

ИНЖЕНЕРЪ  
В. А. АЛЕКСАНДРОВЪ.



Практическій  
разсчетъ  
проводовъ и станцій

постояннаго и переменнаго токовъ

— и —

составленіе чертежа  
электричesk. установокъ.

Необходимо настольное руководство для  
технич. конторъ, инженеровъ, монтеровъ,  
учащихся въ техническихъ школахъ и  
самообученія.

Со многими графинами, таблицами, планами и  
примѣрными подсчетами.

Русское Электрическое Общество  
**ВЕСТИНГАУЗЪ.**

ГЛАВНАЯ КОНТОРА и МАГАЗИНЪ:

МОСКВА, Мясницкій пр., 2; тел. 257-85.

ОТДѢЛЕНІЯ: въ С.-Петербургѣ, Варшавѣ, Екате-  
ринославѣ, Юзовкѣ и Лодзи.

Продажа со склада динамо-машинъ, моторовъ,  
всякаго рода установочнаго матеріалъ, счет-  
чиковъ сист. Вестингаузъ, вентиляторовъ, ду-  
говыхъ фонарей, экономич. лампъ накалива-  
нія сист. Вестингаузъ и пр.

**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ БРОНЗОВАЯ -АРМАТУРА.**

Кварцовыя лампы „Силина“ (дугов. лампы  
безъ углей). Ртутныя лампы сист. Купера-  
Юатта (190% экономіи).

Гг перепродавцамъ большія скидки.

Электротехническая контора

**т/д. К. Г. ЗЕЗИНА и К<sup>о</sup>.**

Милютинскій пер., д. Фалѣевыхъ. Телеф. № 145-29.

**Складъ:**

Динамо - ма-  
шинъ, элект-  
ро - моторовъ  
переменнаго  
и постоянна-  
го тока.  
Электриче-  
скаго О-ва  
„Конць“,  
въ Гамбургѣ.  
И всевозмож-  
ныхъ электри-  
ческихъ при-  
надлежностей.



**Устройства:**

Электрическаго освѣщенія и передачи силы.  
Полное оборудованіе фабрикъ и заводовъ.  
Прейсъ-курантъ по первому требованію.

Лампа накаливанія 80% экономіи.

**Цѣна книги:**

безъ перепл. 1 руб. 65 коп.  
въ перепл. 1 „ 80 „

НОВОЕ ИЗДАНИЕ

Инж. В. А. АЛЕКСАНДРОВЪ.

Москва, Тверская, Благовѣщенскій п., д. 1, кв. 17.

Для школъ

и самостоятельныхъ упражненій.

Заданія къ проектамъ

по электротехникѣ

съ большими чертежами-планами къ нимъ (фото-кальки).

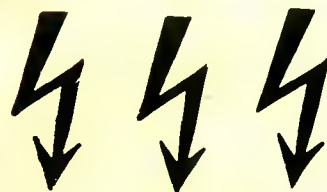
42 подробно разработанныхъ

заданія для составленія проектовъ по электротехникѣ въ учебныхъ заведеніяхъ и для самостоятельныхъ упражненій, начиная отъ самыхъ простыхъ и кончая болѣе сложными.

Цѣна заданій 2 руб.,  
чертежей 10 руб.

Для учебныхъ заведеній повторные экземпляры съ значительной уступкой, а отдѣльные чертежи по 1 к. за 10 кв. вершковъ.

ИНЖЕНЕРЪ  
В. А. АЛЕКСАНДРОВЪ.



Практическій  
разсчетъ  
проводовъ и станцій

постояннаго и переменнаго токовъ

— и —

составленіе чертежа  
электрич. установокъ.

Необходимое настольное руководство для технич. конторъ, инженеровъ, монтеровъ, учащихся въ технич. школахъ и самообученія.

Со многими примѣрами подсчетовъ и планами, взятыми изъ практики.



Въ концѣ книги и среди текста  
см. объявленія разныхъ фирмъ.

Перепечатка общія или частичная, а также переводъ на иностр. языки безъ разрѣшенія безцелобно воспрещаются.

Всѣ права удерживаются за авторомъ или лицами, коимъ они будутъ переданы.

Согласно закону о правѣ собственности  
авторовъ въ Россіи.

Настоящее руководство должно отвѣчать давно назрѣвшей и настоятельной потребности имѣть чисто практическую настольную книгу по расчету сѣтей и составленію чертежа электрическихъ установокъ.

Правильно рассчитать сѣть и удачно распределить провода на планѣ, достигнувъ тѣмъ наименьшей затраты матеріала, а слѣд. и наименьшей стоимости установки, нужно умѣть, — иначе трудно конкурировать въ цѣнѣ съ другими фирмами, могущими значительно понижать цѣны лишь только потому, что производимыя ими установки умѣло рассчитаны.

Это умѣнье дается не такъ просто и лица, смѣло берущіяся за отвѣтственное дѣло расчета сѣти или станціи, но не имѣющія достаточнаго опыта и подготовки для того, могутъ принести хозяину фирмы или себѣ лишь одни убытки.

Въ настоящее время широкаго развитія электротехники, съ подсчетомъ сѣчений приходится встрѣчаться всякому, такъ или иначе сопрягающемуся съ электротехнической практикой, вотъ почему, мнѣ думается, появленіе въ свѣтъ чисто практическаго руководства, спеціально посвященнаго данному вопросу, вполне своевременно.

Существующіе руководства и справочники по электротехникѣ, охватывая слишкомъ широкіе круги познаній, хотя и затрагиваютъ указанныя вопросы, но въ силу необходимости отводятъ имъ одну, двѣ странички и совершенно отказываются по той же причинѣ отъ поясненій теоріи числовыми примѣрами практики, безъ чего теоретическія формулы становятся уже мало жизненными и трудно усвояемыми.

Предлагаемое руководство содержитъ въ себѣ всѣ ходовые случаи расчетовъ, какъ отдѣльныхъ



проводовъ, такъ и сѣтей, начиная отъ простѣйшихъ и кончая наиболѣе сложными, вплоть до расчета сѣти небольшого уѣзднаго города и опредѣленія мощности станцій.

