Провода съ резиною оболочкою. Обозначеніе: GA. Мѣдная жила, луженая на огнѣ, окружается вулканизированнымъ каучукомъ, не пропускающимъ воду. Поверхъ накладывается оболочка изъ пропитанной резиною ленты и все это покрывается пропитанною оплеткою изъ бумажной ткани, пеньки и т. под. Эта послѣдняя въ сложномъ проводѣ можетъ быть общею для всѣхъ проводниковъ.

Эти провода годны для неподвижной проводки при напряженіи до 1000 V и для подвижныхъ проводовъ до 500 V.

д) Спеціальныя провода съ резиною оболочкою. Обозначеніе: SGA. Резиновая оболочка состоитъ изъ нѣсколькихъ слоевъ резины. Эти провода пригодны для неподвижнаго закрѣпленія при всякомъ напряженіи и для присоединенія переносныхъ приборовъ -- до 1500 V.

е) Панцырные провода. Обозначеніе: PA. Это суть провода съ резиною оболочкою, одинокіе или сложные, окруженные пропитанною обмоткою и поверхъ нее — оболочкою изъ металлической проволоки (оплетка или обмотка). Для неподвижнаго закрѣпленія они годны до 1000 V, а для присоединенія переносныхъ приборовъ -- до 500 V. Панцырные провода примѣняются въ сухихъ помѣщеніяхъ, если необходимо огражденіе отъ механическихъ поврежденій; для помѣщеній сырыхъ они менѣе пригодны.

ф) Провода въ трубахъ и фальцованные. Обозначеніе: RA. Простой или сложный проводникъ съ резиною оболочкою окружается металлической, тѣсно примыкающей трубой безъ шва или фальцованной. Провода эти гнутся и потому могутъ быть доставлены въ видѣ мотка. Въ теченіе нѣсколькихъ послѣднихъ лѣтъ изготовляются провода въ трубахъ, системы Куло, въ оболочкѣ которыхъ примѣненъ методъ изоляторныхъ трубъ. Эти провода прокладываются неподвижно, открыто, въ сухихъ помѣщеніяхъ, при напряженіи не свыше 1000 V.

При прокладкѣ ихъ примѣняются тѣже правила, что и для изоляторныхъ трубъ (см. 174). При пропусканіи сквозь стѣны пользуются особыми трубками. При небольшихъ токахъ можно пользоваться металлическою оболочкою, какъ заземленнымъ проводомъ.

г) Шнуры съ резиною лентою вслѣдствіе малой своей прочности не примѣняются въ новыхъ установкахъ. Тамъ, гдѣ они уже существуютъ, слѣдуетъ чаще осматривать ихъ и въ особенности слѣдить за тѣмъ, чтобы подвижные провода замѣнялись болѣе надежнымъ матерьяломъ (шнуры съ резиною оболочкою), прежде чѣмъ неисправности ихъ, легко увеличивающіяся, доведутъ до пожара.

h) Шнуры съ резиною оболочкою. Обозначеніе: SA. Мѣдныя жилы состоятъ изъ луженыхъ на огнѣ, скрученныхъ проволокъ, діаметромъ не больше 0,3 мм. и имѣютъ въ сѣченіи отъ 1 до 6 кв. мм. Мѣдныя жилы оплетены бумажною тканью, а сверхъ нея окружены оболочкою изъ вулканизированной резины, непроницаемою для воды. Сверхъ оболочки каждая жила покрывается защитою изъ волокнистаго матерьяла, которая окружается оплеткою, какъ въ одиночныхъ проводахъ, такъ и въ сложныхъ тросахъ.

Шнуры съ резиною оболочкою пригодны для напряженій до 1000 V при неподвижной прокладкѣ и — до 500 V для переносныхъ потребляющихъ приборовъ.

и) Проводники для патроновъ. Обозначеніе: FA. Они предназначаются для проводки къ арматурамъ и внутри ихъ для напряженій до 250 V; ввиду послѣдней указанной цѣли ихъ діаметръ по возможности малъ. Состоятъ они изъ одного массивнаго или сложнаго провода, луженаго на огнѣ, съ сѣченіемъ мѣди въ 0,75 кв. мм., окруженнаго вулканизированной оболочкой. Поверхъ послѣдней имѣется волокнистая оплетка. Эти провода бываютъ и скрученными въ видѣ троса.

Двойные провода для патроновъ. Обозначеніе: FA₂. Они представляютъ собою два описанныхъ выше провода съ общою оплеткою.

к) Шнуры для подвѣшиванія. Обозначеніе: PL. Мѣдныя жилы въ 0,75 кв. мм. состоятъ изъ луженыхъ скрученныхъ мѣдныхъ проволокъ діаметромъ не больше 0,3 мм. Онѣ оплетены бумажною нитью и покрыты сверхъ того вулканизированною резиною оболочкою. Два такихъ провода и тросъ для подвѣшиванія находятся въ общей оболочкѣ или же провода скручиваются съ тросомъ, имѣя каждый особую оплетку. Если тросъ металлическій, то онъ также оплетается и заключенъ въ оболочку.

Шнуры для подвѣшиванія пригодны для напряженій до 250 V примѣняются для подвѣски лампъ накаливанія съ не очень тяжелыми рефлекторами и для подъемныхъ приспособленій; въ послѣднемъ случаѣ, въ виду того, что они перекидываются черезъ блокъ, отъ нихъ требуется большая гибкость.

л) Хакеталовая проволока безъ резиновой оболочки; ея оболочка отлично противостоитъ химическимъ дѣйствіямъ, но представляетъ собою слабую изоляцію; она допустима въ тѣхъ случаяхъ, когда возможны и голые провода. Эти провода прокладываются поэтому на колоколообразныхъ изоляторахъ и т. под., какъ и голые провода.

Хакеталовые провода лучшаго качества рекомендуются для тѣхъ случаевъ, когда проводка должна быть защищена отъ разрушенія, какъ напр. на химическихъ заводахъ, въ конюшняхъ и т. д. Эти провода примѣняются Германскимъ Управленіемъ телеграфовъ для мѣстъ скрещенія линій Почтоваго Вѣдомства съ проводами сильныхъ токовъ (низкаго напряженія), требующихъ изолировки означенныхъ линій.

Хакеталовые провода, съ жилами, устроенными по типу проводовъ съ резиновою оболочкой (см. с), примѣняются подобно этимъ послѣднимъ.

м) Свинцовые кабели, см. 184.

п) Провода для особыхъ цѣлей. Солидные заводы доставляютъ провода, свойства которыхъ отвѣчаютъ какимъ либо особымъ потребностямъ, какъ напр. прочная изоляція, выдерживающая сухой жаръ.

о) Голые провода. Обозначеніе: ВС. Голые провода употребляются въ сырыхъ помѣщеніяхъ, а также въ помѣщеніяхъ, наполненныхъ кислотными парами, если они безопасны въ пожарномъ отношеніи и не содержатъ въ себѣ горючихъ веществъ, и наконецъ, — какъ средній проводъ въ трехпроводной системѣ (см. 147).

р) Провода изъ иныхъ металловъ, чѣмъ мѣдь, примѣняются иногда въ помѣщеніяхъ сырыхъ или наполненныхъ кислотными парами. Напр. въ пивныхъ погребахъ и конюшняхъ оцинкованная желѣзная проволока, покрытая эмалевымъ лакомъ, служитъ дольше мѣдной. Сѣченіе желѣзной проволоки должно быть больше, чѣмъ мѣдной, однако не въ шесть разъ, какъ это слѣдовало бы для полученія одинаковой проводимости. Для химическихъ заводовъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ наиболѣе подходящею является мѣдная проволока, покрытая толстымъ слоемъ свинца. Относительно прокладки сюда относится сказанное подъ о).

q) Мѣченые провода. Многіе заводы считаютъ необходимымъ мѣтить провода, соотвѣтствующіе нормамъ Союза Герм. Электрот, вплетая ярко-красную нитку въ ихъ изоляцію. Кромѣ того въ изолировку вплетается еще одна или нѣсколько разноцвѣтныхъ нитокъ, служащихъ фабричнымъ клеймомъ.

171. Разстояніе между проводами. Если провода не проложены въ трубкахъ или кабелемъ и т. д., то придерживаются, вообще говоря, нижеслѣдующихъ минимальныхъ разстояній. Еще меньшія разстоянія допускаются при проводкѣ, соединяющей аккумуляторы, машины, распредѣлительныя доски и т. д., и состоящей изъ толстыхъ мѣдныхъ проводовъ или шинъ, разстояніе между которыми опредѣляется качествами изоляціи; разстояніе между мѣстами закрѣпленія проводовъ въ этомъ случаѣ не должно быть меньше 1 мт. Меньшее разстояніе можетъ быть далѣе взято между параллельными, однополюсными и невыключаемыми проводами.

Пролетъ	Разстояніе	
	взаимное	отъ стѣнъ, частей зданія и защитныхъ приспособленій.

Низкое напряженіе:

Изолированные простые и сложные провода, въ сухихъ помѣщеніяхъ

На изолирующихъ роликахъ 80 см.	5 см.	1 см.
------------------------------------	-------	-------

Изолированные простые провода, въ сырыхъ помѣщеніяхъ

На изоляторахъ для погребовъ и т. под. 80 см.	5 см.	5 см.
--	-------	-------

голые провода

На изоляторахъ 4 мт.	10 см.	} 5 см.
4—6 "	15 "	
6—10 "	20 "	

Высокое напряженіе:

голые и изолированные провода

на желобчатыхъ или колоколообразныхъ изоляторахъ 1,5—2 мт.	1 см. на каждую 1000 V, но не меньше	
	5 см.	5 см.

Провода высокаго напряженія практичнѣе оставлять голыми и окружать защитными приспособленіями; изолировка легко возбуждаетъ неосновательное чувство безопасности.

172. **Изолирующіе ролики.** Укрѣпленіе одиночныхъ проводовъ на роликахъ представляетъ собою одинъ изъ лучшихъ способовъ изоляціи, удовлетворительный даже въ умѣренно сырыхъ помѣщеніяхъ. Монтировка на роликахъ хороша во всѣхъ случаяхъ, когда провода не доступны для прикосновенія и когда открытая прокладка не портитъ вида. Напротивъ, она не примѣнима, когда отъ толчковъ

при частомъ мытьѣ стѣны и т. под. провода, сначала туго натянутые, искривляются и проводка получаетъ некрасивую внѣшность. Последнее случается особенно часто съ менѣ прочною проводкою сложныхъ проводовъ на роликахъ; подобная проводка допустима лишь въ совершенно сухихъ помѣщеніяхъ. Ролики тѣмъ лучше выполняютъ свое назначеніе, чѣмъ выше ихъ нижняя выпуклость, которою опредѣляется разстояніе проводника отъ стѣны, т. е. чѣмъ больше путь для тока по поверхности. Рис. 143 изображаетъ роликъ для низкихъ напряженій. Въ этомъ случаѣ нижняя выпуклость должна быть столь

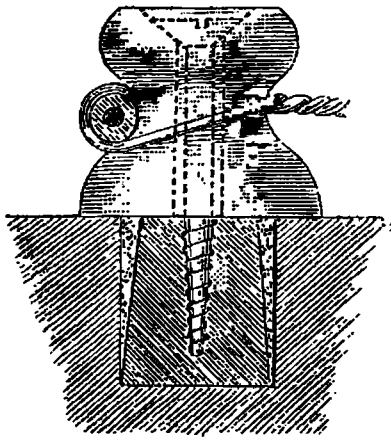


Рис. 143.

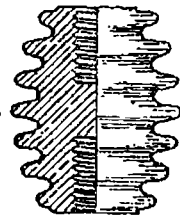


Рис. 144.

высокою, чтобы кратчайшее разстояніе проводовъ отъ стѣны было не меньше 1 см. Роликъ для большихъ напряженій и именно для распределительныхъ досокъ изображенъ на рис. 144.

Въ наръзки изолятора входятъ болты, служащіе съ одной стороны для прикрѣпленія къ распределительной доскѣ и т. под., съ другой — для укрѣпленія соответственныхъ проводовъ.

Не рекомендуется провода, протянутые на роликахъ, покрывать кожухами и тѣмъ дѣлать ихъ недоступными: внутри такихъ загражденій собирается грязь и причиняетъ погрѣшности изоляціи. Если проводка нуждается въ особой защитѣ, потому ли что находится на доступной высотѣ или почему другому, то употребляются защитныя трубы, отвѣчающія самымъ различнымъ требованіямъ (см. 173).

Разстояніе между параллельными проводами при низкомъ напряженіи должно быть не меньше 5 см. Разстояніе между точками прикрѣпленія помощью роликовъ берется отъ 50 до 80 см., смотря по разстоянію между параллельными проводниками. Въ особыхъ случаяхъ, напр. при прокладкѣ проводовъ по стропиламъ крыши, допускается большее разстояніе между роликами.

При измѣненіи направленія параллельныхъ проводниковъ часто дѣлается ошибка, заключающаяся въ ненужномъ ихъ скрещиваніи. На рис. 145 изображенъ переходъ проводовъ со стѣны на потолокъ,

причемъ рис. 145 в изображаетъ правильное расположеніе, а рис. 145 с невѣрное. Можно избѣгнуть этой ошибки, если во время прокладки представлять себя плывущимъ между проводниками въ какомъ либо направленіи. При этомъ одинъ и тотъ же проводникъ долженъ всегда оставаться по одну и ту же сторону.

Проводъ прикрѣпляется къ изолирующему ролику (рис. 143) посредствомъ оцинкованной желѣзной проволоки, діаметромъ въ 1,5—2 мм. Проводъ и роликъ охватываютъ кускомъ вязальной проволоки и скручиваютъ острогубцомъ концы проволоки со стороны противоположной проводу; проволочные концы затѣмъ отщипываются. Обвертываніе изолирующаго ролика самимъ проводомъ было бы непрочно. Чтобы защитить изоляцію проводника отъ порчи, проводникъ обвертываютъ изолирующей лентой въ мѣстѣ привязыванія. Сильное натягиваніе проводовъ достигается тѣмъ, что передъ прикрѣпленіемъ про-

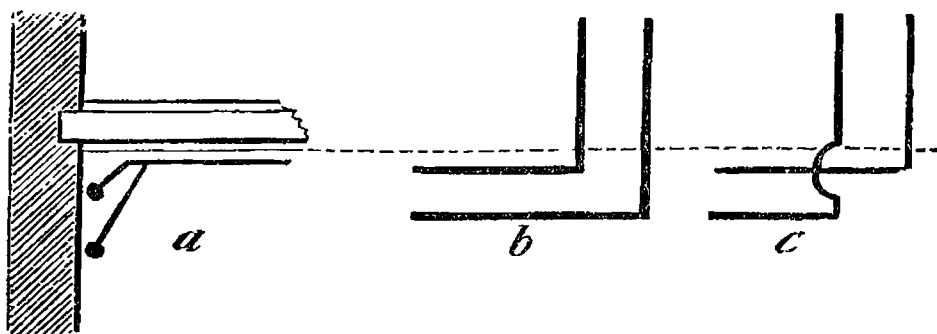


Рис. 145.

вода немного освобождаютъ изолирующій роликъ, вывинчивая винтъ на нѣсколько ходовъ, а послѣ привязки сильно привинчиваютъ его. При прокладкѣ по стѣнѣ провода такъ накладываются на ролики, чтобы вязальная проволока не была натянутой. При прокладкѣ сложныхъ проводниковъ на роликахъ слѣдуетъ такъ располагать отдѣльные проводники, чтобы они не производили давленія другъ на друга. Обыкновенно достаточно бываетъ, раскрутивъ часть шнура, надѣть его на роликъ; привязываніе нитью полезно, но не вязальной проволокою.

Для прокладки проводовъ на стѣнахъ лучше всего служатъ дюбели (желѣзныя пробки), скрѣпляемые со стѣною цементнымъ растворомъ. Рис. 146 изображаетъ прикрѣпленіе трехъ роликовъ помощью пробки изъ ковкаго желѣза. Для параллельной прокладки большаго числа проводовъ служатъ желѣзныя полосы, прикрѣпленныя къ стѣнѣ двумя или тремя пробками. Не рекомендуется примѣнять деревянные доски вмѣсто вышеописанныхъ желѣзныхъ полосъ и деревянные пробки для укрѣпленія роликовъ. Если провода ведутся по желѣзнымъ балкамъ, то желѣзныя полосы, служащія для укрѣпленій роликовъ, привинчиваются къ балкамъ (рис. 147).

При огибаніи проводами стѣнныхъ угловъ, желѣзныхъ балокъ и т. д. пользуются угловыми роликами (рис. 148 и 149), которые, не позволяя проводамъ прикоснуться къ частямъ зданія, позволяютъ

сохранить должное разстояніе между этими послѣдними и проводами. Не слѣдуетъ вставлять угловые ролики между проводомъ и стѣною безъ всякаго закрѣпленія: они выпадутъ, когда проводъ изогнется; они должны быть или привязаны къ проводнику (рис. 148), или прикрѣплены къ стѣнѣ помощью дюбеля и винта (рис. 149).

Изображенный на рис. 150 способъ употребляется для прокладки въ машинномъ или аккумуляторномъ помѣщеніи для значительнаго

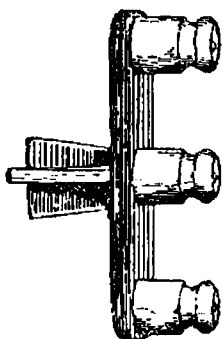


Рис. 146.

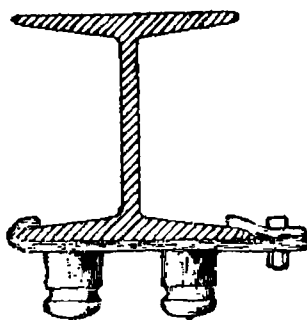


Рис. 147.

числа проводовъ или мѣдныхъ полосъ, параллельныхъ другъ другу. Въ этомъ случаѣ ролики надвигаются на желѣзный стержень со шляпкой и гайкой и удерживаются въ надлежащихъ разстояніяхъ посредствомъ вложенныхъ между ними кусковъ газопроводной трубы.

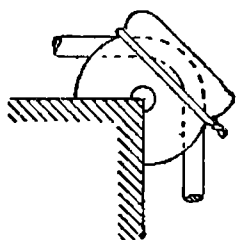


Рис. 148.

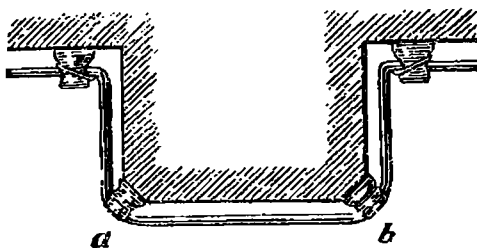


Рис. 149.

Изолировка скрещивающихся проводовъ достигается такъ: (рис. 151) на одинъ изъ двухъ проводовъ надѣваютъ изолирующій роликъ и скрѣпляютъ его съ другимъ проводомъ посредствомъ вязальной проволоки.

173. **Трубы.** Прокладкою проводовъ въ трубахъ достигается, во первыхъ, огражденіе проводовъ по всей ихъ длинѣ отъ механическихъ поврежденій, а во вторыхъ, наиболѣе естественное и потому почти вездѣ выполнимое помѣщеніе проводниковъ. Трубы должны быть примѣняемы со столь прочными стѣнками, чтобы они могли противо-

стоять тѣмъ механическимъ давленіямъ, которыя могутъ случиться въ данномъ мѣстѣ; въ противномъ случаѣ необходимы особыя загражденія (см. 174, g). Вообще говоря, провода должны легко проходить по трубамъ, уложеннымъ уже на свои мѣста; поэтому замѣна поврежденныхъ проводовъ должна быть возможна во всякое время. Это требованіе легкости передвиженія проводовъ по готовымъ трубамъ можетъ остаться невыполненнымъ лишь: если сѣченіе проводовъ превосходитъ 16 кв. мм., а трубы проложены открыто и могутъ быть за-

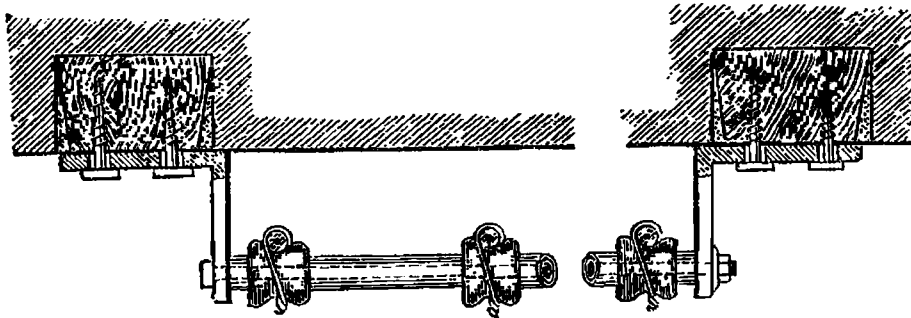


Рис. 150.

мѣнены вмѣстѣ съ проводами; если (при выполненіи послѣдняго условія) короткія трубы ведутъ къ выключателямъ и т. д.

Относительно матерьяла, изъ котораго приготовляются трубы, замѣтимъ слѣдующее:

а) Эбонитовыя трубы хорошаго качества защищаютъ отъ сырости, если мѣста сращенія пригнаны плотно; ихъ можно закладывать и въ стѣны, если исключена возможность порчи гвоздями.

б) Изоляторныя трубы съ тонкою металлическою оболочкою (латунь или листовое желѣзо) примѣняются наиболѣе часто, и особенно — въ сырыхъ помѣщеніяхъ. Трубы съ желѣзною оболочкою, покрытою свинцомъ, являются лучшимъ загражденіемъ, чѣмъ мѣдныя трубы, особливо противъ дѣйствія кислотъ, на химическихъ заводахъ. Онѣ представляютъ собою слабую механическую защиту, а потому въ такихъ мѣстахъ, гдѣ можно бояться механическихъ поврежденій, нужны особыя загражденія.

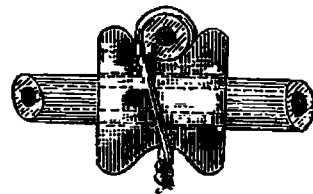


Рис. 151.

с) Бумажныя трубы безъ металлической оболочки, примѣнявшіяся раньше въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, не являются защитой. Въ старыхъ установкахъ, гдѣ существуютъ еще такія трубы, онѣ должны быть по временамъ осматриваемы и въ случаѣ поврежденія замѣняемы болѣе подходящимъ матерьяломъ.

д) Изоляторныя трубы съ толстою желѣзною оболочкою, наз. трубами со стальнымъ панцыремъ, служатъ болѣе надежною изоляціею, электрическою и механическою. Примѣнимость ихъ ограничивается ихъ болѣе высокою цѣною. Между прочимъ онѣ прокладываются въ сырыхъ мѣстахъ, въ стѣнахъ, далѣе — на товарныхъ складахъ, если трубы съ менѣе надежною оболочкою могутъ быть повреждены, а также въ помѣщеніяхъ, требующихъ особой защиты проводовъ въ виду опасности взрыва. Если существуетъ опасность химическаго дѣйствія на матерьялъ трубы, какъ напр. на химическихъ заводахъ, въ конюшняхъ и т. д., то трубы покрываются соотвѣтственнымъ слоемъ, который должно во время возобновлять.

е) Металлическія трубы безъ изолирующей прокладки являются хорошою механическою защитою. Недостающая изолирующая прокладка возмѣщается хорошою изоляціею проводовъ, какъ напр. провода или шнуры съ резиною оболочкою. Могутъ быть употребляемы лишь трубы, предназначенныя для проводовъ, такъ какъ внутри другихъ трубъ находятся металлическія опилки, портящія изолировку.

ф) Стальные трубы съ продольнымъ разрѣзомъ, система Пешеля, эмалированныя, служатъ для прокладки въ сухихъ мѣстахъ, по стѣнамъ. Относительно ихъ механической крѣпкости и проводовъ, употребляемыхъ при этихъ трубахъ, можно повторить то, что сказано подъ е).

174. **Монтировка трубъ.** Заводами даются указанія относительно прокладки трубъ по различнымъ системамъ. Въ послѣдующемъ приведены главнѣйшія правила:

а) **Соединеніе трубъ.** Соединенія производятся помощью муфтъ, обыкновенно изъ того же матерьяла, изъ котораго сдѣланы трубы.

Въ трубахъ изъ рогового каучука одинъ конецъ обыкновенно уже имѣетъ насадку въ видѣ муфты. Плотное соединеніе производится посредствомъ нагрѣванія концовъ трубъ, надѣваемыхъ одинъ на другой.

Соединеніе трубъ съ тонкими металлическими оболочками изображено на рис. 152. Муфта заключаетъ въ себѣ изолирующую гильзу *b* и поперечные желобки *r* съ мастикою, которую можно расплавить. Концы трубъ предъ одѣваніемъ муфты освобождаются отъ металлической оболочки на длинѣ прибл. 3 мм., поверхность срѣза трубъ обрабатывается ножомъ или подходящимъ фрезеромъ. Послѣ надѣванія муфты, въ срединѣ которой должны соприкоснуться концы трубъ, концы ея нагрѣваются, чтобы сдѣлать соединеніе плотнымъ. Для этой цѣли пользуются какимъ либо некопящимъ пламенемъ, напр. паяльной лампы.

Соединеніе трубъ со стальнымъ панцыремъ производится посредствомъ навинчиваемыхъ муфтъ, какъ при прокладкѣ газовыхъ трубъ. При обрѣзываніи трубы особенное вниманіе обращается на то, чтобы не осталось неровностей; въ случаѣ надобности ихъ удаляютъ.

Рис. 153 изображаетъ соединеніе муфтою трубъ, не имѣющихъ изолирующей подкладки, а именно трубъ Пешеля съ продольнымъ разрѣзомъ. Концы трубы, пружинящей по окружности, вставляются въ муфту. Въ этой послѣдней имѣются отверстія *s*, позволяющія видѣть, какъ далеко вошла труба.

При высокихъ напряженіяхъ мѣста соприкосновенія металлическихъ трубъ проводяще соединяются, и вся труба заземляется.

б) Сгибаніе трубъ изъ нѣкоторыхъ матерьяловъ можетъ быть производимо; въ остальныхъ случаяхъ употребляются особыя угловыя трубы.

Сгибаніе трубъ съ металлической оболочкой производится помощью предназначенныхъ для этой цѣли щипцовъ, приэтомъ въ оболочкѣ дѣ-



Рис. 152.

лаютъ нѣсколько надрѣзовъ *x* одинъ рядомъ съ другимъ (рис. 154). Не слѣдуетъ дѣлать у трубъ косые срѣзы и прокладывать ихъ одна къ другой въ такомъ видѣ.

Трубы со стальнымъ панциремъ могутъ быть сгибаемы особыми приспособленіями въ холодномъ состояніи.

с) Прокладка и закрѣпленіе трубъ. Безпрерывная линія трубъ не должна быть очень длиною, т. к. въ трубахъ придется



Рис. 153.

прокладывать провода. Она не дѣлается длиннѣе 15 м. при четырехъ сгибахъ, которые наиболѣе затрудняютъ протягиваніе проводовъ. По той же причинѣ трубы должны быть не очень узки; низшимъ предѣломъ для діаметра внутренняго просвѣта трубы считаютъ 9 мм. при одиночныхъ проводахъ, 11 — при двойныхъ низкаго напряженія и 15 мм. — для высокаго напряженія.

Трубы прокладываются такимъ образомъ, чтобы въ нихъ не образовывались скопленія воды; поэтому трубы съ продольнымъ разрѣзомъ должны быть обращаемы этимъ разрѣзомъ внизъ. Послѣ прокладки каждаго куска трубы слѣдуетъ убѣдиться, что стальная лента, служащая для протягиванія проводовъ, свободно проходитъ черезъ него. Вышележащій конецъ трубы немедленно послѣ прокладки закупори-

вается пробкою и т. под., чтобы по трубѣ не возникъ потокъ воздуха и не осаждалась влага. Когда провода уже протянуты для закупорки пользуются чэттертоновой мастикой или изолирующей тесьмой, если только труба не закрыта уже и безъ того коробкою и т. д. Для трубъ съ продольнымъ разрѣзомъ такая закупорка, разумѣется, не необходима. Эти трубы, если онѣ проведены вертикально, въ мѣстѣ своего выступленія надъ поломъ могутъ заливаться водой; поэтому сквозь потолоки пропускаются закрытыя трубы.

Въ сырыхъ мѣстахъ защитою отъ окисленія служитъ окраска трубы. Это относится и къ трубамъ, проходящимъ сквозь каменную стѣну, и особенно, если онѣ имѣютъ тонкую металлическую оболочку; въ этомъ случаѣ труба чокрывается двойнымъ слоемъ асфальтоваго лака или эмалевой краски. Послѣ прокладки трубъ отверстія стѣнъ задѣлываются гипсомъ, но не покрываются цементомъ или известкою. Если въ стѣнѣ прокладывается труба съ продольнымъ разрѣзомъ, то

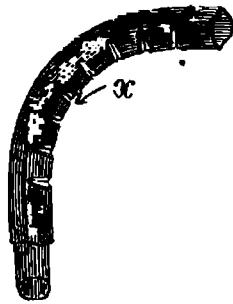


Рис. 154.



Рис. 155.

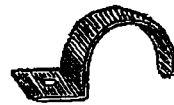


Рис. 156.



Рис. 157.

этотъ разрѣзъ долженъ приходиться на задней сторонѣ трубы, чтобы забрасываемая стѣнная облицовка не могла проникнуть чрезъ него. Прокладка трубъ въ комнатахъ, оклеенныхъ обоями, изображена на рис. 155; въ обояхъ дѣлается продольный разрѣзъ, и ихъ края отгибаются съ обѣихъ сторонъ назадъ, а затѣмъ, послѣ окончанія облицовки стѣнного канала, опять тщательно приклеиваются.

Закрѣпленіе трубъ при открытой прокладкѣ ихъ дѣлается на разстояніяхъ не больше 50 см. помощью скобъ (рис. 156 и 157) изъ оцинкованнаго желѣза или латуни; приэтомъ употребляются не гвозди, но винты. Подобное же закрѣпленіе примѣняется для трубчатыхъ и фальцованныхъ проводовъ (см. 170 f). Для закрѣпленія трубъ, проложенныхъ въ стѣнѣ, можетъ служить и вязальная проволока. Приэтомъ двѣ свитыя вмѣстѣ проволоки закрѣпляются на гвоздѣ и скручиваются поверхъ трубы.

Если при постройкѣ новаго зданія имѣютъ въ виду возможную въ будущемъ проводку электрическаго освѣщенія, то можно сначала

заложить трубы, а впоследствии, когда явится надобность, монтировать провода. При этом не нужно забывать проверять правильность расположения трубъ, пропуская въ нихъ стальную ленту, служащую для протягиванія проводовъ. Для сохраненія красивой внѣшности концы трубъ прикрываются деревянными розетками, свинцовыми колпачками и т. под.

д) Соединительныя коробки. Длинные концы трубъ для облегченія протягиванія проводовъ прерываются коробками; подобныя же коробки употребляются для отвлѣтленія проводовъ. Рис. 158 изображаетъ коробку, примѣняемую для трубъ съ металлическою оболочкою. Трубы должны плотно входить въ насадки *a*, но не въ самую коробку. Для герметичности употребляется мастика, расплавляемая нагреваніемъ. При прокладкѣ трубъ въ стѣнной облицовкѣ крышка коробки (*d* на рис. 158) должна приходиться на поверхности этой облицовки.

Если нѣсколько трубъ ведутся параллельно, то вмѣсто отдѣльныхъ коробокъ употребляются иногда ящики изъ желѣзныхъ листовъ, въ

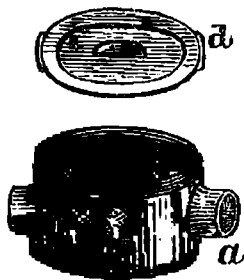


Рис. 158.

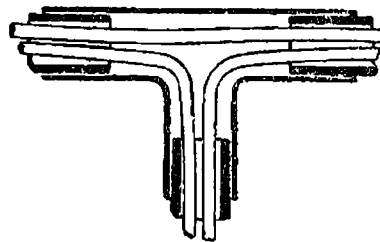


Рис. 159.

которые входят концы всѣхъ трубъ. При подобномъ устройствѣ, служащемъ къ облегченію монтажа, слѣдуетъ особенно заботиться о ясномъ распредѣленіи проводовъ.

е) T-трубки, употребляются для трубъ различныхъ системъ; онѣ имѣютъ крышки. Ихъ примѣненіе облегчаетъ монтаж, напр. устройство отвлѣтленій къ выключателю (рис. 159), когда по трубамъ протягиваются не шнуры, а отдѣльные провода.

ф) Втулки на концахъ трубы. Если труба оканчивается не въ коробкѣ и т. под., то на концы ея надѣваются особые наконечники, предохраняющіе провода отъ порчи острыми краями трубы. Для изоляторныхъ трубъ примѣняются изолирующія втулки, фарфоровыя и т. д., для трубъ, не имѣющихъ изолирующей оболочки — металлическія. Эти втулки не должны уменьшать внутренняго діаметра трубы и потому одѣваются на нее.

г) Огражденіе трубъ. Если труба подвергается опасности механическаго поврежденія, то ее въ должной мѣрѣ ограждаютъ. Сюда

относятся напр. трубы съ тонкой металлической оболочкой, проложенныя вертикально, на длинѣ 10 см. отъ пола. Необходимое огражденіе достигается въ этомъ случаѣ соответственными кожухами или кускомъ газовой трубы, одѣтымъ на изоляторную трубу.

Для защиты трубъ, заложенныхъ въ стѣнѣ, и идущихъ по нимъ проводовъ отъ вбиваемыхъ гвоздей служатъ покрышки изъ плоскаго желѣза не тоньше 2 мм. Эти послѣднія должны быть покрыты слоемъ облицовки, по возможности, тонкимъ, чтобы затруднить вбиваніе гвоздей.

Для предохраненія одинокихъ трубъ или небольшого числа ихъ, положенныхъ пучкомъ, примѣняется угловое желѣзо, которое своими наклонными поверхностями загибаетъ вбиваемые гвозди въ сторону (рис. 160 и 161).

h) Примѣненіе трубъ, какъ заземленныхъ проводовъ. Металлическія трубы достаточнаго сѣченія, мѣста сращенія которыхъ представляютъ хорошій контактъ, могутъ служить нейтральнымъ или нулевымъ проводомъ. Сюда относятся напр. трубы Пешеля, упруго сидящія въ муфтахъ, если только обращено вниманіе на то, чтобы концы трубъ, вдвинутые въ муфты, были лишены эмалировки и давали хорошій контактъ. Въ случаѣ необходимости, чтобы сдѣлать безвреднымъ сопротивленіе контакта въ мѣстѣ стыка, проводится параллельно ему голая мѣдная проволока, укладываемая въ трубу или около нея.

i) Протягиваніе проводовъ. Для протягиванія проводовъ по готовымъ уже трубамъ служитъ стальная лента, оканчивающаяся шаромъ и имѣющая въ началѣ своемъ ушко. Она проталкивается по трубамъ шаромъ впередъ. Проводникъ привязывается къ ушку и тянется за него. Для облегченія протягиванія внутренность трубы посыпается порошкомъ жировика.

Для прокладыванія въ трубахъ наиболѣе подходящи проводники и шнуры съ резиною оболочкою. Одиночные провода, протягиваемые по трубѣ попарно другъ около друга, болѣе надежны, чѣмъ шнуры. Провода съ резиною лентою допускаются лишь въ изоляторныхъ трубахъ, монтированныхъ поверхъ облицовки.

Вообще, по одной и той же трубѣ могутъ проходить лишь провода, принадлежащіе къ одной и той же сѣти; исключеніе допускается лишь для распредѣлительной и сигнальной установокъ, въ которыхъ нѣсколько проводовъ, принадлежащихъ различнымъ сѣтямъ, укладываются въ одной и той же трубѣ достаточно большого сѣченія. Провода съ сѣченіемъ, превосходящимъ 6 кв. мм., вообще говоря, уже не могутъ быть укладываемы по нѣсколько въ общую трубу. Если провода переменнаго тока проходятъ по металлическимъ трубамъ или трубамъ съ металлической оболочкой, то при всякомъ числѣ ихъ и при всякомъ сѣченіи провода, принадлежащіе одной сѣти, должны находиться въ одной и той же трубѣ.

Мѣста спайки проводовъ не должны находиться внутри трубы. Для сращиванія проводовъ и ихъ развѣтвленій должно пользоваться

коробками (рис. 158). Для сращиванія сложныхъ проводовъ въ коробки вкладываются шайбы для отвѣтвленій (см. 175).

к) Присоединеніе трубы къ приборамъ и арматурамъ. Для присоединенія стѣнныхъ бра, выключателей и т. д. служатъ при открытой укладкѣ трубъ деревянныя, или лучше фарфоровыя, шайбы, имѣющія съ боку выдолбины, въ которыя входятъ концы трубъ (рис. 162). Должно считать не правильнымъ, если труба оканчивается раньше входа въ шайбу, и поэтому проводники на нѣкоторомъ промежуткѣ остаются открытыми.

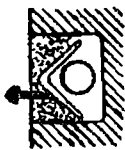


Рис. 160.

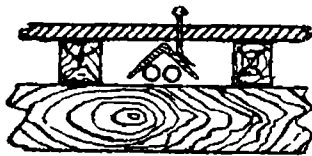


Рис. 161.

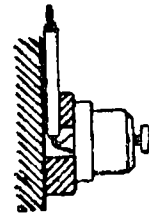


Рис. 162.

Соединеніе проводовъ, находящихся въ стѣнѣ, подъ крышами, съ арматурами и т. д. производится или помощью загиба трубы, выступающаго изъ подъ облицовки (рис. 163), или помощью коробки, устраиваемой на концѣ трубы. Последній способъ указанъ на рис. 164, изображающемъ монтировку выключателя; въ этомъ случаѣ лишь ручка выключателя выступаетъ надъ крышкой коробки, находящейся вровень со стѣною. Если выключатель укрѣпляется на стѣнѣ, то упо-

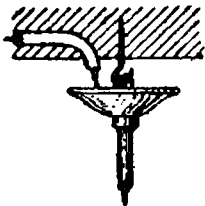


Рис. 163.

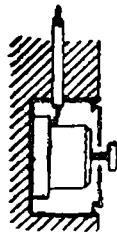


Рис. 164.

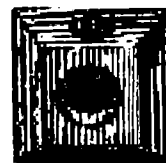


Рис. 165.

гребляютъ пробку изъ пропитаннаго дерева (рис. 165), которая имѣетъ сбоку отверстіе для прохода трубы и по оси отверстіе для соединенія проводовъ съ выключателемъ. Труба должна быть на столько введена въ пробку, чтобы провода не касались дерева.

175. Коробки и шайбы для развѣтвленій служатъ для соединенія и развѣтвленія сложныхъ проводовъ. Контактные зажимы располагаются въ нихъ на изолирующей подкладкѣ (шайбѣ), обыкновенно изъ фарфора, и при томъ такъ, что проводники различныхъ полюсовъ держатся далеко другъ отъ друга, напр. одни выше другихъ.

Спайка употребляется въ сложныхъ проводахъ, лишь когда они идутъ къ арматурѣ или внутри арматуры. Приэтомъ особенное вниманіе должно быть обращено, какъ на самую спайку, такъ и на изолировку спая (см. 144 и 183). Для включенія арматуры въ цѣпь берутся вышеуказанные зажимы.

Такая шайба для отвѣтвленій, вкладываемая въ коробку для развѣтвленій проводниковъ въ трубахъ (рис. 158), изображена на рис. 166

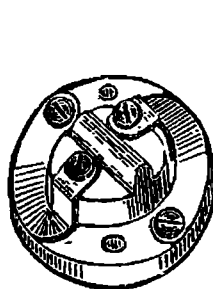


Рис. 166.