Широкое мѣсто отводится здѣсь расчетамъ проводовъ переменнаго тока, получившаго за послѣднее время преимущественное распространение. Особенное вниманіе обращено на эту главу еще и потому, что въ большинствѣ существующихъ руководствъ этотъ отдѣлъ былъ либо совершенно опускаемъ, либо недостаточно и малопонятно разработанъ, либо даже совершенно невѣрно изложенъ.

Значительное количество чрезвычайно подробно разобранныхъ примѣровъ, взятыхъ непосредственно изъ практики, графики и таблицы, позволяющіе во многихъ случаяхъ обходиться безъ вычисленій, и наконецъ отсутствіе сложныхъ формулъ и выводовъ даютъ возможность пользоваться настоящимъ руководствомъ самому широкому кругу лицъ, начиная отъ инженеровъ и кончая монтерами, знакомыми лишь съ элементарной математикой.

Въ основу руководства положены результаты личнаго опыта по установкамъ въ Москвѣ и провинціи и руководительству проектированіемъ въ Комисаровскомъ технич. училищѣ, а также данныя, любезно предоставленныя техническимъ бюро Всеобщей Компаніи Электричества, за время пребыванія моего въ Ригѣ и Московскимъ О-вомъ Электрич. Освѣщенія, учрежд. въ 1886 году.

*В. Александровъ.*

## Оглавленіе.

	<i>Стр.</i>
Различныя системы распредѣленія тока . . . . .	5—32
Двухпроводная система постоянн. тока . . . . .	5
Двухпроводная система переменнаго (однофазнаго) тока . . . . .	19
Трехпроводная система постояннаго тока . . . . .	21
Система трехфазнаго тока . . . . .	23
Составленіе чертежа электрич. установкн . . . . .	32—40
Распредѣленіе на планѣ проводовъ и предохранителей . . . . .	40—50
Распредѣленіе проводовъ . . . . .	40
Размѣщеніе предохранителей . . . . .	45
Расчетъ проводовъ по формуламъ . . . . .	51—69
Общія соображенія . . . . .	51
Расчетъ одиночныхъ проводовъ . . . . .	57
1. Для постояннаго тока двухпроводной системы . . . . .	57
2. Для постояннаго тока трехпроводной системы . . . . .	60
3. Для переменнаго однофазнаго тока . . . . .	61
4. Для трехфазнаго тока . . . . .	62
Расчетъ безъ вычисленій (по графикамъ и таблицамъ) . . . . .	69—94
Графики для расчета проводовъ постоянн. или переменн. однофазнаго тока . . . . .	71
Таблица расчета проводовъ по „метръ-амперамъ“ для постоянн. и переменнаго однофазнаго тока . . . . .	72
Таблица расчета проводовъ по „лампо-саженямъ“ для постоянн. или переменн. однофазн. тока . . . . .	74
Таблица расчета проводовъ 3-хъ фазн. тока по „лампо-саженямъ“ . . . . .	76
Таблица расчета проводовъ для моторовъ 3-хъ фазн. тока . . . . .	78
Графики расчета проводовъ для постоянн. и переменн. тока какъ однофазн. такъ и 3-хъ фазн. . . . .	80
Графики для опредѣленія мощности установокъ постоянн. и переменн. тока безъ вычисленій . . . . .	87

	<i>Стр.</i>
Расчет разветвленных проводов . . . . .	94—98
Расчет каждого изъ ответвлений . . . . .	94
Расчет главного провода съ ответвлениями (магистраль) . . . . .	95
Расчет домовыхъ установокъ . . . . .	98—112
Расчетъ сѣти проводовъ для питанія большихъ районовъ или городовъ . . . . .	112—119
Число питающихъ пунктовъ и разстоянiе между ними . . . . .	112
Расчетъ питающихъ проводовъ . . . . .	113
Расчетъ станцій . . . . .	120—151
Расчетъ небольшихъ станцій . . . . .	120
Расчетъ сѣти и станцій города . . . . .	137
Определенiе стоимости энергiи, вырабатываемой станцией . . . . .	152—156
Вспомогательныя таблицы для вычисленiй . . . . .	157

## Различныя системы распределенiя тока.

Въ настоящей главѣ мною даются лишь главные особенности различныхъ системъ распределенiя тока и приводится нѣсколько практическихъ примѣровъ, дающихъ возможность уяснить себѣ свойства той или другой системы или найти силу тока и мощность установки при различныхъ способахъ включенiй, что необходимо бываетъ знать при расчетѣ проводовъ (см. соотвѣт. главу). Примѣры подобраны на ходовые случаи практики.

### Двухпроводная система постоянного тона.

При двухпроводной системѣ энергiя передается по 2-мъ проводамъ, между которыми и включаютсѧ потребители энергiи.

Сила тока (J) въ главныхъ проводахъ, питающихъ двухпроводную систему постоянного тока, опредѣляется въ зависимости отъ включенiя потребителей (последовательнаго, параллельнаго и смѣшаннаго см. ниже), точно также какъ и напряженiе у зажимовъ сѣти (E).

Мощность тока (W), необходимая для питанiя установки, находится изъ произведенiя силы тока въ главныхъ проводахъ (J) на напряженiе у зажимовъ сѣти (E).

$$W = EJ \text{ ваттъ.}$$

$$\text{или } W = \frac{EJ}{100} \text{ гектоваттъ, или } W = \frac{EJ}{1000} \text{ киловаттъ;}$$

т. к. 1 гектоуаттъ = 100 уаттъ, а 1 килоуаттъ = 1000 уаттъ.

Работа тока или расходъ мощности ( $W_t$ ) за нѣкоторое время ( $t$ ), выражаемое обычно въ часахъ, равна мощности ( $W=EJ$ ) помноженной на время ( $t$ ), т. е.

$$W_t = EJt \text{ уаттчасовъ.}$$

$$\text{или } W_t = \frac{EJt}{100} \text{ гектоуаттчасовъ, или } Wt = \frac{EJt}{1000}$$

килоуаттъ часовъ.

Лошадиная сила (1 HP или 1 PS), выражающая обычно механическую мощность (напр. двигателей), соотвѣтствуетъ 736 уаттамъ.

$$1 \text{ HP} = 736 \text{ уаттъ} \quad \text{или} \quad 1 \text{ PS} = 736 \text{ уаттъ.}$$

Выключеніе потребителей въ сѣть можетъ быть осуществлено различными способами:

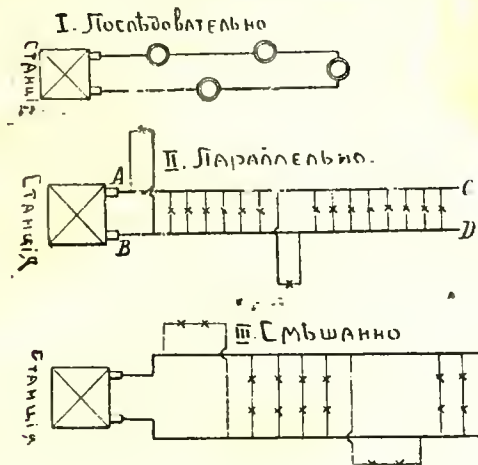
### 1. Последовательный способ выключенія.

При последовательномъ соединеніи или, какъ его называютъ, соединеніи въ рядъ, начало одного проводника, идущаго къ потребителю энергіи (напр. лампы), соединяется съ концомъ другого, начало другого съ концомъ 3-го и т. д. (см. черт. I вверху).

Примѣняется преимущественно при включеніи маловольтныхъ лампъ или дуговыхъ фонарей въ цѣпь высшаго напряженія или для освѣщенія длинныхъ путей (железно-дорожныхъ, каналовъ и пр.).

Особенности последоват. соединенія состоятъ въ томъ, что при немъ имѣется возможность примѣнять довольно тонкіе провода, т. к. сила тока ( $J$ ) по всей длинѣ провода остается та же,

что и для питанія одного потребителя ( $i$ ), напр. одной лампы или фонаря не въ зависимости отъ



Черт. 1.

того, сколько ихъ будетъ, т. е. сила тока во всей последов. цѣпи одинакова.

$$J = i_1 = i_2 = i_3 \dots$$

Напряженіе—же ( $E$ ), необходимое для питанія всей сѣти, будетъ равно суммѣ напряженій ( $e_1, e_2, e_3 \dots$ ), теряемыхъ при питаніи каждаго изъ потребителей.

$$E = e_1 + e_2 + e_3 + \dots$$

Однако при выключеніи одного потребителя, выключаются одновременно и всѣ остальные, соединенные съ нимъ последовательно, если только не принять соотвѣтствующія мѣры, чтобы разомкнутое мѣсто цѣпи было снова замкнуто при помощи напр. автоматическаго дѣйствующаго выключателя, который вводитъ сопротивленіе, поглощающее точно такой-же токъ, какой поглощала выключенный передъ этимъ потребитель.



При большомъ количествѣ выключенныхъ такимъ образомъ лампъ общій расходъ энергіи не смотря на уменьшеніе нагрузки, конечно, будетъ оставаться тотъ же, что нельзя не считать убыточнымъ.

Дальнѣйшее неудобство послѣдов. соединенія состоитъ въ томъ, что при наличности очень большого числа послѣдов. включенныхъ потребителей рабочее напряж. на центральной станціи должно быть очень высоко, а слѣд. и не безопасно при обслуживаніи.

Примѣръ 1. Какое напряженіе  $E$  и сила тока  $J$  потребуются для питанія 10 стовольтовыхъ лампъ, если для каждой сила тока требуется—въ  $\frac{1}{2}$  ампера и лампы соединены послѣдовательно?

Общее напряженіе сѣти (на станціи) будетъ;

$$E = 10 \cdot 100 = 1000 \text{ вольтъ.}$$

Сила тока для питанія 10 лампъ будетъ та же, что и для питанія одной, т.-е.

$$J = \frac{1}{2} \text{ ампера.}$$

Примѣръ 2. Въ цѣпь 220 вольтъ, требуется включить послѣдовательно двѣ лампы, берушихъ по  $\frac{1}{2}$  ампера каждая. Какихъ вольтъ должно купить лампы и какая сила тока будетъ течь въ проводѣ?

Напряженіе у зажимовъ каждой изъ двухъ лампъ, включенныхъ въ цѣпь 220 вольтъ послѣдовательно, будетъ:

$$220 : 2 = 110.$$

Сила тока въ проводѣ несмотря на то, что каждая изъ лампъ беретъ по  $\frac{1}{2}$  ампера, останется та же, что и для одной, т.-е.

$$\frac{1}{2} \text{ ампера.}$$

Примѣръ 3. Требуется включить въ цѣпь съ напряженіемъ 110 вольтъ 2 дуговыхъ фонаря, требующихъ по 40 вольтъ и 10 амперъ каждый. Для спокойнаго горѣнія фонарей должно быть послѣдовательно съ ними включено добавочное сопротивленіе. Опредѣлить силу тока въ проводахъ и величину добавочнаго сопротивленія въ омахъ.

Сила тока  $i$  во всей цѣпи будетъ одна и та же, равная числу амперъ, необходимыхъ для одного фонаря, т.-е.

$$i = 10 \text{ амперъ.}$$

Напряженіе, необходимое для питанія двухъ послѣдовательно включенныхъ фонарей, будетъ:

$$2 \cdot 40 = 80 \text{ вольтъ.}$$

Напряженіе, которое должно быть погашено (излишнее напряженіе):

$$110 - 80 = 30 \text{ вольтъ.}$$

Излишнее напряженіе можетъ быть погашено двоякимъ образомъ: во-первыхъ, въ добавочномъ сопротивленіи, о которомъ было сказано, во-вторыхъ, въ самихъ проводахъ.

Принимая, что въ самихъ проводахъ потеряется 10 вольтъ.

Тогда придется погасить въ добавочномъ сопротивленіи

$$e = 30 - 10 = 20 \text{ вольтъ.}$$

Величина добавочнаго сопротивленія  $r$  будетъ найдена изъ формулы закона Ома  $i = e : r$ , откуда:

$$r = \frac{e}{i},$$

гдѣ  $i$  сила тока въ цѣпи = 10 амперъ, а  $e$  потеря напряж. въ проводахъ = 10 вольтъ.