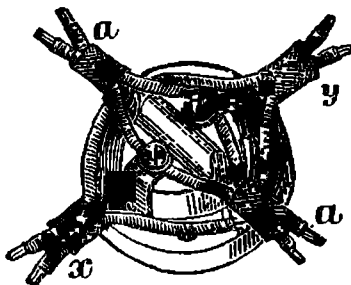


Рис. 167.

безъ проводовъ, а на рис. 167 съ двойнымъ проводомъ *aa*, проходящимъ черезъ коробку, и съ двойнымъ *x* и *y* — отвѣтвляемымъ. Рис. 163 представляетъ коробку (съ отнятой крышкой) съ отвѣтвленіемъ на выключатель; здѣсь двойной проводникъ *z* прерванъ въ

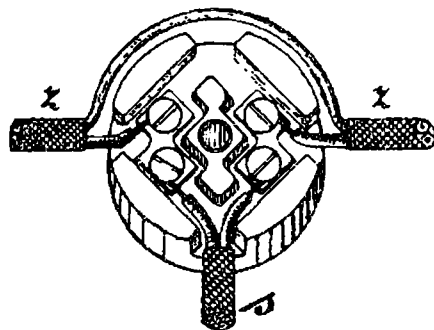


Рис. 168.

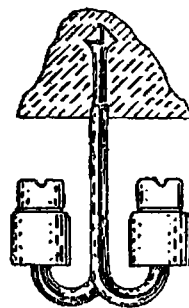


Рис. 169.

одномъ своемъ проводѣ, чтобы быть включеннымъ въ отвѣтвленіе *z* выключателя. Концы проволочныхъ канатовъ, идущихъ къ коробкѣ, должны быть запаяны и проч., какъ указано въ 113.

176. Желобчатая деревянная рейка болѣе уже не употребляется при прокладкѣ проводовъ, такъ какъ вслѣдствіе перехода тока по отсырѣвшему дереву происходятъ различныя поврежденія отъ огня. По этой же причинѣ слѣдуетъ по временамъ осматривать проводки, устроенныя уже раньше въ деревянныхъ рейкахъ, и во всѣхъ, хотя бы не-

много сырыхъ мѣстахъ удалять деревянныя рейки; это особенно относится къ тѣмъ случаямъ, когда показывается стѣнная сырость, крайне вредная для деревянныхъ реекъ.

177. Скобы для проволокъ употребляются лишь при прокладкѣ голаго провода. Скобы должны быть оцинкованы.

178. Колоколообразные изоляторы употребляются въ закрытыхъ помѣщеніяхъ въ случаѣ сырости и въ случаѣ возможнаго химическаго дѣйствія на изолировку проводовъ. На нихъ прокладывается



Рис. 170.



Рис. 171.

голый проводъ, если помѣщеніе безопасно въ пожарномъ отношеніи, и если проводники находятся на высотѣ, недоступной съ пола. Если же проводка изолированная, то примѣняются провода съ резиноюю оболочкой, которые цѣлесообразно защитить масляною или эмалевою краскою, время отъ времени возобновляемою. На рис. 169 изображена проводка на изоляторахъ, какъ она монтируется напр. на потолкахъ погребовъ. Изоляторныя закрѣпленія оцинковываются. Въ этомъ случаѣ лучше всего монтировать лампы непосредственно подъ проводами.

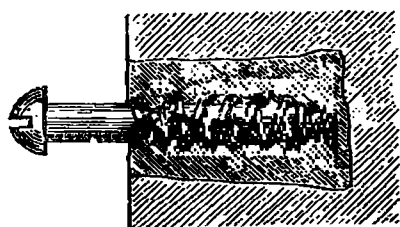


Рис. 172.

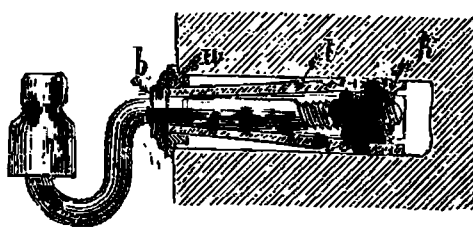


Рис. 173.

179. Укрѣпленіе изоляторныхъ приспособленій и приборовъ. Укрѣпленіе изолирующихъ приспособленій и приборовъ вообще должно быть производимо помощью винтовъ. Употребленіе гвоздей недопустимо. Слѣдуетъ обращать вниманіе на точную вывѣрку мѣсть укрѣпленія, напр. при монтировкѣ роликовъ. Ниже описываются употребительнѣйшіе способы укрѣпленія на стѣнахъ:

а) Стальная пробка (дюбель). Стальные пробки, вбиваемыя въ стѣну, или имѣютъ въ своей головкѣ выемку съ винтовою нарѣзкою (рис. 170), въ которую входитъ винтъ *s* для укрѣпленія приборовъ изолирующихъ роликовъ и т. д., или (рис. 171) онѣ снабжаются болтомъ, служащимъ для той же цѣли. Вбиваніе пробки въ стѣну,

въ предварительно пробуренное отверстие, производится въ первомъ случаѣ непосредственно молоткомъ, во второмъ помощью желѣзной насадки; эта насадка, въ отверстие которой входитъ болтъ, служитъ для передачи ударовъ молотка на поверхность пробки. Вбиваніе дюбеля въ стѣну значительно облегчено введеніемъ пробки съ затупленнымъ остриемъ (фирмою Гартманъ и Браунъ).

б) Спиральная пробка. Эта пробка (рис. 172) загипсовывается съ винтомъ, предварительно смазаннымъ жиромъ. Когда гипсъ застынетъ, она можетъ быть вывѣнчена безъ поврежденія стѣны.

с) Заклиниваніе винтомъ. Заклиниваніе винтомъ (рис. 173) особенно пригодно для укрѣпленія толстаго болта, долженствующаго выдерживать большое натяженіе; оно представляетъ то преимущество,

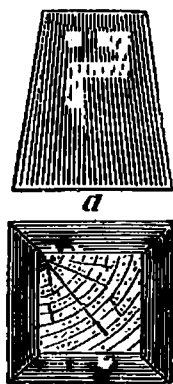


Рис. 174.

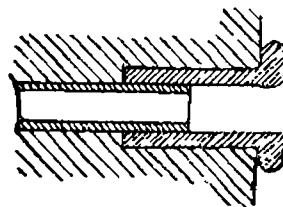


Рис. 175.

что не требуетъ приспособленій для связыванія, ни цемента, ни гипса. На рис. представлено закрѣпленіе изоляторнаго крюка въ буровой дырѣ, строго соответствующей по своимъ размѣрамъ; когда болтъ съ винтовой нарѣзкою ввинчивается въ четырехгранный клинъ *k*, четыре боковыя части *l*, снабженныя зазубринами, нажимаютъ на стѣны буровой дыры, и этимъ все приспособленіе крѣпко удерживается; въ то же самое время кольцо *b* болта нажимаетъ на шайбу *и*, замыкающую буровую дыру.

д) Деревянные пробки. Рис. 174 изображаетъ обыкновенную форму такой пробки, вырѣзанной изъ сухого дерева вдоль волоконъ. Она загипсовывается въ четырехгранное буровое отверстие въ стѣнѣ, широкимъ концомъ *a* внутрь отверстия.

180. Прокладка проводовъ сквозь стѣны и потолки. Бываетъ нужно проложить провода сквозь стѣну; для этого вкладываютъ въ отверстие, продѣланное въ стѣнѣ, фарфоровую или эбонитовую трубку, настолько широкую, чтобы провода свободно проходили сквозь нее. Для проводовъ, монтируемыхъ отдѣльно, необходимы отдѣльныя и трубки; не слѣдуетъ изъ экономіи пропускать черезъ одну и ту же

трубу провода, идущие въ остальныхъ мѣстахъ отдѣльно. Концы трубы снабжаются гильзами изъ изолирующаго огнеупорнаго матерьяла (см. рис. 175). Гильзы берутся такой ширины, чтобы онѣ плотно надѣвались на трубу; въ случаѣ надобности мѣсто ихъ соединенія закитовывается. Въ сырыхъ помѣщеніяхъ употребляютъ трубы изъ фарфора (рис. 134—136).

При проводкѣ сквозь потолки пользуются тѣми же правилами съ тѣмъ различіемъ, что трубы, защищающія провода, должны выступать надъ поломъ на нѣсколько см.; этимъ предупреждается проникновеніе сырости въ трубы. Выступающія надъ поломъ части трубъ нужно защитить или кускомъ газовой трубы, или закрывъ ихъ деревомъ, если онѣ сами по себѣ не представляются достаточно крѣпкими.

При проводкѣ сквозь стѣны и потолки большого числа проводовъ часто оставляются отверстія. Но ихъ не нужно дѣлать большими, чѣмъ требуется для легкаго пропусканія проводовъ, такъ какъ слишкомъ большія отверстія, особенно въ потолкахъ, облегчаютъ распространеніе пожара, возникшаго гдѣ либо въ одномъ мѣстѣ.

181. Правила предосторожности при прокладкѣ проводовъ къ выключателю. Въ случаѣ погрѣшности въ изоляціи между проводами, идущими къ выключателю, напр. между *x* и *y* (рис. 176), предохранители не приходятъ въ дѣйствіе, т. к. возникшій здѣсь токъ не превосходитъ нормальнаго тока, соответствующаго включеннымъ лампамъ. Но при этомъ можетъ возникнуть вольтова дуга и зажечь изолировку. Погрѣшность въ изоляціи выражается въ томъ явленіи, что лампы продолжаютъ горѣть послѣ размыканія выключателя. Токъ чрезъ неисправное мѣсто прекращается, если замкнуть выключатель. Эта погрѣшность часто возникаетъ при групповомъ соединеніи, изображенномъ на рис. 114.

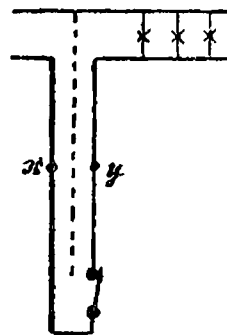


Рис. 176.

Означенная опасность уменьшается при употребленіи проводовъ, пропускаемыхъ чрезъ одну и ту же трубу, какъ одиночныхъ, такъ и сложныхъ съ резиноюю оболочкою. Но она совсѣмъ устраняется, если провода монтировать отдѣльно въ изолирующихъ трубахъ или на роликахъ, что однако не всегда выполнимо. Наконецъ, какъ на средство предупрежденія, можно указать на монтировку еще одного провода, идущаго отъ противоположнаго полюса (указанъ на рис. 176 пунктиромъ) и скрученнаго съ проводниками отъ выключателя. Въ присутствіи такого провода указанная погрѣшность производитъ короткое замыканіе и заставляетъ предохранители дѣйствовать.

182. Сращиваніе изолированныхъ проводовъ. Сращиваемыя мѣста тщательно освобождаются отъ изолировки, которую соскабливаютъ ножемъ; отнюдь не слѣдуетъ, въ особенности при тонкихъ проводахъ, сдѣлавъ круговой надрѣзъ на изолировкѣ, стаскивать ее съ конца проволоки, такъ какъ при этомъ повреждается самая проволока,

которая дѣлается болѣе ломкою по круговому надрѣзу. Проволока освобождается отъ изолировки на такомъ протяженіи, чтобы при спаяваніи мѣста сращенія изолировка провода не могла подгорѣть. Относительно самаго спаяванія см. 144.

Проволоки и тросы до 6 кв. мм. сѣченія, если не примѣнены коробки для развѣтвленій (см. 175), можно сращивать простымъ скручиваніемъ концовъ по длинѣ (рис. 177) и спаяваніемъ. Нельзя поступать такъ, какъ показано на рис. 178: здѣсь выступающими концами проволокъ легко прорывается изолирующая лента, чѣмъ и причиня-



Рис. 177.



ошибочно

Рис. 178.



Рис. 179.

ется погрѣшность въ изоляціи. Сращиваніе болѣе толстыхъ проводовъ производится обвязываніемъ ихъ, какъ показываетъ рис. 179, проволокой съ сѣченіемъ въ 1 кв. мм. (см. также рис. 138).

При сращиваніи тросовъ поступаютъ или такъ, какъ сказано по отношенію къ рис. 179, или вплетаютъ концы проволокъ другъ въ друга. Послѣдній способъ сращенія представленъ на рис. 180: кабели



Рис. 180.

состоятъ изъ свитыхъ въ одинъ кабель внутреннихъ проволокъ, (которыя при большемъ сѣченіи провода сами состоятъ изъ проволочныхъ шнуровъ) и навитыхъ поверхъ нихъ кроющихъ проволокъ. Кроющія проволоки отгибаютъ въ мѣстѣ, отстоящемъ отъ конца кабеля на 6—10 см., и отрѣзаютъ открывшіеся концы внутреннихъ проволокъ; затѣмъ плоскости разрѣза внутреннихъ проволокъ обоихъ сращиваемыхъ концовъ кабеля приводятъ въ возможно тѣсное соприкосновеніе и просовываютъ кроющія проволоки другъ межъ друга такъ, чтобы каждая проволока одного конца пришлась между двумя проволоками

другого конца; наконец, кроющія проволоки обматываются, какъ показывается рис. 180, вокругъ обоихъ концовъ кабеля. При спаяваніи на мѣста сращиванія кладутся небольшіе кусочки олова.

При сращеніи проводовъ въ мѣстахъ отвѣтвленія придерживаются слѣдующихъ правилъ: Если отвѣтвленіе состоитъ изъ тонкой проволоки, то сращиваютъ обматываніемъ главнаго провода концомъ отвѣтвляемаго; рис. 181 представляетъ отвѣтвленіе отъ провода, состоящаго изъ одиночной проволоки, рис. 182 — отъ провода изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ проволокъ. — При отвѣтвленіяхъ толстыми проволоками, конецъ отвѣтвляемаго провода сгибается подъ прямымъ угломъ, но безъ крутого перегиба, прикладывается къ главному проводу и сращи-

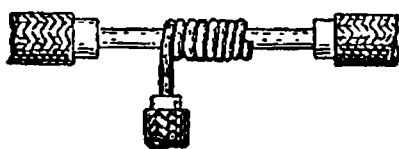


Рис. 181.

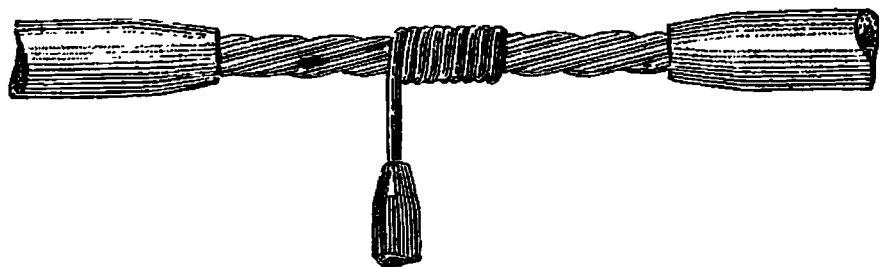


Рис. 182.

вается съ нимъ посредствомъ вязальной проволоки, подобно тому, какъ показано на рис. 179. — Если отвѣтвляемый проводъ представляетъ собою проволочный канатъ (рис. 183), то конецъ его дѣлится на двое: одною половиною обматывается главный проводъ справа, другою слѣва. При отвѣтвленіи тонкихъ проводовъ отъ очень толстыхъ, состоящихъ изъ отдѣльныхъ проволокъ (рис. 184), отвѣтвляемая проволока спаявается только съ частью проволокъ толстаго провода; для этого отъ толстаго провода отгибаютъ столько отдѣльныхъ проволокъ, чтобы общее поперечное сѣченіе ихъ по меньшей мѣрѣ равнялось поперечному сѣченію отвѣтвляемаго провода. При спаяваніи должно защитить толстый кабель посредствомъ проложенной въ немъ жестяной полоски. По окончаніи сращенія придавливаютъ проволоки, отогнутыя отъ толстаго провода въ ихъ прежнее положеніе.

183. Изолировка спаевъ. Разрушенная изолировка должна быть, по возможности, приведена въ прежнее состояніе. Въ сухихъ помѣ-

шеніяхъ обыкновенно достаточно обмотать голыя части провода изолирующею тесьмой; въ сырыхъ — изолировка, по возможности, дѣлается соотвѣтствующею изолировкѣ проводовъ. Въ случаѣ проводовъ съ резиною оболочкою употребляется чаттертоновская мастика: эту мастику въ нагрѣтомъ состояніи накладываютъ на оголенные части про-

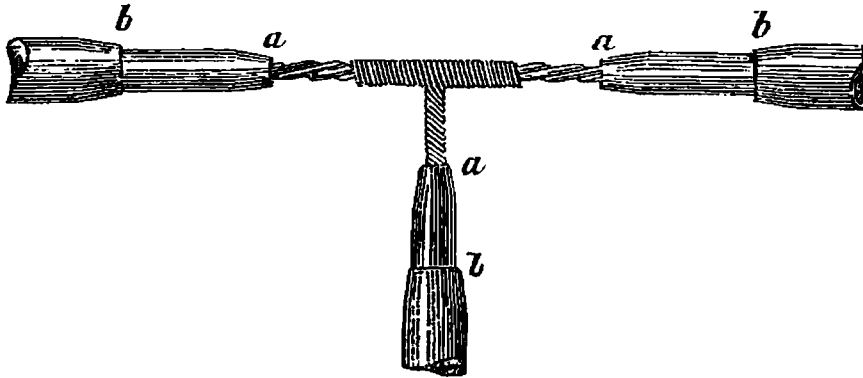


Рис. 183.

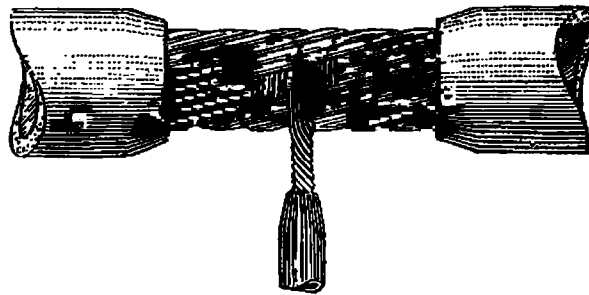


Рис. 184.

водовъ и на освобожденную резиновую оболочку (3—5 см. длиною) *ab* (рис. 183). Послѣ того какъ масса остынетъ, все тщательно обертывается изолирующею тесьмою.

Свинцовые кабели.

184. **Общія замѣчанія.** Свинцовый кабель (рис. 185) представляетъ собою канатъ изъ нѣсколькихъ мѣдныхъ проволокъ *x*, окруженный изолирующимъ слоемъ *y*, который защищенъ отъ сырости свинцовой оболочкою *z*. Свинцовая оболочка большею частью покрывается джутовой обмоткою, пропитанною асфальтомъ; кабели безъ

этой обмотки, такъ называемые голые свинцовые кабели, не могутъ быть прокладываемы въ землѣ, въ каменные кладки и стѣны. Кабели съ желѣзной крышкой наиболѣе употребительные имѣютъ, кромѣ того, двойную обмотку изъ желѣзной ленты, которая, въ свою очередь, покрывается асфальтированнымъ джутомъ.

Въ установкахъ переменнаго и многофазнаго токовъ непримѣнимы одиначные кабели со свинцовыми или желѣзными оболочками: здѣсь необходимы или концентрическіе кабели или скрученные. Въ первыхъ двѣ или три, изолированныя одна отъ другой, мѣдныхъ жилы расположены концентрически, во вторыхъ мѣдныя жилы изолированы и скручены одна вокругъ другой. Скрученные кабели имѣютъ то преимущество предъ концентрическими, что емкость у всѣхъ отдѣльныхъ проводовъ относительно земли одна и та же, что особенно важно при испытаніи изоляціи. Въ установкахъ съ концентрическими кабелями при переменномъ токѣ, чтобы не произошло пробиванія изоляціи, слѣдуетъ включать первымъ внѣшній проводъ, а выключать первымъ — внутренній; предохранители для внѣшняго проводника должны быть толще, чѣмъ для внутренняго. Въ скрученномъ кабелѣ оба провода должны быть включаемы и выключаемы по возможности одновременно, иначе могутъ возникнуть опасныя напряженія.

Работы со свинцовыми кабелями, которыя требуютъ особенной тщательности, должны, по возможности, поручаться установщикамъ, обученнымъ на заводѣ. Такъ какъ однако и тому, кому довѣрена установка освѣщенія, иногда приходится имѣть дѣло со свинцовыми кабелями, то мы даемъ здѣсь общія правила, относящіяся до этого рода работъ.

185. Прокладка кабеля. Свинцовая оболочка разрушается при прикосновеніи съ гніющими веществами, известью и цементомъ; поэтому слѣдуетъ защитить ее отъ такихъ веществъ. Кабели нельзя помѣщать прямо въ деревянные кюветки; эти послѣднія должно облить асфальтомъ, чтобы предотвратить вліяніе гніющаго дерева на свинецъ.

При укладкѣ свинцовыхъ кабелей должно въ особенности наблюдать за тѣмъ, чтобы не была повреждена свинцовая оболочка, поэтому также не слѣдуетъ изгибать кабель дугою слишкомъ малаго радіуса: радіусъ долженъ быть, по меньшей мѣрѣ, въ 10—15 разъ больше діаметра кабеля. Не слѣдуетъ прокладывать кабели на морозѣ вслѣдствіе хрупкости свинцовой оболочки и изолирующей массы при низкой температурѣ. Если этого нельзя избѣгнуть, то кабельную бухту прогрѣваютъ въ тепломъ помѣщеніи и затѣмъ безъ замедленія производятъ прокладку.

Кабели высокаго напряженія, когда ихъ нужно прокладывать на морозѣ, прогрѣваются токомъ низкаго напряженія. Если это невозможно, то кабели прогрѣваются послѣ укладки ихъ токомъ низкаго напряженія, а затѣмъ уже включаются въ цѣпь высокаго напряженія.

а) **Открытая прокладка.** Наиболѣе употребительные кабели, обвитые желѣзною лентою, имѣютъ уже въ себѣ достаточное механическое огражденіе, такъ что нуждаются въ дальнѣйшей защитѣ

лишь въ особыхъ случаяхъ, какъ напр. при вертикальной прокладкѣ у самого пола. Горизонтально кабели прокладываются не ниже, чѣмъ на 30 см. надъ поломъ, такъ что часть стѣны, затрагиваемая при мытьѣ половъ и т. под., остается ниже кабеля. Для укрѣпленія кабеля, какъ на деревѣ, такъ и на каменной кладкѣ употребляются желѣзные кольца, соотвѣтствующія діаметру кабеля, ни въ коемъ случаѣ не слишкомъ тѣсныя, закрѣпляемые на винтахъ, на разстояніи 1—2 мт. другъ отъ друга. Крючья для трубъ совсѣмъ не примѣнимы для кабелей, во первыхъ, ввиду возможной порчи кабеля и, во вторыхъ, въ виду невозможности хорошаго выполненія проводки на крючьяхъ. Голые свинцовые кабели не должны быть прокладываемы по сырýmъ стѣнамъ, а въ особенности помощью желѣзныхъ колецъ. Для нетолстыхъ голыхъ кабелей, какіе большею частью и употребляются, лучше всего служатъ латунныя скобы, примѣняемыя и для изоляторныхъ трубъ (см. рис. 156).

При подвѣшиваніи кабеля въ шахтѣ укрѣпленіе на кольцахъ производится не чаще, чѣмъ черезъ каждыя 3—4 мт. и не рѣже, чѣмъ черезъ каждыя 5—9 мт., смотря по длинѣ и вѣсу кабеля. Кабель подвѣшивается приэтомъ не туго натянутый, но въ видѣ волнистой линіи, чтобы можно было передвигаться съ нимъ по мѣрѣ углубленія шахты.

б) Прокладка сквозь стѣны, напр. при вводѣ кабеля въ зданіе, требуетъ особыхъ мѣръ предосторожности противъ вреднаго дѣйствія извести и цемента. Кабель прокладываютъ въ защищающей его трубѣ или обертываютъ его кровельнымъ картономъ. Должно всячески избѣгать прокладывать кабель въ каналѣ, оставленномъ въ каменной кладкѣ; въ крайнемъ случаѣ такой каналъ долженъ быть облицованъ гипсомъ.

с) Прокладка въ землѣ. Кабели съ желѣзной оболочкой укладываются въ землѣ по крайней мѣрѣ на глубинѣ 50 см. Если почва каменистая, то кабель укладывается въ пескѣ. Кабель покрывается слоемъ земли или песку толщиной въ 10 см., и затѣмъ защищается, по крайней мѣрѣ, кирпичами, положенными одинъ рядомъ съ другимъ, и нѣсколько превышающими ложе кабеля. Этимъ обращается вниманіе на существованіе кабеля тѣхъ, кто впоследствии будетъ производить здѣсь земляныя работы и долженъ будетъ принять соотвѣтственныя предосторожности. Болѣе прочное покрытие представляютъ собою цементныя плиты, желѣзныя доски и т. д. Необходимо покрыть кабель желѣзными досками не тоньше 3 мм. или вложить его въ желѣзныя трубы, когда онъ проходитъ напр. по мосту, гдѣ глубина его ложа можетъ быть только весьма незначительной. При погруженіи кабеля въ свѣже насыпанную землю и особенно въ мѣстахъ перехода со стараго грунта въ свѣже насыпанный, кабель укладывается слегка волнистою линіею, чтобы при опусканіи грунта кабель могъ слѣдовать за нимъ, и его оболочка не испытывала бы чрезмѣрныхъ натяженій. Кабель не долженъ быть слишкомъ приближаемъ къ трубамъ, такъ какъ при неисправности его токъ можетъ переходить въ трубу и выжигать въ ней отверстія. Въ мѣстахъ скрещенія кабеля и трубы, первый, если возможно, укладывается ниже трубы. Если не-

избѣжно, чтобы кабель былъ приближенъ къ трубѣ на разстояніе меньшее 30 см., то между ними укладывается слой непроводящаго вещества, какъ папр. кирпичи и т. под. Кромѣ того необходимо избѣгать прокладыванія кабеля и трубъ сквозь стѣны на близкомъ разстояніи, такъ какъ стѣнная сырость особенно способствуетъ электролитическому разложенію трубы или оболочекъ кабеля, если между ними начнетъ переходить токъ.

186. **Изолировка концовъ кабеля.** Изолирующій слой между мѣдной жилой и свинцовой оболочкой долженъ быть предохраняемъ отъ сырости, вслѣдствіе чего свѣжій разрѣзъ конца кабеля никогда не долженъ долгое время подвергаться доступу воздуха. Тотчасъ послѣ разрѣзыванія кабеля, очистивъ ножомъ прилегающія части свинцовой оболочки, производятъ предварительную изолировку, покрывая концы кабеля и начало свинцовой оболочки слоемъ чаттертовской мастики. Затѣмъ слѣдуетъ обмотка изъ резиновой ленты и, наконецъ, изъ пропитанной резиною тесьмы.

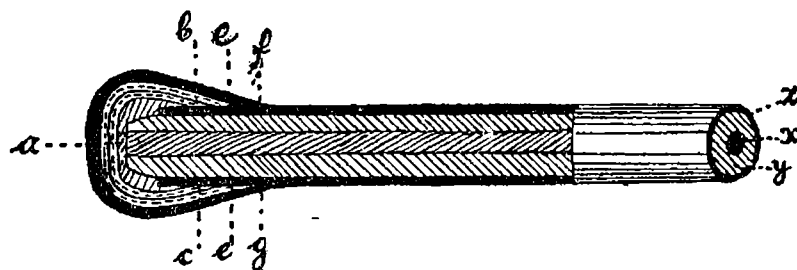


Рис. 185.

Для задѣлки концовъ кабелей, назначенныхъ на прокладку въ землѣ, пользуются слѣдующими приѣмами, описываемыми въ а) и б).

а) На конецъ кабеля насаживается чугунная муфта изъ двухъ половинокъ, разграничивающая плоскость которыхъ лежитъ въ направленіи оси кабеля (рис. 189). При этомъ на вводимомъ въ муфту концѣ кабеля отдѣляютъ джутовую обмотку, свинцовую оболочку и изолирующій слой уступами, такъ чтобы мѣдная жила была открыта примѣрно на протяженіи 1 см., а изолирующій слой — на 3 см.; джутовая обмотка, желѣзная оболочка и пр. вдаются въ муфту примѣрно на 1 см. далѣе вводнаго отверстия, которое плотно задѣлывается. Концы изолирующаго слоя и джутовой обмотки, въ предупрежденіе разматыванія, обвязываются бичевкою. Скрѣпивъ муфту, заливаютъ ее приведенной въ жидкое состояніе изолирующей массой, для чего имѣются отверстия съ винтовымъ запоромъ. Муфта должна быть прогрѣта передъ вливаніемъ изолирующей массы. Масса эта мало по малу садится, и, чтобы не образовались пустоты, ее слѣдуетъ подливать. Все время слѣдуетъ наблюдать, чтобы въ муфту не проникла сырость.

в) Конецъ кабеля покрывается свинцовымъ наконечникомъ (рис. 185): отрѣзавъ конецъ кабеля пилою и сдѣлавъ плоскую поверхность разрѣза, очищаютъ ножомъ конецъ свинцовой оболочки до блеска и обнажаютъ изолирующій слой приблизительно на 1 см., снимая свинцовую оболочку (для этого дѣлаютъ одинъ прорѣзь кругомъ кабеля и одинъ вдоль его); у кабелей съ двойною оболочкою обнаженіе это дѣлается уступами, такъ что внутренняя свинцовая оболочка выступаетъ приблизительно на 3 мм. дальше внѣшней. Послѣ этого обнаженные концы изолировки заостряются и вмѣстѣ съ концомъ мѣдной жилы покрываются слоемъ чаттертонъ-компоундъ *a* (рис. 185) толщиной около 2 мм., захватывающимъ свинцовую оболочку на 1 см.; для этой цѣли чаттертонъ-компоундъ приводится въ полужидкое состояніе на спиртовой лампочкѣ. Затѣмъ слѣдуетъ резиновая обмотка *bc*, захватывающая дальше чаттертонова слоя прибол. на 2 см.,

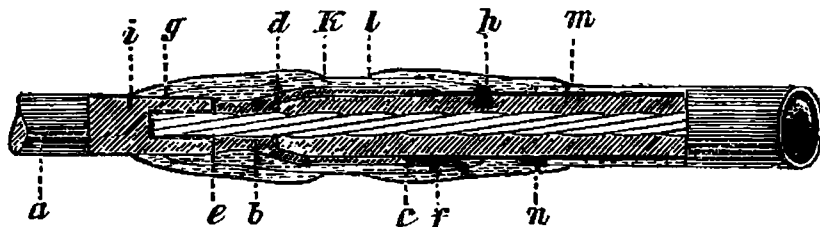


Рис. 186.

причемъ резиновую ленту смачиваютъ бензиномъ, чтобы лучше слипались отдѣльные слои. Затѣмъ идетъ обмотка тесьмой *de*, пропитанной резиной, выступающая еще на 2 см. дальше. Наконецъ, все покрывается свинцовой шапкою *fg*; для приготовления этой послѣдней берутъ надлежащихъ размѣровъ свинцовую пластинку, по меньшей мѣрѣ такой же толщины, какъ свинцовая оболочка кабеля, скашиваютъ ея края (для лучшаго прилеганія къ кабелю) и огибаютъ ею конецъ кабеля, послѣ чего хорошо пропаяваютъ швы образовавшейся такимъ образомъ шапки помощью оловяннаго припоя. Изъ особой предосторожности можно покрыть эту шапку другою, покрывающею первую. Асфальтированная джутовая обмотка, которая была сперва снята съ конца кабеля, обматывается вокругъ свинцовой шапки, а недостающее замѣняютъ асфальтированной тесьмою. Чтобы обмотка не расползалась, обвязываютъ ее оцинкованной желѣзною проволокой. Наконецъ, все это покрывается асфальтомъ. При кабеляхъ съ желѣзною обмоткой, послѣдняя отдѣляется примѣрно на 2 см. за свинцовой шапкой посредствомъ надрѣза, сдѣланнаго кругомъ кабеля трехгранымъ напильникомъ, и придерживается обвязкою изъ оцинкованной желѣзной проволоки.

187. Присоединеніе кабелей къ приборамъ. Для этого обыкновенно употребляются особые мѣдные или желѣзные наконечники (см. 113). Конецъ мѣдной жилы, освобожденной отъ изолировки, закрѣпляется въ

наконечникъ нѣсколькими, расположенными по окружности, винтиками *k* (рис. 188), или впаявается, причемъ мѣдную жилу кабеля высвобождаютъ сначала лишь (рис. 186) до *b*, т. е. настолько, чтобы изолировка кабеля не пострадала при паянii (см. 144). По охлажденii спай хорошо очищаютъ. При дальнѣйшемъ возобновленii изоляцii поступаютъ одинаково, какъ при винтовомъ закрѣпленii, такъ и при



Рис. 187.

спайкъ отдѣляютъ свинцовую оболочку до мѣста *c*, лежащаго (рис. 186) на 3—5 см. позади *e*. При кабеляхъ съ двойной свинцовой оболочкою однимъ разрѣзомъ отдѣляютъ верхнюю, а другимъ, сдѣланнымъ примѣрно на 5 мм. передъ первымъ, — нижнюю оболочку. Отступя на 3—4 см. далѣе назадъ, обвязываютъ джутовую обмотку, оцинкованной

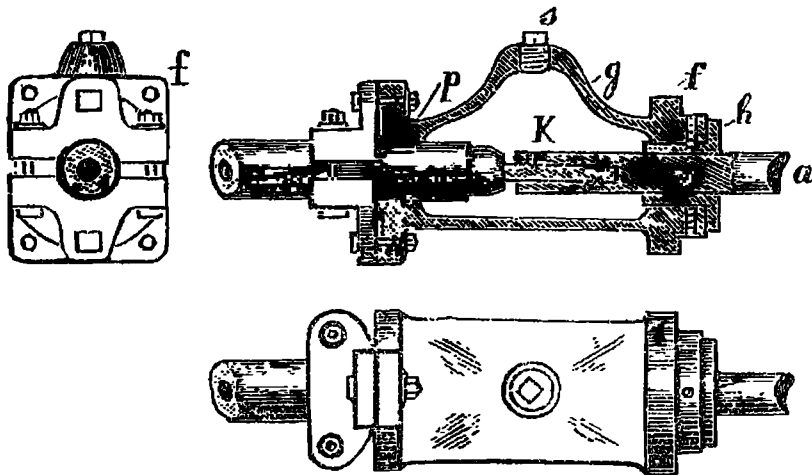


Рис. 188.

желѣзною проволокою во избѣжанiе разматыванiя, и отрѣзаютъ передъ обвязаннымъ мѣстомъ. Затѣмъ отдѣляютъ изолирующii слой до точки *d*, лежащей примѣрно на 1—2 см. позади *e*, и заостряютъ его, причемъ въ особенности слѣдуетъ смотрѣть за тѣмъ, чтобы были удалены всѣ части, пострадавшiя при паянii. Накладываемый теперь слой чаттертоповской мастики *ef*, толщиною около 2 мм., долженъ покрыть собою открытую часть изолирующаго слоя и захватить съ обѣихъ ее сторонъ

голую мѣдную жилу и оголенную свинцовую оболочку, примѣрно на 1—2 см.; для равномернаго наложенія мастики употребляютъ желѣзку въ формѣ отвертки, нагрѣтую на пламени спиртовой лампы. По охлажденіи массы, обматываютъ ее нѣсколькими слоями резиновой ленты ($g-h$), заходя на 2—3 см. въ обѣ стороны отъ чаттертоновской мастики. Затѣмъ слѣдуетъ обмотка тесьмою, пропитанною резиной, $i-k$ и $l-m$, которая заходитъ за джутовую обмотку, начинающуюся около n ; кольцо $k-l$; шириною около 2 см., остается непокрытымъ этой тесьмою. Наконецъ, вся за-ново сдѣланная обмотка покрывается еще расплавленнымъ парафиномъ. При болѣе тонкихъ кабеляхъ, примѣрно меньше 16 кв. мм. поперечнаго сѣченія, можно обойтись безъ упомянутаго выше наконечника a (рис. 186), если спаять концы отдѣльныхъ проволокъ жилы въ одно цѣлое.

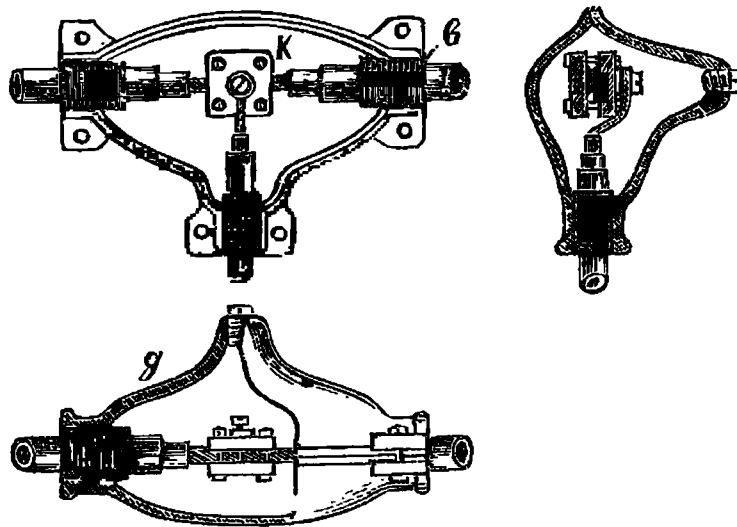


Рис. 189.

Вмѣсто только что описанной изолировки посредствомъ чаттертона, резиновой тесьмы и т. д., употребляютъ резиновую трубку g (рис. 187), плотно облегающую конецъ свинцовой оболочки z , джутовой оплетки v и наконечника a , обвязанную въ нѣсколькихъ мѣстахъ вязальной проволокой d для вѣрной герметичности. Если у кабеля не дѣлается массивнаго наконечника a , то слѣдуетъ запаять конецъ кабеля, покрытый резиноюю трубкою, чтобы воспрепятствовать доступу сырости между проволоками кабеля къ изолировкѣ. Прежде чѣмъ надѣть резиновую трубку, концы изолировки кабеля и джутовой обмотки обвязываются бичевкою, чтобы онѣ не смѣстились.

Если кабели уложены въ землѣ, то подобныя концевыя приспособленія устраиваются въ непроницаемыхъ для воздуха ящикахъ, такъ называемыхъ соединительныхъ коробкахъ, въ которыя кабель входитъ за m (рис. 186).

Другой способъ защиты наконечника изображенъ на рис. 188; здѣсь конецъ кабеля, снабженный наконечникомъ *a*, пропускается въ чугунную муфту *g*, наполняемую изолировочною массою, какъ это описано въ § 186, а. Эта муфта закупоривается съ одной стороны гильзою рогового каучука, входящею въ отверстие муфты и плотно обхватывающею наконечникъ кабеля, съ другой — резиною *p*. Конечныя плоскости муфты снабжены фланцами *f* для болѣе плотнаго прилегания въ соединительной коробкѣ.

188. Соединеніе свинцовыхъ кабелей. Мѣдныя жилы соединяются или винтовымъ скрѣпленіемъ помощью металлическихъ зажимовъ *k* (рис. 189), или по указаніямъ § 144 и 182, посредствомъ спайки.

Мѣста соединенія заключаются, какъ это изображено на рис. 189, въ чугунную муфту *g*, раздѣленную на двѣ части и заполненную изолирующею жидкостью, причемъ кабель для герметичности обматывается изолирующею тесьмою *b* и т. п. Слѣдуетъ обращать вниманіе

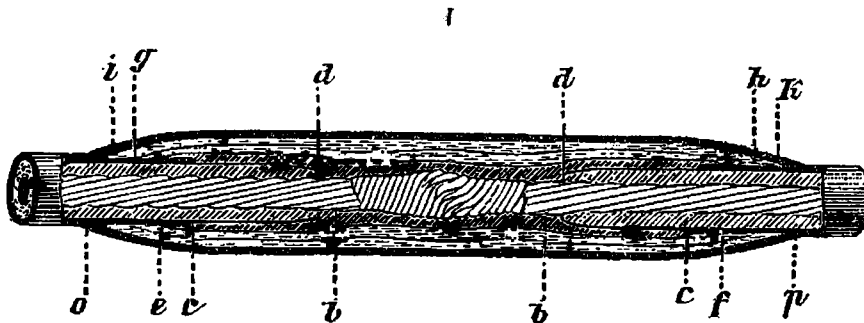


Рис. 190.