Слѣдовательно:

$$r = \frac{20}{10} = 2 \text{ ома.}$$

Примѣръ 4. Во что обойдется горѣніе пары дуговыхъ фонарей у подѣзда синематографа, включенныхъ другъ съ другомъ послѣдовательно въ цѣпь съ напряженіемъ  $E$  въ 110 вольтъ за время съ 6 час. вечера до 11 ч. ночи, при силѣ тока  $i$  на фонарь въ 8 амперъ и тарифѣ 2,5 коп. за гектоуаттчасъ.

Сила тока  $J$  въ цѣпи та же, что и на одной фонарь:

$$J = i = 8 \text{ амперъ.}$$

Мощность тока  $W$ , необходимая для питанія фонарей (см. формулу на стр. 5):

$$W = EJ = 110 \cdot 8 = 880 \text{ уаттъ.}$$

Работа тока  $W_t$ , необходимая для питанія фонарей (см. формулу на стр. 6):

$$W_t = W \cdot t = 880 \cdot 5 = 4400 \text{ уаттчаса,}$$

$$\text{или } W_t = \frac{4400}{110} = 44 \text{ гектоуаттчаса.}$$

Стоимость горѣнія  $A$  при цѣнѣ 2,5 коп. за гектоуаттчасъ.

$$A = 44 \cdot 2,5 = 1 \text{ р. } 10 \text{ к.}$$

## 2. Параллельный способ включения.

При параллельном соединении потребители энергии (лампы, моторы и пр.) одним своим концом присоединяются къ первому проводу системы, другим концом ко второму (см. чер. 1 средину).

Примѣненіе — преимущественное.

Особенности системы — независимость питания потребителей (лампъ, моторовъ и пр.), благодаря чему каждый изъ нихъ можетъ быть выключенъ изъ сѣти, не нарушая цѣльности ея, (напр. при выключеніи одной изъ лампъ — остальные продолжаютъ горѣть).

При этомъ напряжение у зажимовъ сѣти (E) и у каждаго изъ включенныхъ потребителей (e) будетъ одно и то же (если пренебречь сопротивленіемъ подводившихъ токъ проводовъ).

$$E = e$$

Но сила тока (J), необходимая для питания всѣхъ потребителей, не будетъ одинакова по всей сѣти, а по мѣрѣ увеличенія нагрузки увеличивается и равна суммѣ силъ токовъ, потребныхъ для питания каждаго изъ нихъ ( $i_1, i_2, i_3 \dots$ )

$$J = i_1 + i_2 + i_3 + \dots$$

Примѣръ 5. Какое напряжение E и сила тока J потребуются для питания 10 стовольтовыхъ лампъ, если для каждой требуется сила тока въ  $\frac{1}{2}$  ампера и лампы соединены параллельно (сранны съ примѣромъ 1 на стр. 8).

Общее напряжение сѣти (на станціи или у зажимовъ установки) будетъ то же, что и для питания одной лампы (если пренебречь сопротивленіемъ подводившихъ токъ проводовъ), т.-е.

$$E = 100 \text{ вольтъ.}$$

Сила тока для питания 10 лампъ по  $\frac{1}{2}$  ампера будетъ въ 10 разъ большая, чѣмъ для одной лампы. т.-е.

$$J = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5 \text{ амперъ.}$$

Примѣръ 6. Въ сѣть съ напряженіемъ въ 120 вольтъ включены параллельно моторъ въ 5 лощ. силъ и 100 лампъ накалывапія 16-ти свѣчныхъ, требующихъ каждая на свѣчу по 3,5 уатта (обычная форма для лампъ съ угольной нитью, см. тамъ же, стр. 43), и 20 лампъ 100-свѣчныхъ, требующихъ по 1 уатту на свѣчу (съ металлич. нитью). Определить силу тока, необходимую для питания всей установки и напряженіе, на которое должны быть взяты моторъ и лампы.

Если не принимать во вниманіе паденія напряженія въ подводившихъ токъ проводахъ, то напряженіе какъ у мотора, такъ и у лампъ, будетъ то же, что и въ сѣти, т.-е.

$$E = 120 \text{ вольтъ.}$$

Силу тока J въ данномъ случаѣ можно будетъ определить изъ выраженія мощности тока (стр. 5), согласно которому:

$$J = \frac{W}{E},$$

гдѣ W мощность, потребляемая лампами и моторами въ уаттахъ, а E, по предыдущему, напряженіе у зажимовъ.

Тогда:

Мощность тока, идущая на одну 16-тисвѣчную лампу съ угольною нитью, при условіи затраты мощности по 3,5 уатта на свѣчу, будетъ:

$$16 \cdot 3,5 = 56 \text{ уаттъ,}$$

а на 100 штукъ тѣхъ же лампъ мощность будетъ въ 100 разъ больше, т.-е.

$$100 \cdot 56 = 5600 \text{ уаттъ.}$$

Мощность тока, идущая на одну стовольтовую лампу съ металлическою нитью, при условіи затраты мощности по 1 уатту на свѣчу, будетъ:

$$100 \cdot 1 = 100 \text{ уаттъ,}$$

а на 20 штукъ тѣхъ же лампъ мощность будетъ въ 20 разъ больше, т.-е.

$$20 \cdot 100 = 2000 \text{ уаттъ.}$$

Общая мощность, идущая и на тѣ и на другія лампы будетъ:

$$W_1 = 5600 + 2000 = 7600 \text{ уаттъ.}$$

Сила тока J, необходимая для питания всѣхъ лампъ, согласно предыдущей формулѣ:

$$J_1 = \frac{W_1}{E} = \frac{7600}{120} = \text{около } 63 \text{ амперъ.}$$

Мощность, получаемая от мотора въ 5 лощ. силъ будетъ такъ какъ каждая сила соответствуетъ 736 уаттъ,

$$5 \cdot 736 = 3680 \text{ уаттъ.}$$

Мощность, сообщаемая мотору токомъ, будетъ больше, такъ какъ внутри его происходятъ различныя потери. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія  $K$ , который согласно прейскуранту для этого мотора  $= 0,85$ , характеризуетъ величину этихъ потерь, показывая, что мы отъ него получили всего лишь 85% энергii, которую ему сообщили, остальная же часть, а именно — 15% теряется въ немъ самомъ.