на изоляцію оболочки кабеля отъ муфты, чтобы токи, идущіе по землѣ, напр. отъ уличныхъ трамваевъ, не пошли бы дальше по оболочкѣ кабеля. Другой приемъ заключается въ томъ, что стыкъ окружается свинцовою муфтою (рис. 190). При этомъ, когда спай готовъ, отдѣляютъ свинцовую оболочку съ обѣихъ сторонъ на протяженіи 3—5 см. (*b—c*); точно также удаляютъ по обѣ стороны по куску изолирующаго слоя около 1 см. длиною (*b—d*), причемъ изолировку заостряютъ. Потомъ накладывается слой чаттертоновской мастики *e—f*, дѣлается обмотка резиновой лентою (*g—h*) и тесьмою, пропитанной резиною (*i—k*). Изолировку окружаютъ свинцовою муфтою *o—p*, которую можно, ради предосторожности, окружить еще другою, съ передвинутыми швами. Свинцовую муфту обматываютъ асфальтированнымъ джутомъ, который былъ отдѣленъ отъ конца кабеля, — добавивъ асфальтированной тесьмою. Наконецъ, все это замазывается расплавленнымъ асфальтомъ.

Если кабель имѣлъ оболочку изъ желѣзной ленты, то оцинкованная желѣзная лента наматывается двумя идущими навстрѣчу другъ другу слоями.

Устройство сѣти въ особыхъ случаяхъ.

189. Соединеніе внутреннихъ проводовъ зданій съ уличною сѣтью. Провода, идущіе къ зданію и представляющіе изъ себя при подземной проводкѣ свинцовые кабели, снабжаются главнымъ предохранителемъ, по возможности близко къ мѣсту ихъ входа. За нимъ слѣдуетъ счетчикъ; провода къ этому послѣднему должны быть такъ проложены, чтобы отвѣтвленіе тока передъ счетчикомъ могло быть легко замѣчено при контролѣ счетчика; для такой цѣли эти провода дѣлаютъ легко доступными осмотру, въ нѣкоторыхъ случаяхъ окрашиваютъ ихъ въ цвѣтъ, бросающійся въ глаза, напр. красный.

Вводные провода снабжаются двухполюснымъ или, для трехпроводной сѣти, трехполюснымъ главнымъ рубильникомъ.

190. Проводка въ мѣстѣ присоединенія къ центральной станціи или подстанціи. Относительно выполненія этой проводки кромѣ общихъ правилъ нужно имѣть въ виду еще слѣдующее.

Для сѣченія проводовъ предлагается нѣсколько болѣе щедрый расчетъ, чѣмъ въ отдѣльныхъ установкахъ, такъ какъ уже въ уличныхъ проводахъ происходитъ значительная потеря напряженія. Обыкновенно на провода въ зданіяхъ полагается потеря въ 1,5% всего напряженія у лампъ, такъ что при обычномъ напряженіи у лампъ около 110 V наибольшая потеря въ проводахъ не должна превосходить 1,5 V.

Для отдѣльныхъ этажей и большихъ помѣщеній должны быть отдѣльныя распределительныя доски съ необходимыми предохранителями, выключателями и т. п. на высотѣ легко доступной съ полу. Помѣщенія или этажи, необитаемые по временамъ, должны быть снабжены отдѣльными двухполюсными (или трехполюсными) выключателями, чтобы соотвѣтственные имъ сѣти проводовъ могли быть совершенно разобщены.

Должно обращать особенное вниманіе на прочность изолировки проводовъ, такъ какъ домовыя проводки, соединенныя съ сѣтью центральной станціи, постоянно находятся подъ напряженіемъ, въ противоположность проводкамъ большинства отдѣльныхъ установокъ, а потому въ мѣстахъ недостаточной изолировки или сырыхъ наступаетъ быстрое разрушеніе.

При установкахъ переменнаго тока, включенныхъ въ подземную сѣть, слѣдуетъ обращать вниманіе на то, чтобы внѣшній проводъ концентрическаго кабеля, а слѣдовательно и соединенные съ нимъ домовые провода имѣли лишь незначительное напряженіе относительно земли даже въ случаѣ хорошаго состоянія изоляціи отъ земли.

191. Установки въ театрахъ. Лампы распределяются въ сѣти такимъ образомъ, чтобы помѣщенія, въ которыхъ много лампъ, были включены въ двѣ или большее число отдѣльныхъ цѣпей, снабженныхъ предохранителями. Если установка трехпроводная, то провода раздѣ-

ляются на двухпроводныя отвѣтвленія у главныхъ рубильниковъ или, по крайней мѣрѣ, у распредѣлительной доски. Рубильники должны быть расположены въ центральныхъ мѣстахъ, легко достижимы и недоступны для постороннихъ. Поэтому въ помѣщеніяхъ, гдѣ бываетъ публика, лучше всегдѣ дѣлать ниши въ стѣнахъ, снабженныя закрываемыми дверцами.

Запасное электрическое освѣщеніе, когда оно дѣйствуетъ, должно быть независимымъ отъ остального освѣщенія театра. Ввиду этого пользуются или аккумуляторною батареею общею для всѣхъ запасныхъ лампъ, или маленькими аккумуляторами по одному для каждой лампы въ отдѣльности. Зарядка этихъ аккумуляторовъ производится съ главной цѣпи театра, если сътъ можно устроить такимъ образомъ, чтобы во время освѣщенія аккумуляторы были выключены изъ остальной установки. Запасныя лампы устанавливаются во всѣхъ выходахъ и вообще въ такомъ числѣ, чтобы даваемое ими освѣщеніе позволяло безъ затрудненія находить дорогу въ зданіи театра. Лампы, освѣщающія выходы и дорогу къ нимъ, полезно отмѣчать красными знаками.

Установка на сценѣ должна быть рассчитана на неизбѣжное въ этомъ случаѣ неосторожное обращеніе со всѣми ея частями. Поэтому провода прокладываются въ трубахъ, которыя сверхъ того еще ограждаются, гдѣ это нужно, если онѣ сами по себѣ недостаточно прочны, или если онѣ не заложены въ закрытыхъ стѣнныхъ каналахъ. Штепселя должны быть въ крѣпкихъ оболочкахъ и исключать возможность прикосновенія къ частямъ, находящимся подъ напряженіемъ; тоже самое относится и къ арматурамъ и относящимся къ нимъ контактными соединеніямъ. Для подвижныхъ и переносныхъ проводовъ берется шнуръ съ резиною оболочкою и особенно прочною защитою; они не должны испытывать натяженій; особенное вниманіе слѣдуетъ обращать на мѣсто соединенія подвижнаго шнура со штепселемъ. Эти провода имѣютъ большое значеніе, такъ какъ въ неисправномъ состояніи они опасны въ пожарномъ отношеніи. Незаземленные голые провода вообще недопустимы. Проволоки для полетовъ и т. п. не могутъ служить проводами тока. Если для сценическихъ эффектовъ необходимы открытые контакты, то они могутъ быть включаемы и пускаемы въ дѣйствіе лишь при условіи непрерывнаго наблюденія со стороны знающаго лица. Подобное же относится и къ допустимости перекладыванія проводовъ съ резиною оболочкою безъ защитныхъ трубъ, укрѣпленія отдѣльныхъ проводовъ помощью дужекъ безъ трубокъ, когда все это дѣлается для временныхъ установокъ на сценѣ.

Арматуры на сценѣ, верхній свѣтъ и т. под. должны быть изолированы отъ поддерживающихъ ихъ тросовъ; напряженіе выше 250 V не можетъ быть приводимо къ арматурамъ. Въ нихъ не могутъ быть монтированы предохранители. Для безопасности въ пожарномъ отношеніи арматуры и т. под., окруженныя защитами, свинцовыми ящиками и т. д., не могутъ быть подъ напряженіемъ; это слѣдуетъ строго соблюдать, и соблюденіе этого правила должно быть періодически провѣряемо. Гибкіе провода верхняго освѣщенія и т. д. должны быть

на своихъ концахъ основательно закрѣплены кабельными закрѣпами, чтобы не было тяги на контактные соединенія. Всѣ лампы накаливанія въ помѣщеніяхъ сцены (кромѣ лампъ для представленія) а также и въ мастерскихъ, уборныхъ и т. д., снабжаются сѣтками или предохраняющими стеклянными шарами. Возможность выпаденія угольковъ изъ прожекторовъ или дуговыхъ лампъ должна быть тщательно устранена.

Регуляторъ освѣщенія сцены съ принадлежностями къ нему, какъ предохранители, выключатель, ставится въ такомъ мѣстѣ, которое доступно лишь для завѣдующаго освѣщеніемъ театра, обыкновенно, около авансцены. Регуляторъ при трехпроводной сѣти включается обыкновенно въ средній проводъ, такъ что выключенныя имъ лампы остаются подъ напряженіемъ внѣшняго провода. Этого не слѣдуетъ упускать изъ вида при обращеніи съ установкою. Выключатель, находящійся на доскѣ около регулятора, долженъ быть такъ устроенъ, чтобы возможно было выключеніе всей цѣпи сцены во всѣхъ полюсахъ (кромѣ, конечно, заземленнаго нулевого проводника) на то время, когда освѣщеніе не производится. Должно систематически чистить всѣ приспособленія освѣщенія сцены, и прежде всего регулирующіе приборы и реостаты. Въ особенности нельзя допускать скопленія на реостатахъ пыли опасной въ пожарномъ отношеніи.

192. Установки на судахъ. Наболѣе обычною на судахъ системою является двухпроводная, постояннаго тока, подъ 110 V. При этомъ на нѣмецкихъ корабляхъ желѣзный корпусъ судна служитъ обратнымъ проводомъ, и изолируется лишь одинъ проводъ. Отрицательный полюсъ машины и обратные провода всѣхъ лампъ, моторовъ и т. д. соединяются голыми проводниками кратчайшимъ путемъ посредствомъ винтовыхъ скрѣпленій съ корпусомъ судна. Только лишь вблизи компаса, на разстояніяхъ прибл. въ 10 мт. вокругъ него провода изолируются своими двумя полюсами и прокладываются вплотную другъ къ другу или, какъ двойной проводъ. Однопроводная система отличается простотою расположенія проводовъ, а также тѣмъ, что ея предохранители дѣйствуютъ очень правильно.

Машины обыкновенно не соединяются параллельно; чаще онѣ снабжаются переключателемъ, позволяющимъ включать на отдѣльныя машины тѣ отдѣльныя цѣпи, на которыя подраздѣляется вся сѣть.

Для магистралей болѣе подходящими являются кабели съ желѣзною оболочкою, для отвѣтвленій — провода съ резиною оболочкою и солидною внѣшнею защитою (провода съ панциремъ). Укрѣпленіе проводовъ съ металлическою оболочкою производится помощью оцинкованныхъ желѣзныхъ скобъ, привинчиваемыхъ къ стѣнкамъ и крышамъ строеній. Разстояніе между скобами берется для тонкихъ проводовъ около 30 см. и для болѣе толстыхъ — до 80 см. Подобнымъ же образомъ монтируются отчасти и провода безъ металлической оболочки, только подъ скобы подкладывается резина во избѣжаніе порчи изолировки провода. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ провода особенно подвержены порчѣ, ихъ протягиваютъ по желѣзнымъ

трубамъ; приэтомъ нужно соблюдать осторожность въ виду того, что въ трубахъ осаждаются влага; ни въ какомъ случаѣ нельзя допускать, чтобы вода скоплялась въ трубѣ; трубы не должны быть очень длинными. Если провода ведутся перпендикулярно къ балкамъ, то къ послѣднимъ прикрѣпляются желѣзные листы, на которыхъ уже и монтируются провода. Развѣтвленія лучше всего помѣщаются въ водонепроницаемыя чугунныя коробки; тутъ же монтируются и предохранители. Подобнымъ же образомъ употребляются водонепроницаемыя приспособленія и для выключателей, если только они не въ жилыхъ помѣщеніяхъ. При прокладкѣ проводовъ чрезъ водонепроницаемыя переборки отверстія задѣлываются наглухо. Распредѣлительныя доски дѣлаются изъ шиферныхъ пластинъ, пропитанныхъ парафиномъ. Особое вниманіе обращается на то, чтобы всѣ соединенія на винтахъ были доступны и могли бы отъ времени до времени быть испытываемы; ослабѣвшія отъ сотрясеній винтовыя скрѣпленія приэтомъ подвигаются.

Лампы, подверженныя вліянію непогоды и сырости окружаютъ водонепроницаемыми стеклянными колпаками. Патроны лампъ накаливанія должны быть такими, чтобы лампы не вывинчивались отъ сотрясеній.

Монтировка на военныхъ корабляхъ производится по особымъ правиламъ причемъ употребляется проводка, изолированная на обоихъ полюсахъ.

Изслѣдованіе сѣти.

193. **Общія замѣчанія.** Изслѣдованіе сѣти необходимо во-первыхъ послѣ окончанія монтажныхъ работъ; во-вторыхъ, оно повторяется чрезъ извѣстные промежутки времени въ существующей уже установкѣ. Приэтомъ подробно осматривается состояніе проводовъ и приборовъ и измѣряется изоляція. Изслѣдованіе производится каждый годъ въ особенно угрожаемыхъ установкахъ и въ такихъ, къ которымъ предъявляются особыя требованія, напр. театры; въ магазинахъ же, бюро и т. д. — каждые три года; въ частныхъ квартирахъ — чрезъ пять лѣтъ. Относительно надзора за воздушною линіей см. 165.

Что должно испытывать въ проводкѣ и приборахъ, и что требовать отъ ремонта, слѣдуетъ изъ всего предыдущаго. Въ послѣдующемъ объясняется, какъ изслѣдуютъ изоляцію и опредѣляютъ погрѣшности.

194. **Мѣра изоляціи.** Состояніе изоляціи указывается величиною тока, идущаго отъ проводовъ побочными путями.

а) **Низкое напряженіе.** Въ соотвѣтственныхъ правилахъ Общества Германскихъ Электротехниковъ дается поэтому допустимая величина утечки тока, откуда уже выводится сопротивленіе изоляціи, которое должно требовать. Приэтомъ требуется, чтобы утечка тока съ каждой части проводки между двумя предохранителями и съ части

ея за послѣднимъ предохранителемъ не превосходила 1 миллиампера при рабочемъ напряженіи. Если измѣреніе производится при другомъ напряженіи, то слѣдуетъ перевычислить на рабочее напряжение въ предположеніи, что утечка тока пропорціональна напряженію. Отсюда выводится, что сопротивление изоляціи такой части должно быть по меньшей мѣрѣ 1000 омъ, помноженныхъ на напряжение сѣти, такъ напр. при 220 V получаемъ 220.000 омъ.

Въ предыдущемъ не говорится, что каждый участокъ сѣти долженъ быть испытанъ отдѣльно: обыкновенно изслѣдуется группа сосѣднихъ участковъ. При обсужденіи результата измѣренія изоляціи для такой группы слѣдуетъ имѣть въ виду, что изоляція неравномѣрна во всей группѣ, но что въ нѣкоторыхъ участкахъ она хуже. Если найденная изоляція оказывается около допустимаго предѣла, то слѣдуетъ испытать отдѣльные участки, чтобы убѣдиться, что ни одинъ изъ нихъ не отличается слишкомъ плохой изоляціей.

Въ сырыхъ помѣщеніяхъ, какъ напр. въ нѣкоторыхъ отдѣленіяхъ пивоварни, гдѣ не можетъ быть достигнута изоляція, данная выше, слѣдуетъ заботиться, чтобы изоляція была наилучшею, какая достижима, а также, чтобы утекающій токъ не могъ причинить пожара.

Воздушная проводка разсматривается, какъ проводка въ сырыхъ помѣщеніяхъ. Вообще говоря, она должна имѣть во время сырой погоды сопротивление изоляціи по меньшей мѣрѣ въ 20.000 омъ на километръ длины, считаемой въ одинъ конецъ, или 10.000 омъ на два километра, считаемыхъ также.

б) Высокое напряженіе. Въ установкахъ высокаго напряженія сопротивление на пробиваніе играетъ болѣшую роль, чѣмъ сопротивление изоляціи. Испытаніе подобной установки должно быть поручено опытному инженеру.

195. Испытаніе изоляціи. Испытаніе изоляціи слѣдуетъ производить, по возможности, подъ рабочимъ напряженіемъ; однако при низкомъ напряженіи обыкновенно бываетъ достаточно измѣреніе подъ прибл. 100 V, напротивъ того при высокихъ напряженіяхъ нельзя удовлетвориться для измѣренія такимъ небольшимъ числомъ вольтъ. Измѣренія съ постояннымъ токомъ, какъ болѣе удобныя, являются основными и для сѣти переменнаго тока. Приэтомъ для измѣренія изоляціи относительно земли обыкновенно отрицательный полюсъ измѣрительной батареи соединяется съ изслѣдуемымъ проводомъ, такъ какъ на отрицательномъ полюсѣ скорѣе выступаютъ недостатки изоляціи. Отсчеты производятся лишь послѣ того, какъ проводъ втеченіе двухъ минутъ находился подъ напряженіемъ.

Испытаніе изоляціи заключаетъ въ себѣ, какъ изслѣдованіе изоляціи проводовъ отъ земли, такъ и изслѣдованіе изоляціи между проводами различныхъ знаковъ или различныхъ фазъ. При измѣреніи изоляціи сѣти относительно земли должны быть включены нѣкоторыя лампы, чтобы провода были соединены между собою, и вообще всѣ потребляющіе приборы должны быть приключены къ сѣти по крайней мѣрѣ съ одной стороны. При испытаніи же изоляціи между проводами

всѣ потребляющіе и измѣрительные приборы, соединяющіе собою эти провода, должны быть выключены; лампы вынимаются изъ патроновъ, а цѣпи съ послѣдовательными включениями размыкаются по возможности у своей середины. Предохранители должны быть вставлены и выключатели замкнуты.

Въ установкѣ съ заземленнымъ проводомъ измѣрение изоляціи относится ко всѣмъ изолированнымъ частямъ сѣти и къ лампамъ. Если въ трехпроводной системѣ съ заземленнымъ среднимъ проводомъ къ обоимъ полюсамъ примыкаютъ изолированныя двухпроводныя сѣти и если притомъ въ отвѣтвленіяхъ отъ средняго провода не имѣется предохранителей и выключателей, то эти провода отрашиваются на шинахъ, или какимъ либо другимъ удобнымъ образомъ. Такое двухпроводное отвѣтвленіе испытывается, какъ на изоляцію отъ земли, такъ и на изоляцію между проводами.

Измѣдованіе производится или надъ проводами, выключенными изъ цѣпи и, слѣдовательно, не находящимися подъ напряженіемъ (см. ниже I и II), или же, если сѣть изолирована обоими своими полюсами, во время ея дѣйствія (см. III). Проще, а потому и предпочтительнѣе первый способъ.

Въ установкахъ высокаго напряженія слѣдуетъ имѣть приспособленія, позволяющія контролировать состояніе изоляціи во всякій моментъ во время дѣйствія.

Для соединеній, которыя приходится производить при измѣреніи изоляціи, употребляются провода съ резиновой оболочкой.

I. Измѣдованіе помощью вспомогательной батареи.

Нижеописываемые методы измѣренія основываются на измѣреніи утечки тока, причемъ, смотря по устройству прибора, измѣряется или утечка тока, или сопротивление изоляціи, или напряженіе, помощью котораго названное сопротивление можетъ быть вычислено.

а) Измѣрение утечки тока. Для этого служитъ миллиамперметръ *J* (рис. 191) и батарея, включенная за нимъ. Свободные зажимы *a* и *b*, если напр. измѣряется токъ, идущій съ цѣпи *AB* въ землю, соединяются одинъ съ изслѣдуемою цѣпью, другой съ земнымъ проводникомъ. Если измѣряется сопротивление изоляціи между проводниками *A* и *B*, то всѣ лампы *g*, соединяющія ихъ, вывинчиваются, а зажимы *a* и *b* соединяются соотвѣтственно съ *A* и *B*. Въ обоихъ случаяхъ приборъ *J* показываетъ утечку тока въ миллиамперахъ (см. 194, а).

б) Измѣрение сопротивленія изоляціи. Если приборъ *J* (рис. 191) градуированъ на омы, то вышеописанное включеніе даетъ

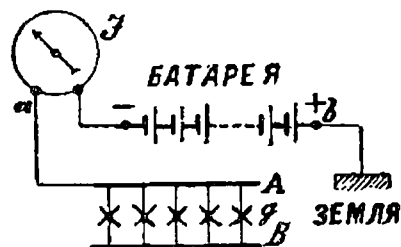


Рис. 191.

прямо сопротивление изоляции. При этом прибору должно соответствовать напряжение батареи, или онъ долженъ быть такъ устроенъ, чтобы его чувствительность могла быть изменена; тогда и при измененияхъ въ напряженіи возможенъ отсчетъ сопротивления.

с) Измѣреніе изоляціи помощью измѣренія напряженія. Если измѣрительнымъ приборомъ служитъ вольтметръ, то по отчитанному напряженію вычисляется сопротивление изоляціи по тому правилу, что при постоянномъ напряженіи отсчетъ на вольтметрѣ обратно пропорціоналенъ включеннымъ сопротивлениямъ. Предѣлы показаній вольтметра должны быть по меньшей мѣрѣ равны напряженію, которымъ пользуются при измѣреніи. Схема включенія та же, что на рис. 191.

Обозначимъ:

R сопротивление вольтметра,
 E напряжение батареи,
 r неизвѣстное сопротивление изоляціи,
 e напряжение, отчитанное при измѣреніи, т. е. когда вольтметръ, батарея и изоляція включены послѣдовательно (рис. 191).

Получаемъ уравненіе

$$(R + r) : R = E : e, \text{ или}$$

$$R + r = \frac{E \cdot R}{e},$$

$$r = \frac{E \cdot R}{e} - R = R \left(\frac{E - e}{e} \right).$$

Если напр. сопротивление вольтметра $R = 14000$ омъ, напряжение батареи $E = 120$ V, и вольтметръ при измѣреніи показалъ $e = 20$ V, то r вычисляется такъ:

$$r = 14000 \left(\frac{120 - 20}{20} \right) = 14000 \cdot 5 = 70000 \text{ омъ.}$$

II. Испытаніе помощью тока отъ какой либо сѣти.

Если вмѣсто измѣрительной батареи пользуются сѣтью, находящеюся надъ напряженіемъ, то поступаютъ подобно предыдущему, принимая лишь во вниманіе, что въ этомъ случаѣ источникъ тока самъ обыкновенно соединенъ съ землею.

Для измѣренія изоляціи отъ земли одинъ изъ проводовъ, находящихся подъ напряженіемъ, x или y (рис. 192) соединяется съ землею, если онъ и безъ того уже не имѣетъ хорошаго соединенія съ землею. Чтобы узнать это, сначала соединяютъ измѣрительный приборъ V съ одной стороны съ землею, съ другой — съ проводами x и y , однимъ за другимъ; тотъ проводникъ, который даетъ меньшій отбросъ, лучше соединенъ съ землею. Если существенной разницы не замѣчено, то

соединяють съ землей \pm проводникъ; въ противномъ случаѣ, тотъ, который имѣетъ лучшее сообщеніе съ землей. Въ проводимое соединеніе съ землей включаютъ сопротивление, напр. калильную лампу, чтобы не произошло короткаго замыканія. Противуположный полюсъ соединяють съ приборомъ V , второй зажимъ котораго ведутъ къ цѣпи, испытываемой на изоляцію отъ земли.

Приборъ для испытанія изоляціи долженъ быть включенъ между источникомъ тока и проводами, подлежащими изслѣдованію; при схемѣ рис. 193 онъ включается въ V , такъ что измѣряется лишь токъ идущій отъ участка провода съ недостаточной изоляціей въ землю. Неправильно было бы включить его въ V' : при этомъ измѣрялся бы и тотъ токъ, который идетъ въ землю отъ могущей быть неисправности у въ изоляціи самого источника тока.

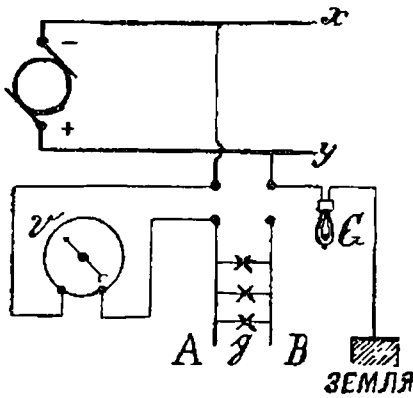


Рис. 192.

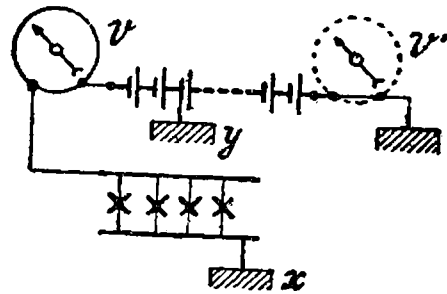


Рис. 193.

Сопротивленіе изоляціи въ случаѣ отсчета вольтъ вычисляется по вышеприведенной формулѣ, въ которой подъ E нужно разумѣть напряженіе между незаземленнымъ проводомъ (x на рис. 192) и хорошимъ земнымъ соединеніемъ, и подъ e напряженіе, отсчитанное при измѣреніи.

Если токъ берется отъ трехпроводной сѣти, испытаніе производится послѣ того, какъ средній проводъ сѣти, находящейся подъ напряженіемъ, соединенъ съ землей, если онъ не заземленъ уже раньше. Измѣрительный приборъ присоединяется однимъ зажимомъ къ отрицательному внѣшнему проводу, или, если полюса неизвѣстны, послѣдовательно къ одному и другому внѣшнему проводу; другимъ зажимомъ онъ присоединяется къ испытываемымъ проводамъ.

Въ установкахъ переменнаго тока напряженіе необходимое для испытанія изоляціи получается отъ небольшого трансформатора для измѣреній. Для измѣренія изоляціи необходимъ такой приборъ, который бы не показывалъ токовъ емкости, возникающихъ въ сѣти переменнаго тока; иначе получается слишкомъ малое сопротивленіе изоляціи, не соответствующее дѣйствительности.

III. Испытаніе установки, находящейся въ дѣйствиі.

а) Установка постояннаго тока. Иногда требуется узнать изоляцію всей установки, включая сюда и источники тока, во время ея нормальнаго дѣйствиа.

Обозначимъ :

R сопротивление вольметра,

E напряженіе работающей сѣти,

e_1 и e_2 напряженія, отсчитанныя на вольметрѣ, когда онъ присоединенъ однимъ зажимомъ къ землѣ, а другимъ — то къ одному, то къ другому полюсу сѣти,

r_1 и r_2 соотвѣтственные сопротивления изоляціи обоихъ полюсовъ.

Тогда получаемъ уравненія, дающія эти сопротивления,

$$r_1 = \frac{R [E - (e_1 + e_2)]}{e_2}, \quad r_2 = \frac{R [E - (e_1 + e_2)]}{e_1}$$

полное сопротивление всей установки равно

$$r_x = R \left(\frac{E}{e_1 - e_2} - 1 \right).$$

б) Установка переменнаго тока. Измѣреніе изоляціи всей сѣти переменнаго тока во время ея дѣйствиа можетъ быть произведено приборомъ, показывающимъ только постоянный, а не переменный токъ, если въ цѣль прибора J и батареи (рис. 194) включена дроссельная катушка D съ большимъ числомъ витковъ. Приборъ соединяется съ любымъ изъ проводниковъ изслѣдуемой сѣти. Измѣреніе производится такъ, какъ если бы изслѣдуемая сѣть не была подъ напряженіемъ.

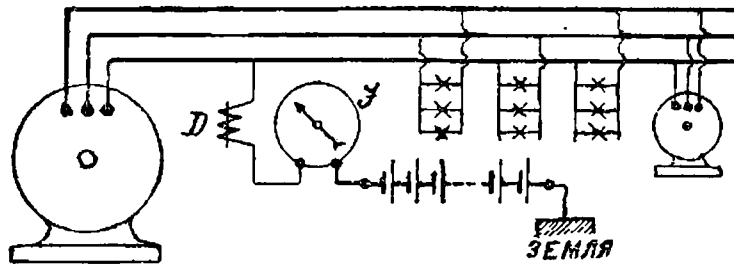


Рис. 194.

ный токъ, если въ цѣль прибора J и батареи (рис. 194) включена дроссельная катушка D съ большимъ числомъ витковъ. Приборъ соединяется съ любымъ изъ проводниковъ изслѣдуемой сѣти. Измѣреніе производится такъ, какъ если бы изслѣдуемая сѣть не была подъ напряженіемъ.

196. Нахожденіе мѣста неисправности изоляціи въ проводнѣ внутри зданія. Для нахожденія неисправности въ изоляціи цѣпь разбивается на участки; такимъ образомъ неисправность обнаруживается въ короткой части цѣпи, которая и изслѣдуется болѣе подробно. Измѣрительный приборъ присоединяется къ распределительной доскѣ

или магистралямъ такъ, что его показаніе даетъ погрѣшность въ изоляціи; послѣ этого выключаются одинъ за другимъ отвѣтвленные провода, причемъ размыкаютъ выключатели или вынимаютъ предохранители. Послѣ каждаго выключенія смотрятъ на приборъ. Погрѣшность лежитъ въ томъ проводѣ, послѣ выключенія котораго отбросъ на приборѣ исчезъ; съ этимъ проводомъ измѣреніе повторяется. Если въ томъ проводѣ, въ которомъ находится погрѣшность, нѣтъ ни выключателей, ни предохранителей, то этотъ проводъ перерѣзываютъ въ такихъ мѣстахъ, гдѣ удобно произвести починку, пока погрѣшность не опредѣлится въ достаточно короткомъ участкѣ провода, чтобы ее можно было отыскать осмотромъ и разниманіемъ арматуръ и т. д. Если отбросъ на приборѣ не исчезнетъ послѣ выключенія всѣхъ проводниковъ, то иногда приходится раздѣлять на части саму магистраль.

Примѣромъ отысканія погрѣшности въ отдѣльной части сѣти служитъ изображенная на рис. 195 цѣпь, имѣющая при x соединеніе съ землей. Сначала проводникъ дѣлится на двѣ половины размыканіемъ

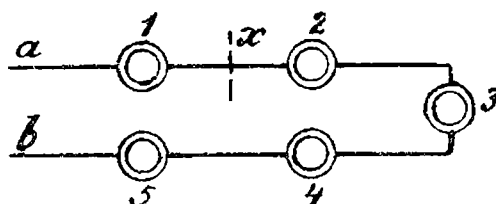


Рис. 195.

у коробки 3, которая изслѣдуется каждая въ отдѣльности. Затѣмъ участокъ 3 *a*, какъ оказавшійся неисправнымъ, подраздѣляется дальше, пока неисправность не окажется въ участкѣ 1—2.

Въ небольшихъ установкахъ погрѣшность можетъ быть опредѣлена помощью рабочаго тока слѣдующимъ образомъ: Включаютъ калильную лампу между землею и сѣтью такъ, что она засвѣтитъ; затѣмъ отдѣляютъ отвѣтвленные провода, пока лампа не потухнетъ; послѣдній выключенный проводникъ и заключаетъ въ себѣ погрѣшность. Въ двухпроводной сѣти, если предъ началомъ испытанія всѣ отвѣтвляющіеся проводники были включены, отдѣляются отвѣтвленія лишь отъ того полюса, къ которому не присоединена калильная лампа.

197. Нахожденіе мѣста неисправности изоляціи въ распределительной сѣти. Чтобы найти соединеніе съ землею чрезъ малое сопротивление въ сѣти со многими питающими проводами (см. рис. 123), стараются опредѣлить мѣсто неисправности измѣреніемъ силъ тока во время дѣйствія установки, если его нельзя отыскать помощью вспомогательныхъ проводниковъ. Для этого, во время малаго потребленія тока въ сѣти, измѣряютъ токи въ питающихъ проводахъ въ сторонѣ сѣти, сообщенной съ землею. Когда это сдѣлано, соединяютъ магистраль свободную отъ погрѣшности (которая, слѣдовательно, при искусственномъ соединеніи съ землею даетъ искры) чрезъ сопроти-

вление съ землею такъ, чтобы чрезъ вспомогательный проводъ шелъ токъ въ землю достаточной величины для описываемыхъ ниже измѣреній; изъ земли онъ пойдетъ чрезъ проводникъ съ неисправностью въ другую магистраль. Теперь слѣдуетъ повторить измѣреніе токовъ въ питающихъ проводахъ, о которомъ говорилось выше, и сравнить результаты съ полученными раньше. Тотъ питающій проводъ, который ближе всего къ неисправности, покажетъ наибольшее увеличеніе тока. Для измѣренія токовъ, если въ питающіе провода не включены амметры, включаютъ амметръ съ возможно малымъ сопротивленіемъ въ провода одинъ за другимъ, пользуясь какимъ либо удобнымъ мѣстомъ — размыкая выключатель, вынимая предохранитель или т. под. При изслѣдованіи помощью тока, проходящаго чрезъ неисправность, слѣдуетъ соблюдать осторожность и производить измѣренія какъ можно скорѣе, такъ какъ продолжительный токъ чрезъ неисправность въ

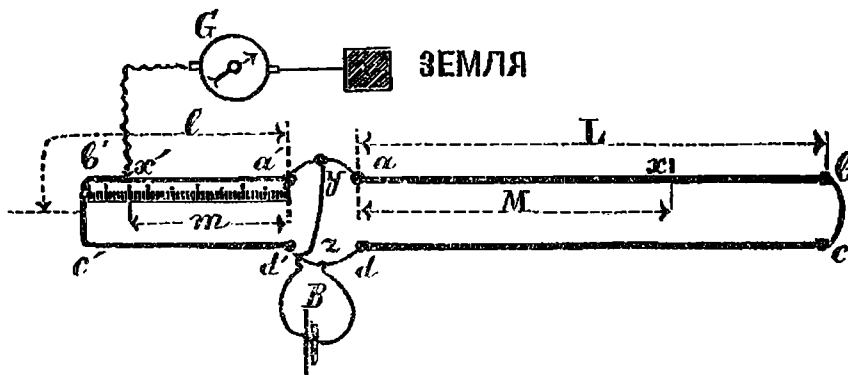


Рис. 196.

землю опасенъ въ пожарномъ отношеніи. Когда такимъ образомъ приблизительно опредѣлено мѣсто неисправности, то отдѣляются одинъ за другимъ отвѣтвляющіеся отъ него провода, причемъ выключеніе неисправнаго провода скажется на показаніи измѣрительнаго прибора (ср. 96). Послѣ этого неисправный проводъ, если онъ доступенъ, изслѣдуется, какъ объяснено выше (см. 196). При опредѣленіи мѣста погрѣшности въ подземномъ проводѣ поступаютъ согласно ниже слѣдующему.

198. **Опредѣленіе мѣста сообщенія съ землей въ подземной проводкѣ.** Если сообщеніе съ землей x (рис. 196) находится на подземномъ проводѣ ab , то для его опредѣленія пользуются параллельно уложеннымъ проводомъ cd , какъ вспомогательнымъ, причемъ отвѣтвленія, приращенныя къ обоимъ проводамъ, отдѣляются, насколько это возможно; предварительно убѣждаются, что вспомогательный проводъ cd , не имѣетъ сообщенія съ землею. Въ послѣдующемъ предполагается, что провода ab и cd одинаковой длины и одинаковаго сѣченія и, слѣдовательно, одинаковаго сопротивленія; это — по большей части вѣрно относительно кабельной сѣти. При bc оба провода

коротко соединяются кускомъ толстой мѣдной проволоки; между a и d включается голая мѣдная проволока $a'b'c'd'$, натянутая на доскѣ, и лучше всего такого сѣченія, чтобы сопротивленіе обѣихъ частей $abcd$ и $a'b'c'd'$ было приблизительно одно и то же, а мѣдная проволока имѣла бы длину, удобную для обращенія съ приборомъ, т. е. 2—3 мт. Черезъ такую раздвоенную цѣпь пропускается токъ отъ сильной батареи B , состоящей изъ нѣсколькихъ параллельно соединенныхъ элементовъ Лекланше, причѣмъ полюсы батареи должны находиться въ u и z , на серединахъ проволокъ aa' и dd' ; послѣднее предполагаетъ, что сопротивленія обѣихъ частей одинаковы. Затѣмъ берутъ чувствительный гальванометръ G и соединяютъ одинъ его зажимъ съ землею, другой же — съ лезвіеобразнымъ скользящимъ контактомъ; этотъ послѣдній передвигаютъ по мѣдной проволоцѣ $a'b'$, подъ которую подложенъ масштабъ, до тѣхъ поръ, пока гальванометръ не покажетъ болѣе отклоненія; чтобы достигъ болѣе точныхъ результатовъ, отмѣчаютъ на мѣдной проволоцѣ двѣ точки, при которыхъ стрѣлка гальванометра отклоняется на одну и ту же величину, но въ противоположныя стороны; тогда искомое положеніе скользящаго контакта находится по серединѣ между этими точками; пусть это положеніе будетъ x' , тогда положеніе мѣста неисправности x опредѣляется изъ такого соотношенія (въ которомъ L , l , M и m обозначаютъ соотвѣтственные длины (рис. 196), гдѣ M неизвѣстная величина:

$$M : m = L : l,$$

$$M = \frac{L}{l} \cdot m.$$

Для исключенія ошибки наблюденія можно повторить тѣ же измѣренія и со стороны bc (рис. 196) и взять среднее изъ двухъ измѣреній.

Если на проводѣ, означенномъ выше черезъ ab , имѣется двѣ или болѣе неисправностей, то измѣреніе даетъ точку x , находящуюся между мѣстами неисправности. Тогда, изслѣдовавъ мѣсто x , мы не найдемъ въ немъ неисправности; въ этомъ случаѣ кабель долженъ быть перерѣзанъ въ точкѣ x , и измѣреніе повторяется уже относительно полученныхъ частей линіи.

Правила предосторожности для установокъ высокаго напряженія.

199. Рабочая одежда. Одежда рабочего должна плотно прилегать къ тѣлу, потому что свободно висящая часть платья можетъ быть захвачена вращающимися частями машины. На одеждѣ рабочего по возможности не должно быть металлическихъ частей, металлическихъ пуговиць и т. д., хотя бы и оплетенныхъ; этимъ предотвращается опас-

ность короткаго замыканія при работѣ съ приборами, находящимися подъ напряженіемъ, какъ распредѣлительныя доски и т. д. Относительно одежды для обслуживающихъ аккумуляторы см. 87.

200. Работа на установкѣ высокаго напряженія. Прикасаться во время дѣйствія установки до основы динамомашинъ и трансформаторовъ, до ящиковъ, заключающихъ приборы, до арматуръ проводовъ высокаго напряженія и т. д. — можно лишь въ томъ случаѣ, если эти предметы соединены съ землею, хотя бы даже прикасающееся лицо было хорошо изолировано, какъ напр. стояло бы на доскѣ, поставленной на фарфоровые изоляторы. Резиновые башмаки и перчатки, употребляемые, какъ мѣра предосторожности, должны быть въ безупречномъ состояніи. Ни при какомъ случаѣ не слѣдуетъ дотрагиваться до проводовъ, хотя бы и изолированныхъ, несущихъ токъ высокаго напряженія. Провода, соединенные съ машиною, могутъ быть еще опасными даже и по прекращеніи тока въ цѣпи возбужденія, если машины еще не остановлены. Чистка машинъ высокаго напряженія и приборовъ возможна лишь, когда они выключены изъ сѣти и заземлены своими проводящими частями.