Для того, чтобы найти сколько намъ нужно сообщить энергii мотору, чтобы получить отъ него 3680 уаттъ, зная, что 15% сообщенной энергii въ немъ потеряется, должно ту мощность, которую мы отъ него получаемъ (3680 уаттъ), раздѣлить на коэффициентъ полезнаго дѣйствія (0,85) и тогда мощность, сообщаемая мотору, будетъ:

$$W_2 = \frac{3680}{0,85} = \frac{3680 \cdot 100}{85} = \text{около } 4330 \text{ уаттъ.}$$

Сила тока  $J_2$  въ проводахъ, подводящихъ токъ къ мотору, будетъ согласно предыдущей формулѣ:

$$J_2 = \frac{W_2}{E} = \frac{4330}{120} = \text{около } 36 \text{ амперъ.}$$

Полная сила тока и на лампы и на моторъ (въ главныхъ проводахъ) будетъ:

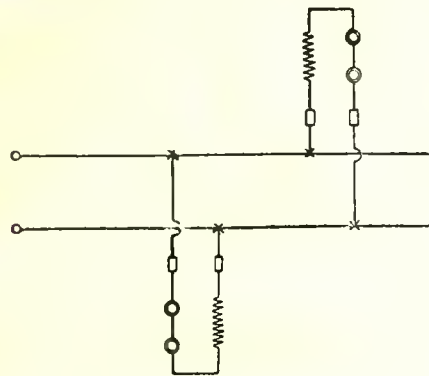
$$J = J_1 + J_2 = 63 + 36 = 99 \text{ амперъ.}$$

### 3. Смѣшанный способъ включенiя.

Смѣшанное соединенiе (чер. 1-й внизу) представляетъ собою комбинацiю двухъ предыдущихъ соединенiй, а именно: параллельное включенiе между двумя проводами группъ, состоящихъ изъ послѣдовательно соединенныхъ сопротивленiй или обратно—послѣдовательное включенiе группъ съ параллельно включенными въ нихъ сопротивленiями, почему всѣ особенности параллельнаго и послѣдовательнаго соединенiй относятся также и къ смѣшанному.

Примѣняется преимущественно при включенiи дуговыхъ фонарей (см. чер. 2 по 2—3 и

болѣе фонарей въ группѣ) или же при включенiи въ цѣпь маловольтныхъ лампъ (см. черт. 1 внизу), напр., послѣдовательно соединенныхъ по двѣ 125 вольтовыхъ лампъ въ цѣпь съ напряж. въ 250 вольтъ и т. п..



Черт. 2.

Особенность системы позволяетъ применять сравнительно высокое напряженiе и употреблять маловольтныя лампы, что даетъ выгоду въ сѣченiи проводовъ (провода будутъ тоньше, т. е. по нимъ будетъ идти меньшая сила тока).

Недостатокъ этой системы остается тотъ же, что и въ послѣдов. соединенiи, т. е. зависимость одного источника свѣта отъ другого (при выключенiи одного гаснутъ всѣ остальные). Однако этотъ недостатокъ не такъ ощутителенъ, какъ въ послѣдовательномъ соединенiи, гдѣ при выключенiи одного мѣста гаснетъ вся сѣть, тогда какъ здѣсь гаснетъ лишь выключенная группа.

Сила тока ( $J$ ) въ главныхъ проводахъ, питающихъ систему со смѣшанно включенными потребителями, равняется силѣ тока ( $i$ ) идущей на группу, гдѣ она одна и та же по всей длинѣ провода группы (см. послѣд. соедин.), умноженной на число параллельно включенныхъ группъ ( $n$ )

$$J = i \cdot n$$



Напряжение у зажимовъ сѣти (E) то же, что и напряжение у зажимовъ группы (e)

$$E=e$$

тогда какъ напряжение у зажимовъ группы (e) будетъ равно суммѣ напряженій ( $e_1, e_2, e_3 \dots$ ) у зажимовъ каждаго изъ включенныхъ въ группу потребителей (см. послѣдов. соед.)

$$e=e_1 + e_2 + e_3 \dots$$

Примѣръ 7. Найти силу тока  $J$  въ главныхъ проводахъ, питающаго 10 дуговыхъ фонарей, включенныхъ по 2 послѣдовательно въ сѣть, съ напряженіемъ 100 вольтъ и требующихъ по 6 амперъ каждый (см. также примѣръ 3 на стр. 8).

Сила тока въ каждой группѣ, состоящей изъ двухъ послѣдовательно соединенныхъ фонарей, будетъ та же, что и для одного фонаря (см. стр. 7 и 13).

т.-е. 6 амперъ.

Сила тока на всѣ фонари будетъ во столько разъ больше, чѣмъ на одну группу, сколько параллельно включено группъ.

Въ нашемъ случаѣ группъ 10 : 2, т.-е. 5, слѣдовательно полная сила тока:

$$J = 5.6 = 30 \text{ амперъ.}$$

При послѣдовательномъ соединеніи тѣхъ же фонарей въ одну цѣпь—сила тока была бы такая же, какъ и для 1 фонаря, т.-е.

10 амперъ.

При параллельномъ же включеніи каждаго фонаря (по 10 группамъ) сила тока оказалась бы:

$$10.6 = 60 \text{ амперъ.}$$

Примѣръ 8. Имѣется установка, состоящая изъ 200 лампъ накаливалія, требующихъ по  $1/2$  ампера каждая, включенныхъ параллельно. Напряжение у зажимовъ установки  $E_2 = 110$  вольтъ. Сопротивленіе  $r$  подводящихъ токъ проводовъ (отъ станціи до установки) 0,1 ома. Какая сила тока потребуетъ на всю установку и какое напряжение  $E_2$  должно держать на станціи, чтобы у зажимовъ установки было не менѣе 110 вольтъ.