Для вставленія предохранителей высокаго напряженія слѣдуетъ пользоваться изолированными щипцами или чѣмъ нибудь подобнымъ. Никогда не слѣдуетъ вставлять временныхъ предохранителей, а особенно такихъ, которые служатъ для низкихъ напряженій.

Схема соединений, непременно вывѣшиваемая, въ машинномъ отдѣленіи, на трансформаторной станціи и т. д., должна наглядно представлять соединенія и, въ случаѣ измѣненія ихъ, должна быть немедленно дополнена или замѣнена новою. Всѣ опасныя мѣста слѣдуетъ обозначать предостерегающими дощечками съ изображеніемъ молніи-стрѣлки, выкрашеннымъ въ красную краску. Slѣдуетъ вывѣсить на легко доступныхъ мѣстахъ Правила предосторожности Союза Германск. Электротехниковъ для установокъ сильнаго тока, постановленія соотвѣтственнаго профессиональнаго товарищества и Руководство къ подаіію первой помощи въ несчастныхъ случаяхъ на электрическихъ установкахъ, изд. Союза Герм. Электрот.

Во время всякихъ работъ въ цѣпи высокаго напряженія внѣ или на центральной станціи провода должны быть отдѣлены отъ сѣти и соединены съ землею толстымъ по меньшей мѣрѣ въ 16 кв. мм. проводникомъ. Если съ того мѣста, гдѣ производятся работы, нельзя непосредственно видѣть, выключены ли провода, то не довольствуются обыкновенно простымъ уговоромъ съ центральной станціею или, вообще, мѣстомъ выключенія на счетъ времени выключенія проводовъ, т. е. оставленія ихъ безъ напряженія. Начальникъ установки или его помощникъ пусть лучше лично убѣдятся въ томъ, что провода выключены, прежде чѣмъ приступить къ работамъ, а также въ томъ, что ихъ включают не раньше, чѣмъ всѣ вернулись съ работы. Можно воспользоваться и телефономъ, но приэтомъ необходимо, чтобы вызываемый въ точности повторилъ, что ему сказано. Если просто уславливаются относительно времени работъ, то это должно быть сдѣлано во

всякомъ случаѣ письменно; соответственные провода выключаются по крайней мѣрѣ за полчаса до условленнаго времени и включаются лишь чрезъ полчаса послѣ срока, поставленнаго для окончанія работы.

Рис. 197 изображаетъ приспособленіе для короткаго замыканія и заземленія воздушныхъ проводовъ. Оно позволяетъ сначала заземлить провода и замкнуть на короткую помощью желѣзныхъ крючковъ съ изолирующею ручкою, а затѣмъ произвести надежное соединеніе съ землею помощью винтовыхъ скрѣпленій. Послѣ окончанія работы, когда снимается короткое замыканіе и заземленіе, постузають въ обратномъ порядкѣ, т. е. соединеніе съ землею удаляется послѣднимъ.

Если работа производится съ нѣкоторыми изъ трансформаторовъ, замкнутыхъ на одну общую вторичную цѣпь, то необходимо, чтобы они были выключены и первичною, и вторичною обмотками.

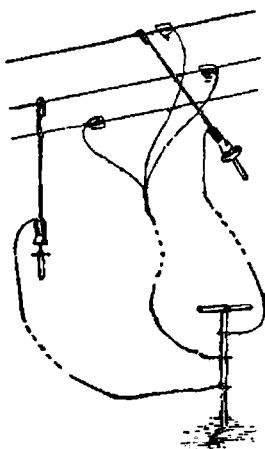


Рис. 197.

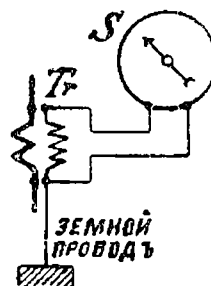


Рис. 198.

Требуется большая осторожность при работѣ съ кабелями, вблизи которыхъ находятся другіе кабели высокаго напряженія, если возможно перепутать тѣ и другіе кабели. Кабельные монтеры должны въ такихъ случаяхъ работать въ резиновыхъ перчаткахъ и съ темными очками. Въ кабель, который нужно перерѣзать, втыкають изъ предосторожности желѣзную иглу, хорошо соединенную съ землею; ее держать за изолирующую ручку или чрезъ какое либо другое изолирующее приспособленіе.

Работы въ непосредственной близости съ предметами, находящимися подъ высокимъ напряженіемъ, допускаются лишь въ исключительныхъ случаяхъ и поручаются особо свѣдущимъ лицамъ. Такія работы производятся по крайней мѣрѣ двумя лицами, которыя бы могли помочь другъ другу въ случаѣ надобности.

201. Включеніе кабелей высокаго напряженія. Когда длинные кабели вводятся подъ высокое напряженіе безъ особыхъ пусковыхъ приспособленій, то можетъ произойти повышеніе напряженія и причи-

нить пробиваніе изоляціи. Эти повышенія напряженія избѣгаются тѣмъ, что кабель включаютъ подъ напряженіе мало по малу, сводя послѣдовательно на короткую реостатъ, присоединенный къ кабелю (подобно пусканію мотора въ ходъ), или же примѣняя пусковые трансформаторы (см. 43, а).

Вообще въ установкахъ высокаго напряженія должно избѣгать всякаго включенія, если только оно не безусловно необходимо, т. к. всякое измѣненіе въ магнитномъ или электрическомъ состояніи сѣти можетъ вызвать повышеніе напряженія.

202. **Заземленіе.** Въ установкахъ высокаго напряженія должны быть заземлены всѣ металлическія части, изолированныя отъ проводовъ тока, доступныя и могушія вслѣдствіе какой либо случайности стать въ металлическомъ сообщеніи съ проводами высокаго напряженія. Сюда относятся корпусъ машины и трансформатора, металлическія рукоятки выключателей, желѣзныя рамки распредѣлительной доски высокаго напряженія, металлическія огражденія и т. д. Должны быть заземлены и вторичныя обмотки измѣрительныхъ трансформаторовъ, какъ это показано на вторичной обмоткѣ трансформатора *T_r* (рис. 198).

Заземленіе должно удовлетворять такому условію: для заземленнаго предмета исключается возможность получить напряженіе опасное для лица неизолированнаго отъ земли. Соединеніе земного провода съ заземляемымъ предметомъ производится или помощью надежныхъ винтовыхъ скрѣпленій, или спайкой, сращиванія же въ самомъ земномъ проводѣ — исключительно спайкой подобно тому, какъ сращиваютъ провода сильныхъ токовъ. Сѣченіе земного провода, который остается неизолированнымъ, берется соразмѣрно ожидаемымъ токамъ въ землю, причемъ на каждые 10 А берутъ по 1 кв. мм.; однако въ помѣщеніяхъ, гдѣ потребляется токъ, и т. под. сѣченіе это не можетъ быть меньше 16 кв. мм., въ другихъ мѣстахъ допустимо — въ 4 кв. мм.

Обыкновенно изъ предосторожности заземляемый предметъ соединяютъ съ землей въ двухъ точкахъ, которыя выбираютъ такъ, чтобы провода не подвергались механическимъ и химическимъ измѣненіямъ. Болты фундамента машины не достаточны, какъ „земля“; но заземленіе достаточно, если всѣ столбы, идущіе въ землю, желѣзныя стропила и т. д. соединить хорошо проводящимъ способомъ голымъ проводникомъ и къ этому послѣднему вести земные провода. Если кромѣ того имѣется искусственная земля, напр. земная пластина, то ее хорошо присоединяютъ ко всѣмъ остальнымъ „землямъ“. Въ цементный полъ, окружающій изолированныя проходы для служащихъ или заземленныя части машины и т. д., погружаютъ желѣзныя проволоки или желѣзные сѣтки, присоединяемые также къ земному проводу.

Если желѣзные столбы, несущіе провода высокаго напряженія, не хорошо заземлены, если они напр. стоятъ на сухомъ пескѣ, то ихъ соединяютъ другъ съ другомъ проводникомъ, лучше всего — оцинкованною желѣзною проволокою, положенною въ землю; кромѣ того въ землю погружаются земныя пластины, на извѣстныхъ разстояніяхъ одна отъ другой, которыя и соединяются со столбами или съ

вышеупомянутымъ проводомъ. Проводъ, соединяющій столбы, выполняетъ еще одно назначеніе: въ случаѣ соединенія различныхъ фазъ со столбами чрезъ него образуется короткое замыканіе, вызывающее дѣйствіе предохранителей. Если не сдѣлано такого соединенія между столбами, то рекомендуется присоединить проводящимъ образомъ къ каждому столбу оцинкованный желѣзный проводникъ, и уложить его въ землѣ въ видѣ спирали вокругъ столба. Этимъ достигается постепенное выравниваніе потенциала между столбомъ и землей въ случаѣ появленія неисправности въ изоляціи и избѣгается опасное напряженіе въ столбѣ.

Опасное напряженіе относительно земли можетъ появиться и въ деревянныхъ столбахъ, несущихъ провода съ токомъ на изолирующихъ крюкахъ и т. д. Происходящая отсюда опасность устраняется тѣмъ, что столбъ на 3-хъ метрахъ надъ землей покрываютъ металлическою полосой, отъ которой ведутъ проводъ спиралью вокругъ стаба къ землѣ.

203. Оказаніе помощи въ несчастныхъ случаяхъ, происходящихъ отъ электрическаго тока. При ожогахъ, производимыхъ электрическимъ токомъ, примѣняется обычное лѣченіе. Относительно обращенія съ лицомъ, ошеломленнымъ отъ дѣйствія тока, см. 204.

Прикосновеніе къ проводнику, находящемуся подъ высокимъ напряженіемъ, грозитъ большою опасностью для здоровья и жизни. Даже и на изолирующей отъ земли прокладкѣ дотрагиваться опасно вслѣдствіе токовъ емкости. Постоянный токъ, вообще говоря, начинаетъ быть опаснымъ при напряженіи вдвое большемъ, чѣмъ переменный. Въ установкахъ переменнаго тока прикосновеніе къ проводнику сѣти вызываетъ по большей части спазматическое состояніе, вслѣдствіе котораго выпустить проводникъ становится невозможнымъ. Чтобы пострадавшаго возможно быстро спасти отъ дѣйствія тока, должно поступать слѣдующимъ образомъ:

а) Если возможно, соотвѣтственная цѣпь выключается во всѣхъ полюсахъ отъ источника тока, или машина останавливается.

б) Если невозможно сдѣлать это достаточно быстро, то слѣдуетъ стараться соединить провода на короткую, или съ землею, чтобы вызвать расплавленіе предохранителей, или съ обѣихъ сторонъ отъ пострадавшаго перерѣзать проводъ хорошо изолированнымъ инструментомъ, напр. топоромъ съ сухимъ деревяннымъ топорщикомъ. Короткое замыканіе проводовъ и соединеніе съ землею производится набрасываніемъ голыи проволоки, или цѣпи, соединенныхъ однимъ своимъ концомъ съ землею. Какъ землею, пользуются металлическими предметами, проводяще соединенными съ землею, напр. водопроводами или желѣзными столбами, а въ случаѣ необходимости втыкаютъ желѣзный штангъ въ сырую землю, самое лучшее въ водяной ровъ.

в) Если пострадавшій ухватился только за одинъ проводъ, то по большей части бываетъ достаточно заземлить этотъ проводъ или поднять пострадавшаго съ земли.

d) Если провода не замкнулись на короткую, то нужно заземлить лишь тотъ проводъ, до котораго потерпѣвшій дотронулся.

e) Спасаящій долженъ соблюдать слѣдующія условія собственной безопасности: Всякое прикосновеніе къ проводамъ, даже замкнутымъ на короткую, опасно, пока провода или тотъ проводникъ, о которомъ идетъ дѣло, не заземленъ. Спасаящій долженъ изолировать себя, по возможности, хорошо, ставъ на стекло, сухое дерево, или сложенную одежду, или одѣть резиновыя перчатки. Онъ долженъ брать пострадавшаго за одежду или удалять его отъ проводовъ помощью сухого платка, дерева и т. под.

f) Если лицо незнающее пытается спасти, его нужно предостеречь отъ прикосновеній при напряженіи свыше 500 V. При бѣльшихъ напряженіяхъ — когда столбы почти всегда помѣчаются красными стрѣлками — лица, не освѣдомленныя въ изложенныхъ здѣсь правилахъ, сами подвергаются величайшей опасности. Въ подобныхъ случаяхъ спасти можно лишь при полномъ пониманіи свойствъ сѣти.

204. Обращеніе съ ошеломленнымъ. Если пострадавшій отъ электрическаго удара не подаетъ признаковъ жизни, то необходимо немедленно послать за врачомъ, до прибытія же его сдѣлать слѣдующее:

a) Всѣ стѣсняющія пострадавшаго части одежды, воротничекъ рубашки, поясъ и т. д. должны быть растегнуты. Воздухъ въ помѣщеніи, гдѣ находится пострадавшій, слѣдуетъ провѣтривать.

b) Пострадавшаго кладутъ на спину и смотрятъ, дышетъ-ли онъ. Тогда полезно положить голову нѣсколько выше и обливать лобъ холодной водой или обкладывать льдомъ. До прибытія врача слѣдуетъ внимательно наблюдать за пострадавшимъ.

c) Если дыханіе совсѣмъ не замѣтно, или оно очень слабо, то устраиваютъ искусственное дыханіе. Прежде всего осматриваютъ, нѣтъ ли во рту пострадавшаго постороннихъ предметовъ, искусственныхъ зубовъ, табаку и т. под.; все это слѣдуетъ удалить; подкладываютъ между плечами и затылкомъ пострадавшаго, лежащаго на спинѣ, подушку изъ свернутой одежды, такъ чтобы спинной хребетъ поддерживался, а голова нѣсколько спадала внизъ. Тогда становятся на колѣни около головы пострадавшаго, обратившись къ нему лицомъ, и ухвативъ его руки ниже локтей, ведутъ ихъ по дугѣ надъ головой такъ, чтобы они почти соприкоснулись. Въ этомъ положеніи задерживаютъ руки втеченіе двухъ или трехъ секундъ (расширеніе грудной клѣтки, входъ воздуха); затѣмъ ведутъ руки обратно тѣмъ же путемъ и крѣпко прижимаютъ ихъ по сторонамъ грудной клѣтки (воздухъ выталкивается изъ легкихъ). Это повторяется 16—20 разъ въ минуту.

Отъ времени до времени ударяютъ пострадавшаго мягкой частью ладони въ лѣвую сторону груди, прибл. на 5 см. ниже соска. Производимое этимъ сотрясеніе груди имѣетъ цѣлью возбужденіе сердечной дѣятельности.

Если при этомъ имѣется второй помощникъ, то онъ захватываетъ языкъ пострадавшаго посрединѣ гортани, помощью носового платка,

и вытягиваетъ его каждый разъ, когда руки ведутся надъ головою. Ногъ, если необходимо, держится насильно открытымъ напр. помощью деревяшки или т. под.

Кромѣ того рекомендуется согрѣвать тѣло крѣпкимъ натираниемъ груди, реберъ и ногъ грубымъ платкомъ или чѣмънибудь подобнымъ. Не слѣдуетъ вливать пострадавшему напитоковъ. Искусственное дыханіе продолжать до прибытія врача, или не меньше двухъ часовъ, прежде чѣмъ оставить попытки къ оживленію.

205. Мѣры въ случаѣ пожара. Электрическая станція, охваченная или угрожаемая пожаромъ, останавливается въ случаѣ крайней необходимости, но не иначе, какъ лицами освѣдомленными насчетъ всего устройства. При возникновеніи пожара включаются лампы, хотя бы это происходило днемъ, чтобы освѣтить помѣщенія, заполненные дымомъ. Машины и приборы по возможности оберегаются отъ заливанія водой; для нихъ употребляютъ другія средства тушенія: сухой песокъ, угольную кислоту и т. под. не проводящія и не возгорающіяся вещества. Если совершенно необходимо поливать провода и приборы, находящіеся подъ напряженіемъ, то не слѣдуетъ держать рукавъ слишкомъ близко къ этимъ предметамъ. Иногда употребленіе ручного шприца опасно, такъ какъ при этомъ получается единственное отвѣтвленіе для тока чрезъ шприцъ и тѣло человѣка, работающаго съ нимъ. Въ этомъ случаѣ защитою отъ электрическаго удара служитъ металлическій листъ, на которомъ становится поливающій изъ шприца, и который соединяется проволокой съ окончникомъ шприца. Если необходимо перерубить провода, а выключить ихъ предварительно изъ сѣти, находящейся подъ напряженіемъ, невозможно, то слѣдуетъ раньше соединить провода съ землею или замкнуть на короткую, чтобы перегорѣли предохранители. Съ воздушными проводами поступаютъ при этомъ такимъ образомъ: тонкій голый проводникъ соединяютъ съ землею, съ желѣзными частями зданія, трубами и т. д. и затѣмъ набрасываютъ его на провода (см. 203, b). Не слѣдуетъ прикасаться къ проволокъ, набрасываемой на провода, хотя бы и стоя на металлическомъ листѣ, хорошо соединенномъ съ этой проволокой.

Когда тушеніе пожара закончено, провода и приборы во всѣхъ соотвѣтствующихъ помѣщеніяхъ выключаются, изслѣдуются, исправляются и лишь затѣмъ могутъ быть снова включены въ цѣпь.

206. Мѣры противъ возгоранія масла. Масло, употребляемое для изолировки трансформаторовъ, выключателей, реостатовъ и т. д., будучи нагрѣто до извѣстной температуры, воспламеняется и затѣмъ горитъ все дальше; при нѣкоторой болѣе высокой температурѣ изъ масла выдѣляются газы, которые смѣшавшись съ воздухомъ образуютъ взрывчатую смѣсь.

Ввиду этого масляные резервуары различныхъ приборовъ, трансформаторовъ и т. д. слѣдуетъ держать какъ можно дальше отъ открытаго пламени и отъ приборовъ, въ которыхъ проскакиваютъ искры, какъ напр. громоотводы. Чтобы отводить могущіе образоваться газы,

соотвѣтствующія помѣщенія старательно вентилируютъ; масляные резервуары устанавливаютъ такъ, чтобы масло, если оно выступаетъ изъ нихъ, стекало бы должнымъ образомъ. Если масло находится въ помѣщеніяхъ, никогда не оставляемыхъ безъ надзора, то перегрѣвъ его обнаруживается по запаху, и тогда во время могутъ быть приняты соотвѣтствующія мѣры.

Тушеніе загорѣвшагося масла производится забрасываніемъ его сухимъ пескомъ или кристаллическую содою; тотъ или иной изъ этихъ матерьяловъ должны всегда находиться на-готовѣ вблизи приборовъ, наполненныхъ масломъ. Водю нельзя тушить масло, потому что съ одной стороны вода, которою поливается горящее масло, можетъ разлагаться и только увеличивать опасность взрыва; съ другой же стороны, масло, какъ болѣе легкое, чѣмъ вода, поплыветъ по ней и будетъ распространять пожаръ.

Подготовленіе къ монтировкѣ и окончаніе ея.

207. Упаковка электрическихъ машинъ. Передъ упаковкой изслѣдуется, въ хорошемъ ли состояніи находятся всѣ части машины. Относительно ея обмотокъ узнается, всѣ ли соединенія существуютъ. Если въ масленкахъ имѣется масло, его удаляютъ. Если въ машинѣ устроена кольцевая смазка, то кольцевые каналы завязываются такъ, чтобы не проникла пыль, смазочныя отверстія запираются деревянными пробками. Щетки слѣдуетъ или поднять съ коллектора или контактныхъ колецъ и закрѣпить въ этомъ положеніи, или между щетками и контактною поверхностью укрѣпить куски бумаги: иначе, можетъ произойти поврежденіе щетокъ отъ случайнаго вращенія вала. Всѣ блестящія части должны быть смазаны масломъ или талькомъ. Машины вѣсомъ до 2500 кгр. упаковываются въ ящикахъ. Отъ сырости онѣ защищаются провощеной или промасленной крышкой, если отправляются по желѣзной дорогѣ или по недалекому водному пути (напр. изъ Германіи въ Англію). Для болѣе далекаго морского или сухопутнаго пути ящики обкладываются внутри спаянными жестяными листами. При упаковкѣ машины отъ ящика отнимаются одна боковая стѣнка и крышка. Помощью подъемнаго крана машина вставляется въ ящикъ, такъ чтобы ея ось упиралась въ узкую боковую стѣнку, и привинчивается помощью гаекъ ко дну ящика. Затѣмъ привинчивается четвертая боковая стѣнка, и свободное пространство между концомъ вала и стѣнкою задѣлывается плотно пригнаннымъ и привинчиваемымъ кускомъ дерева; этимъ препятствуется боковое передвиженіе оси. Наконецъ, привинчивается крышка ящика.