Въ указанномъ примѣрѣ, помѣщенномъ въ главѣ смѣ-

маннаго соединенія, на первый взглядъ, не имѣется никакихъ признаковъ послѣдняго, такъ какъ ясно сказано, что лампы соединены параллельно. Однако, не надо забывать, что подводящіе токъ главные провода (отъ станціи до установки), очевидно довольно длинны, такъ какъ указано ихъ сопротивленіе (0,1 ома) и, такъ какъ они включены въ цѣпь послѣдовательно, а лампы параллельно, то такое соединеніе можно назвать смѣшаннымъ.

Сила тока, необходимая для питанія 200 лампъ по  $1/2$  ампера каждая, параллельно соединенныхъ другъ съ другомъ, согласно предыдущему (стр. 10), будетъ:

$$220.1/2 = 100 \text{ амперъ.}$$

Сила тока въ главныхъ проводахъ, такъ какъ они включены въ сѣть послѣдовательно, остается та же, что и для лампъ (см. послѣдов. соед. стр. 7), т.-е.

$$J = 100 \text{ амперъ.}$$

Напряжение  $e$ , теряемое токомъ при прохожденіи по проводамъ, сопротивленіе которыхъ  $r = 0,1$  ома, найдется изъ формулы закона Ома  $J = e : r$ , откуда

$$e = Jr \text{ вольтъ или } e = 100.0,1 = 10 \text{ вольтъ.}$$

Напряжение, которое долженъ держать машинистъ на станціи ( $E_2$ ) должно быть больше, чѣмъ у зажимовъ установки ( $E_1 = 110$  в.), на найденную величину потери въ проводахъ ( $e = 10$  вольтъ), т.-е.  $E_2 = E_1 + e$  или  $E_2 = 110 + 10 = 120$  вольтъ.

Если сопротивленіе проводовъ  $r$  заранѣе неизвѣстно, то его можно опредѣлить зная длину провода  $L$  въ метрахъ (въ тотъ и другой конецъ), поперечное сѣченіе его  $q$  въ кв. мм. и удѣльное сопротивленіе матеріала его (для мѣди оно равно  $1/57$ ) изъ слѣд. формулы

$$r = \frac{L}{57q} \text{ при длинѣ } L \text{ выражен. въ метрахъ или}$$

$$r = \frac{L}{27q} \text{ при длинѣ } L \text{ выражен. въ саженьяхъ.}$$

Примѣръ 9. Узнать сопротивленіе провода съ поперечнымъ сѣченіемъ  $q = 10$  кв. мм., при длинѣ  $L$  въ оба конца 114 метровъ.

$$r = \frac{114}{57.10} = 0,2 \text{ ома.}$$

**Примѣръ 10.** Что будетъ стоить дешевле — горѣвие одвѣхъ и тѣхъ же 10 лампъ, включенныхъ параллельно по одной или по двѣ послѣдовательно въ сѣть, если каждая изъ нихъ требуетъ для своего нормальнаго горѣнія 120 вольтъ и  $1/2$  амп. Время горѣнія 1 часъ. Тарифъ 2,5 коп. за гектоуаттчасъ.

**1 случай:** включеніе лампъ параллельное по одной.

Напряженіе у зажимовъ сѣти ( $E_1$ ) будетъ то же, что и у каждой лампы ( $e$ ), т.-е.

$$E_1 = e = 120 \text{ вольтъ.}$$

Сила тока ( $J_1$ ) на всѣ 10 лампъ при силѣ тока на каждую въ  $1/2$  амп.

$$J_1 = 10 \cdot 1/2 = 5 \text{ амп.}$$

Мощность тока ( $W_1$ ) для питания 10 лампъ:

$$W_1 = E_1 J_1 = 120 \cdot 5 = 600 \text{ уаттъ} = 6 \text{ гектоуаттъ.}$$

Работа тока ( $Wt$ ) на тѣ же лампы за 1 часъ ( $t = 1$ ):

$$Wt = W_1 t = 6 \cdot 1 = 6 \text{ гектоуаттчасовъ.}$$

Стоимость горѣнія ( $A_1$ ) за 1 часъ при тарифѣ 2,5 коп. за 1 гектоуаттчасъ.

$$A_1 = 6 \cdot 2,5 = 15 \text{ коп.}$$

**II случай:** включеніе лампъ смѣшанное, по 2 послѣдовательно въ группѣ.

Напряженіе у зажимовъ группы ( $E_2$ ) будетъ равно суммѣ напряженій, необходимыхъ для нормальнаго горѣнія каждой изъ лампъ, находящихся въ группѣ (стр. 7), т.-е.

$$E_2 = 2e = 2 \cdot 120 = 240 \text{ вольтъ.}$$

Сила тока въ группѣ та же, что и на одну лампу ( $1/2$  амп.), такъ какъ сила тока во всей цѣпи одна и та же:

$$i = 1/2 \text{ амп.}$$

Число группъ  $n$  (10 лампъ по 2 послѣдовательно):

$$n = 10 : 2 = 5.$$

Сила тока на всѣ группы (т.-е. на всѣ лампы) при силѣ тока въ группѣ въ  $1/2$  амп.

$$J_2 = 5 \cdot 1/2 = 2,5 \text{ амп.}$$

Мощность тока ( $W_2$ ) для питания всѣхъ лампъ:

$$W_2 = E_2 J_2 = 240 \cdot 2,5 = 600 \text{ уаттъ} = 6 \text{ гектоуаттъ.}$$

Работа тока ( $Wt$ ) на тѣ же лампы за 1 часъ ( $t = 1$ ):

$$Wt = W_2 t = 6 \cdot 1 = 6 \text{ гектоуаттчасовъ.}$$

Стоимость горѣнія ( $A_2$ ) въ 1 часъ при тарифѣ въ 2,5 к. за 1 гектоуаттчасъ:

$$A_2 = 6 \cdot 2,5 = 15 \text{ коп}$$

Такимъ образомъ видимъ, что мощность тока, а слѣдовательно и работа и стоимость какъ при послѣдовательномъ, такъ и при параллельномъ или-же смѣшанномъ соединеніяхъ остаются тѣ же (при одинаковыхъ условіяхъ, когда, напримѣръ какъ у насъ для нормальнаго горѣнія лампъ требовалось одно и то же напряженіе 120 вольтъ и та же сила тока  $1/2$  амп. для каждой). Въ зависимости же отъ способа включенія **повышалось** лишь напряженіе у зажимовъ сѣти (240 вольтъ вмѣсто 120, т.-е. въ два раза) и соответственно **понижалась** сила тока въ главныхъ проводахъ (2,5 ампера вмѣсто 5, т.-е. то же въ 2 раза), что въ результатѣ при перемноженіи напряженія на силу тока ( $W = E \cdot J$ ) взаимно уравновѣшивалось.