Машины, вѣсъ которыхъ превосходитъ вышеуказанный предѣлъ, но которыя еще все-таки возможно пересылать въ собранномъ видѣ, привинчиваются къ балочнымъ рамамъ, и закрываются досками, прикрѣпляемыми къ косякамъ. Всѣ части, боящіяся сырости, покрываются

провощеною или промасленою тканью и такимъ образомъ защищаются отъ воды, могушей проникнуть между досками.

Если машина не можетъ быть пересылаема въ собранномъ видѣ, то ея части запаковываются отдѣльно, а такія, которыя не могутъ быть повреждены, какъ напр. фундаментная рама, пересылаются открытыми.

208. Подготовленіе къ установкѣ. Первою задачею установщика при началѣ его работы является осмотръ тѣхъ предметовъ, которые подлежатъ установкѣ, и которые всегда должны уже находиться на мѣстѣ ко времени его прихода; предметы эти сохраняются въ сухомъ и запертномъ помѣщеніи. Аппараты и различныя принадлежности при распаковкѣ осматриваются и располагаются въ порядкѣ другъ возлѣ друга, чтобы ихъ потомъ легко было провѣрить по накладной, которая обыкновенно присылается вмѣстѣ съ ними. Весьма удобно, если установщикъ составитъ себѣ списокъ всего этого матерьяла, который обыкновенно требуется въ производимыхъ имъ установкахъ; тогда онъ будетъ въ состояніи скоро и вѣрно обнаружить то, чего не хватаетъ. Недостающее тотчасъ же должно быть истребовано съ фабрики письмомъ.

Передъ началомъ работы дѣлаютъ обходъ помѣщеній, гдѣ предполагается сдѣлать электрическую установку, съ планомъ въ рукахъ, вмѣстѣ съ заказчикомъ или его представителемъ, чтобы принять во вниманіе нѣкоторыя особыя требованія заказчика и, если нужно, познакомиться со способами ихъ выполненія.

209. Помощники. Помощники даются въ распоряженіе установщику вообще на самомъ мѣстѣ производства работъ; здѣсь требуются, смотря по обстоятельствамъ, слесаря, каменщики, плотники и столяры. Для личной помощи установщику дается слесарь, и лучше всего тотъ именно рабочій, которому предполагается поручить просмотръ за дѣйствіемъ электрической установки; послѣдній будетъ такимъ образомъ имѣть случай ознакомиться съ проводной системою и потому легко сдѣлаетъ необходимыя починки или даже нѣкоторыя мелкія расширенія. Въ интересахъ установщика — указать такому помощнику всѣ практическіе приемы и научить его обращаться съ машинами и приборами; этимъ избѣгается обращеніе за помощью къ фирмѣ, отъ которой онъ устанавливается, въ случаѣ какихъ-нибудь мелкихъ неисправностей, а также иногда и устраняется возможность невыгоднаго сужденія о работахъ самого установщика.

Передъ началомъ работъ установщикъ долженъ опредѣленнымъ образомъ разбить ихъ и дать надлежащія указанія помощникамъ, такъ чтобы работа могла потомъ идти безъ задержекъ; въ особенности должны быть своевременно продѣланы необходимыя ходы въ стѣнахъ, проложены изоляторныя трубы, запущены стѣнныя пробки и т. д., чтобы монтировочная работа пошла безъ замедленія. Практическое распределеніе работъ весьма ускоряетъ выполненіе установки.

210. Испытаніе законченной установки. По окончаніи монтировки всѣ машины, приборы и провода прежде пусканія въ ходъ еще

разъ подробно осматриваются, чтобы можно было еще исправить, что понадобится, сдѣлать необходимыя измѣненія въ схемахъ и т. д. Затѣмъ измѣряется изоляція отдѣльныхъ частей установки (см. 194 и 195).

Въ установкахъ высокаго напряжения рекомендуется оставить провода одни втеченіе многихъ часовъ подъ нормальнымъ, т. е. опредѣленнымъ въ договорѣ напряженіемъ. Необходимое для испытанія болѣе высокое напряженіе получается по указаніямъ завода съ трансформаторовъ. При испытаніи кабелей для высокаго напряжения на ихъ сопротивленіе пробиванію слѣдуетъ имѣть въ виду, что въ нихъ идетъ токъ емкости (токъ заряда), который пропорціоналенъ напряженію и длинѣ кабеля. При переменномъ токѣ этотъ токъ, при частотѣ $= 50$, на каждые 1000 V и 1 км. равенъ 0,04—0,06 A.

Машины, долгое время бывшія безъ употребленія, оказываются иногда обладающими не большимъ сопротивленіемъ изоляціи, сохраняя въ тоже время свое большое сопротивленіе на пробиваніе. Ихъ сопротивленіе изоляціи повышается затѣмъ по мѣрѣ ихъ высушки, когда онѣ приведены въ дѣйствіе. Наоборотъ, въ масляныхъ трансформаторахъ сопротивленіе изоляціи во время дѣйствія уменьшается вслѣдствіе нагрѣванія масла; но прибиваніе масла съ повышеніемъ температуры становится болѣе труднымъ. Такимъ образомъ уменьшающееся сопротивленіе изоляціи въ этомъ случаѣ не подаютъ повода къ опасеніямъ.

211. Приѣмное испытаніе машинъ. Это испытаніе представляетъ собою продолжительное измѣреніе, имѣющее цѣлью установить, что отдача соотвѣтствуетъ контракту, опредѣлить изоляцію и нагрѣваніе машины.

Изоляція измѣряется передъ и послѣ продолжительнаго изслѣдованія. Испытаніе подъ нагрузкою продолжается много часовъ, болѣе долго или менѣе, смотря по величинѣ машины; при этомъ сила тока, напряженіе и скорость вращенія поддерживаются по возможности на нормахъ и отсчитываются и записываются каждыя четверть часа. Для измѣреній достаточны приборы на распредѣлительной доскѣ. Если опредѣляется величина полезнаго дѣйствія, то употребляются болѣе точные приборы. Во время испытанія обращается вниманіе на нагрѣваніе обмотокъ и подушекъ, а у машины постояннаго тока на состояніе коллектора и щетокъ. Для опредѣленія степени нагрѣванія привязываютъ термометръ къ нагрѣвающимся частямъ машины, мимо которыхъ не проходитъ потокъ воздуха; шарикъ термометра прикладывается непосредственно къ обмоткѣ и покрывается кускомъ шерсти для устраненія излученія. Въ мѣстахъ сильно разсѣивающихъ на машинахъ переменнаго тока и трансформаторахъ ставятся термометры съ непроводящею жидкостью. Для опредѣленія температуры воздуха подвѣшивается термометръ вблизи машины, въ такомъ мѣстѣ, гдѣ не дуетъ. Если хотять температуру расчитать по сопротивленію машины, измѣренному до и послѣ испытанія, то на каждый 1% увеличенія сопротивленіе принимаютъ 2,5° Ц. повышения температуры.

Для опредѣленія полезнаго дѣйствія машины должно съ одной стороны измѣрить подобающимъ приѣмомъ механическую работу, расходующую въ секунду на машину, съ другой электрическую отдачу, получаемую съ ея зажимовъ. Эта послѣдняя, раздѣленная на механическую работу въ секунду (которая выражается тоже въ ваттахъ; $1 \text{ HP} = 736 \text{ W}$), и даетъ полезное дѣйствіе. Отдача машины постоянного тока измѣряется произведеніемъ „сила тока \times напряжение“, машины же переменнаго и многофазнаго токовъ — измѣряется ватт-метромъ (см. 92). При безындукціонной нагрузкѣ, напр. водяныхъ реостатахъ отдача машины многофазнаго тока равна произведенію „сила тока \times напряжение $\times 1,73$ “.

Для испытаній съ нагрузкою включаются въ сѣть, если возможно, лампы накаливанія; въ противномъ случаѣ пользуются нагрузочнымъ сопротивленіемъ (см. 107).

212. **Пробное пусканіе въ ходъ.** Первое пробное пусканіе въ ходъ производится втеченіе многихъ часовъ, всего лучше днемъ. При этомъ испытывается нагрѣваніе всѣхъ мѣстъ соединеній у машинъ и между проводами, а также главнѣйшихъ выключателей и предохранителей. Кромѣ того наблюдаютъ за нагрѣваніемъ подушекъ у машины. Производится правильное натяженіе ремней и канатовъ. Нормальное пусканіе установки въ ходъ можетъ быть начато лишь послѣ того, какъ она безостановочно проработала втеченіе надлежащаго времени, для большихъ установокъ втеченіе нѣсколькихъ дней.

213. **Сдача исполненной установки.** Послѣ того какъ правильное устройство установки вышеописаннымъ образомъ доказано, заказчику или его представителю объясняется въ подробностяхъ обращеніе съ выключателями и предохранителями, насколько это не было сдѣлано при пробномъ пусканіи въ ходъ. Относительно обращенія съ машиною и приборами даются подробныя указанія машинисту, который будетъ завѣдывать дѣйствіемъ установки, по правиламъ, обыкновенно печатнымъ, которыя и прибываются потомъ въ машинномъ помещеніи въ удобномъ мѣстѣ.

Какъ въ случаѣ установки на центральной станціи, токъ и сѣти слѣдуетъ вручить схему включеній, соответствующую тому — что дѣйствительно выполнено. На схемѣ сѣти особенно ясно должны быть изображены магистрали, и развѣтвленія тока съ принадлежащими къ нимъ предохранителями и выключателями.

Въ исправной сдачѣ заказа установщикъ беретъ расписку съ заказчика или его представителя. Наконецъ, упаковываются и отсылаются обратно оставшіеся послѣ работы приборы и матерьялы.

214. **Ящикъ для монтера съ инструментами и матерьялами.** Установщику слѣдуетъ составить себѣ списокъ всѣхъ необходимыхъ въ его работѣ инструментовъ и принадлежностей и принять за правило, отправляясь въ путь, всегда дѣлать полный осмотръ содержимаго своего ящика.

Вотъ списокъ предметовъ, которые вообще говоря должны находиться въ инструментальномъ ящикѣ:

- | | |
|---|--|
| <p>1 Полный полиспасть, состоящій изъ двухъ желѣзныхъ блоковъ діаметромъ въ 5 см. съ тремя шкивами каждый и двухъ лапокъ, для проводовъ до 35 кв. мм. сѣченіемъ,
 1 канатъ пеньковый 25 м. длины и 8 мм. діаметромъ,
 2 цѣпныхъ клещей средней величины для проводовъ до 70 кв. мм. сѣченіемъ,
 2 цѣпныхъ клещей большого размѣра для проводовъ до 120 кв. мм. сѣченіемъ,
 1 запасный канатъ 25 м. длиною и 8 мм. діаметромъ,
 1 деревянный молотокъ вѣсомъ 1,5 кгр., съ рукояткой,
 1 молотокъ для заклепокъ 1 кгр. вѣсомъ, съ рукояткой,
 1 молотокъ для заклепокъ 0,5 кгр. вѣсомъ, съ рукояткой,
 1 молотокъ для заклепокъ 0,15 кгр. вѣсомъ, съ рукояткой,
 1 патентованный деревянный молотокъ съ рукояткой,
 2 запасныхъ насадки для него,
 1 мѣдный молотокъ, вѣсомъ 3 кгр., съ рукояткой,
 4 паяльника съ рукояткой и черенкомъ, вѣсомъ 1,5 кгр., 1,0 кгр., 0,5 кгр. и 0,25 кгр.,
 паяльное олово,
 паяльныя средства,
 3 куска нашатыря,
 3 стеки 30, 40 и 50 см. длиною,
 1 зубило, 25 см. длиною,
 1 крейцмейсель, (долотчатое сверло), 20 см. длиною,
 2 крестовыхъ и трубчатыхъ пробойника 1" діаметромъ, въ 30 и 50 см. длиною,
 2 крестовыхъ и трубчатыхъ пробойника $\frac{3}{4}$" поперечникомъ, 30 и 50 см. длиною,</p> | <p>3 крестовыхъ и трубчатыхъ пробойника въ $\frac{1}{4}$", $\frac{3}{8}$", $\frac{1}{2}$" діаметромъ, 25 см. длиною,
 1 дриль желѣзный,
 8 желонокъ поперечникомъ въ 7, 10, 13, 16, 20, 25, 30 и 34 мм.,
 8 американскихъ коловоротовъ съ поперечниками въ 7, 10, 13, 16, 20, 23, 26 и 30 мм.,
 Нѣсколько различной толщины американскихъ спиральныхъ буровъ для металла,
 6 различныхъ буравчиковъ,
 6 сверлъ для дерева, поперечникомъ въ 7, 10, 13, 16, 20 и 25 мм.,
 1 краускопфъ для металла, 16 мм. поперечникомъ,
 8 отвертокъ съ черенками, шириною въ 2, 4, 8, 10 и 16 мм.,
 3 перки для дрilia, малая, средняя, большая,
 2 англійскихъ гаечныхъ ключа, длиною въ 20 и 27$\frac{1}{2}$ см.,
 1 наугольникъ изъ стали, со сторонами въ 40×20 см. длиною,
 1 наугольникъ изъ стали съ пятой, со сторонами въ 31×20 см. длиною,
 1 станокъ для пилы съ двумя полотнами, 10" длиною,
 1 англ. ножовка (фуксшванць),
 1 ножовка для прорѣзнаго выпиливанія,
 6 плоскогубцевъ по одному въ 9" и 8" длиною и по 2 въ 6" и 4" длиною,
 6 круглогубцевъ по два въ 8", 6" и 4" длиною,
 1 клещи для горѣлокъ, 9" длиною,
 1 клещи, 8" длиною,
 1 пробойникъ,
 2 центровыхъ сверла,
 2 кабельныхъ мѣрителя.</p> |
|---|--|

- 4 напилка 25 см. длиною, безъ черенковъ, плоскій, круглый, полукруглый и трехгранный,
- 4 напилка мелкой насѣчки, 25 см. длиною, безъ черенковъ, плоскій, круглый, полукруглый и трехгранный,
- 3 рашпиля, 25 см. длиною, безъ черенковъ, плоскій, круглый, полукруглый,
- 1 трехгранка (для отточки зубьевъ пилы),
- 6 черенковъ для напилковъ, 5 среднихъ, 1 малый,
- 1 лигроиновая паяльная лампа въ ящикѣ, съ принадлежностями,
- 1 спиртовая лампочка для спайки тонкихъ жилокъ троса,
- 5 долбежныхъ долота съ черенками, шириною въ $\frac{1}{4}$ " , $\frac{3}{8}$ " , $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " и 1" ,
- Принадлежности для прокладки трубъ,
- 1 пружинный циркуль, 5" длиною,
- 1 кронциркуль, 5" длиною,
- 1 щетинная кисть,
- 1 щетка для рукоятокъ,
- 1 щетка для напилковъ,
- 1 желѣзный отвѣсъ, вѣсомъ въ 0,5 кгр., со шнуромъ,
- 1 измѣрительная тесьма (рулетка), 15 м. длиною,
- 1 желѣзный водяной уровень длиною 25 см., въ ящикѣ,
- 1 линейка съ дѣленіями,
- 1 калибромѣръ,
- 1 калибромѣръ для нормальныхъ проводовъ,
- 1 счетчикъ оборотовъ,
- 1 американскій коловоротъ съ большимъ нагрудникомъ,
- 1 полный газовый клуппъ въ ящикѣ, съ плашками, сверлами, мѣтчиками для винтовъ съ ходомъ въ $\frac{1}{4}$ " , $\frac{3}{8}$ " , и $\frac{1}{2}$ " ,
- 1 клуппъ Витворта съ одною парю плашекъ и полнымъ наборомъ для винтовъ ходомъ въ $\frac{1}{4}$ " , $\frac{5}{16}$ " , $\frac{3}{8}$ " , $\frac{7}{16}$ " и $\frac{1}{2}$ " ,
- 1 трещетка, 16" длиною, съ собачкою,
- 1 борвинкель,
- 1 желѣзная струбчинка въ 20 см.,
- 8 сверлъ для трещетки, діаметромъ въ $\frac{1}{4}$ " , $\frac{5}{16}$ " , $\frac{3}{8}$ " , $\frac{1}{2}$ " , $\frac{5}{8}$ " , $\frac{3}{4}$ " , $\frac{7}{8}$ " и 1" ,
- Очки изъ дымчатаго стекла для наблюденія надъ вольтовой дугой,
- 2 мѣтчика для крестовыхъ нарѣзокъ,
- Изолировочная тесьма,
- Наждачный холстъ и стеклянная бумага, мелкая и крупная,
- Ящикъ съ перевязочнымъ матерьяломъ :
- $\frac{1}{2}$ литра раствора сулемы 10% ,
- 10 гр. нашатырнаго спирта,
- 10 гр. Гофманскихъ капель,
- 50 гр. перевязочной ваты,
- 1 бинтъ, 5 м. длиною, 4 см. шириною,
- 1 бинтъ, 8 м. длиною, 8 см. шириною,
- 1 ножницы
- 1 дренажная трубка для остановки кровотока.
- Нѣмецкому установщику полагается еще имѣть „Наставленія Союза Герм. Электротехниковъ“ относительно устройства установокъ сильнаго тока вмѣстѣ съ правилами для выполненія этого устройства.

Табличка

для приблизительнаго перевода нѣкоторыхъ метрическихъ мѣръ на русскія.

Метръ (м) = 39,37 дюйма = 22,5 вершка (почти $\frac{1}{2}$ саж.).

Дециметръ (дм) = $\frac{1}{10}$ метра = прибл. 4 дюймамъ.

Сантиметръ (см) = $\frac{1}{100}$ „ = „ $\frac{2}{5}$ дюйма.

Миллиметръ (мм) = $\frac{1}{1000}$ „ = „ $\frac{2}{5}$ линіи.

Километръ (км) = 1000 метр. = 0,937 версты (почти вер.).

Граммъ (гр) (вѣсъ куб. сантиметра чистой воды при 4° Ц.) = 0,234

золотника (почти $\frac{1}{4}$ золот.) = $\frac{1}{410}$ фунта = 10 дециграммамъ = 100 сантиграммамъ = 1000 миллигр.

Килограммъ (кг) (= вѣсу куб. децим. чистой воды при 4° Ц.) = 2,442 фунта (почти $2\frac{1}{2}$ ф.).

Килограмметръ = $\frac{1}{5}$ пудофута; слѣд. лошадиная сила (15 пудофатовъ въ секунду) = 75 килограмметрамъ въ секунду.

Замѣчаніе о практическихъ электрическихъ единицахъ.

Омъ представляетъ сопротивленіе столба ртути, площадь поперечнаго сѣченія котораго равна 1 кв. мм., а длина 106 см. (при температурѣ тающаго льда).

Вольтъ прибл. равенъ напряженію (электровозбудительной силѣ, разности потенциаловъ) элемента *Даніеля* обыкновеннаго образца (а именно эл. *Даніеля* = прибл. 1,1 вольтъ); электровозбудит. сила элемента Бунзена = 1,9 вольтъ.

Токъ силою въ одинъ *амперъ* выдѣляетъ въ *секунду* изъ растворовъ серебрянныхъ солей 1,118 миллигр. серебра (что соотвѣтствуетъ 4,025 граммамъ, или прибл. 1 золотнику въ часъ), изъ растворовъ мѣдныхъ солей 0,3281 миллигр. мѣди; разлагаетъ 0,0933 миллигр. воды и т. д.