Однако, хотя выгоды въ смыслѣ стоимости горѣнія при томъ и другомъ способѣ включенія и не имѣется, но получится во второмъ случаѣ экономія на мѣди проводовъ, такъ какъ благодаря повышенному напряженію, сила тока въ нихъ стала меньше (2,5 амп. вмѣсто 5), а слѣдовательно и сѣченіе ихъ будетъ также меньше, такъ какъ сѣченіе проводовъ, какъ увидимъ ниже, зависитъ отъ силы тока, текущей въ нихъ. Конечно, въ этомъ случаѣ лучше будетъ взять лампы вмѣсто 120-вольтовыхъ 240 в. и включить ихъ параллельно (не смѣшанно), благодаря чему получится удобство включенія и выключенія ихъ.

**Примѣръ 11.** Какой мощности придется приобрести даямо и какихъ силъ двигатель для приведенія ея въ движеніе, а также во что обойдется горѣніе 100 лампъ вакаливанія, включенныхъ въ сѣть съ напряженіемъ въ 220 вольтъ по 2 послѣдовательно и 24 шт. дуговыхъ фонарей, включенныхъ въ ту же сѣть по 4 штуки послѣдовательно. Сила тока на каждую лампу  $1/2$  ампера и на каждый фонарь 10 амперъ. Время горѣнія 5 часовъ. Стоимость горѣнія (тарифъ) 1 килоуаттчаса 25 к. Напряженіе на станицѣ 230 вольтъ.

Сила тока ( $i_1$ ) на каждую группу лампъ (2 послѣдовательно) та же, что и на одну лампу т.-е.:

$$i_1 = 1/2 \text{ амп.}$$

Число группъ лампъ ( $n_1$ ) при общемъ числѣ 100 шт. и по 2 въ группѣ:

$$n_1 = 100 : 2 = 50 \text{ группъ.}$$

Сила тока на всѣ лампы ( $J_1$ ) (см. стр. 13):

$$J_1 = n_1 i_1 = 50 \cdot 1/2 = 25 \text{ амперъ.}$$

Сила тока ( $i_2$ ) на каждую группу фоварей (4 последовательно) та же, что и на 1 фоварь, т.е.

$$i_2 = 10 \text{ ам.}$$

Число групп фоварей ( $n_2$ ) при общем числе 24 шт., по 2 въ группы:

$$n_2 = 24 : 4 = 6 \text{ групп.}$$

Сила тока на всѣ фовари ( $J_2$ ) (см. стр. 13):

$$J_2 = n_2 \cdot i_2 = 6 \cdot 10 = 60 \text{ амперь.}$$

Полная сила тока ( $J$ ) и на лампы и ва фонари:

$$J = J_2 + J_1 = 25 + 60 = 85 \text{ амперь.}$$

Мощность тока ( $W$ ), питающаго всю установку (стр. 5):

$$W = 220 \cdot 85 = 18700 \text{ уаттъ.}$$

Работа тока ( $Wt$ ) за время ( $t$ ), равное 5 часамъ (см. стр. 6):

$$Wt = W \cdot t = 18700 \cdot 5 = 93500 \text{ уаттчасовъ.}$$

или:

$$Wt = 93500 : 1000 = 93,5 \text{ килоуаттчаса.}$$

Стоимость горѣнія ( $A$ ) при цѣнѣ 25 коп. за килоуатт-часъ:

$$A = 93,5 \cdot 25 = 23 \text{ р. } 38 \text{ к.}$$

Потери напряженія ( $e$ ) въ подводящихъ проводахъ (отъ станціи до установки) при напряженіи на станціи 230 в., а у зажимовъ установки 220 вольтъ:

$$e = 230 - 220 = 10 \text{ вольтъ.}$$

Потеря мощности ( $W$ ) въ подводящихъ проводахъ при полной силѣ тока, идущей по нимъ ( $J$ ), равной 85 амперь

$$w = eJ = 10 \cdot 85 = 850 \text{ уаттъ.}$$

Мощность, развиваемая динамо-машинной (для питания установки  $W = 18700$  уаттъ и ва потерю въ проводахъ  $w = 850$  уаттъ):

$$18700 + 850 = 19550 \text{ уаттъ.}$$

Мощность, развиваемая двигателемъ, приводящимъ въ движеніе динамо-машину, будетъ больше, такъ какъ въ самой динамо-машинѣ существуютъ потери, оцѣниваемыя ея коэффициентомъ полезнаго дѣйствія въ 85% (для даннаго типа по преискуранту), согласно чему въ самой машинѣ терлется 15% сообщаемой ей эвергн и на эту величину мощность двигателя должна быть взята больше (см. стр. 12).

Мощность двигателя =  $\frac{19550}{0,85} = \frac{19550 \cdot 100}{85} = 23000$  уаттъ.

или, такъ какъ 1 лоша. сила соотв. 736 уаттъ, то:

$$\text{Мощность двигателя} = \frac{23000}{736} = 31,2 \text{ лш. силы.}$$

Ближайшій двигатель по преис-курапту 35 лш. силъ.

## Двухпроводная система переменнаго однофазнаго тока.

Эта система въ общемъ ничѣмъ не отличается отъ такой же системы тока постояннаго (тѣ-же способы включеній), съ тою только разницею, что опредѣленіе силы тока въ проводахъ при, такъ называемой, нагрузкѣ индуктивной (моторы, трансформаторы и пр.) имѣетъ нѣкоторыя особен-ности.

При нагрузкѣ неиндуктивной (лампы и пр.) все сказанное по отношенію къ двухпроводной системѣ постояннаго тока относится и сюда (см. текстъ и примѣры на стр. 5—18) и потому не подлежитъ рассмотрѣнію.

При нагрузкѣ индуктивной (моторы, трансформаторы и пр.) благодаря самоиндукціи, создаваемой при перемен. токѣ спиралеобразными обмотками машинъ, получается какъ бы увеличеніе сопротивленія цѣпи (кажущееся сопротивление), требующее большей силы тока.

Самоиндукція моторовъ и др. машинъ зависитъ отъ ихъ величины и конструкціи и обычно характеризуется заводами въ ихъ преискурантахъ, для каждаго типа машинъ въ отдѣльности.

Величина характеризующая самоиндукцію назыв. коэффициентомъ мощности  $m$  или косинусомъ  $\varphi$  ( $\text{Cos } \varphi$ ).

Среднія значенія  $\text{Cos } \varphi$  при полной нагрузкѣ моторовъ:

Число силъ мотора.		$\text{Cos } \varphi$
Отъ	0,25 — 1,5 л. с.	0,6
До	3 »	0,77
»	5 »	0,8
Свыше	5 »	0,85



См. также преискуранные данныя въ концѣ книги.

Мощность ( $W$ ) переменнаго (однофазнаго) тока при нагрузкѣ индуктивной получается изъ выраженія мощности для нагрузки неиндуктивной (какъ и для постояннаго тока стр. 5) путемъ умноженія ея на коэффициентъ мощности  $m$  или  $\cos \varphi$  т. е.

$$W = EJm \quad \text{или} \quad W = EJ \cos \varphi$$

Сила тока въ проводахъ при нагрузкѣ индуктивной находится изъ предыдущей формулы мощности, откуда.

$$J = \frac{W}{Em} \quad \text{или} \quad J = \frac{W}{E \cos \varphi}, \quad \text{гдѣ}$$

$m$  или  $\cos \varphi$  одно и то же, т. е. коэффициентъ мощности, находимый въ преискурантахъ (см. стр. 19.)

$E$  напряженіе у зажимовъ нагрузки (мотора трансформатора и пр.).

$W$  мощность тока, сообщаемая мотору, трансформатору и пр.

**Примѣръ 12.** Найти силу тока, питающаго моторъ въ  $1/2$  лощ. силъ съ коэф. полезнаго дѣйствія 0,75, при напряженіи 120 вольтъ и коэффициентѣ мощности  $m$  или  $\cos \varphi = 0,6$ .

Очень часто въ преискураптахъ сила тока, идущая въ проводѣ для питанія мотора, уже указывается, почему, конечно, ее не приходится вычислять (см. напр. въ концѣ книги):

Мощность, получаемая отъ мотора въ уаттахъ (см. стр. 6)

$$1/2 \cdot 736 = 368 \text{ уаттъ.}$$

Мощность, которую должно сообщить мотору (имѣя въ виду потери внутри его, характеризуемыя коэф. полезн. дѣйствія = 0,75):

$$\frac{368}{0,75} = \frac{368 \cdot 100}{75} = \text{около } 490 \text{ уаттъ.}$$

Сила тока въ проводахъ, согласно предыдущей фор-

мулѣ, при коэф. мощн.  $m = 0,6$  и напряж.  $E = 120$  в.:

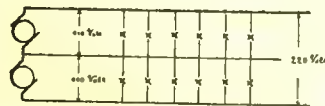
$$J = \frac{W}{Em} = \frac{490}{120 \cdot 0,6} = \frac{490 \cdot 10}{120 \cdot 6} = 6,8 \text{ амперь.}$$

### Трехпроводная система постояннаго тока.

Трехпроводная система постояннаго тока состоитъ изъ 3-хъ проводовъ, причемъ между крайними проводами напряженіе въ 2 раза больше, чѣмъ между каждымъ крайнимъ и среднимъ.

Примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ выгадать на сѣченіи проводовъ (при питаніи сравнительно большихъ районовъ) благодаря повышенному (двойному) напряженію между крайними проводами. Помимо того высокое напряженіе (непосредственно отъ крайнихъ проводовъ) очень удобно употреблять для питанія трамваевъ и моторовъ (напр. 500 вольтъ), а напряженіемъ между крайними проводами и среднимъ (напр. 250 в.), пользоваться для лампъ накаливанія и друг. цѣлей. Особенности.

Для питанія сѣти употребляютъ либо 2 машины (чер. 3), соединенныя послѣдовательно, либо одну на вдвое большее напряженіе.



Черт. 3.

Нагруженіе обѣихъ половинъ сѣти должно быть по возможности одинаковое. Для автоматич. регулированія напряженія въ обѣихъ половинахъ сѣти употребляются либо двѣ особыя дополнит. машины, либо батарея аккумуляторовъ, (буферная батарея), либо особыя дѣлители напряженія (напр., Доливо-Добровольскаго).

Сила тока в крайних проводах находится обычным путем по общему числу ламп (для той и другой половины), и силѣ тока для питающа моторовъ, если таковыя также включены въ сѣть.

По среднему проводу или какъ его называютъ нулевому, теоретически говоря, не должно идти тока, если только объ половины сѣти нагружены равномерно. Однако полагаютъ, что наибольшая сила тока, которая когда либо пойдетъ по среднему проводу во всякомъ случаѣ не будетъ больше  $\frac{1}{2}$  главного тока, почему этотъ проводъ на эту силу тока и рассчитываютъ.

Примѣръ 13. Между крайними и среднимъ проводами трехпроводной системы включено 500 ламп накаливанія (по 250 лампъ съ каждой стороны), берущихъ по 0,2 ампера каждая, а между крайними проводами 5 моторовъ, потребляющихъ каждый по 8 килоуаттъ. Найти силу тока въ крайнихъ и среднемъ проводахъ, а также напряженіе, на которое должны быть приобретены лампы и моторы, если напряженіе на стациіи 600 вольтъ, а потеря напряженія въ главныхъ проводахъ (отъ стациіи до установки) 10%.

Потеря напряженія въ проводахъ въ вольтахъ, (нмѣя въ виду, что она равна 10% отъ 600 в.) будетъ:

$$600 \cdot 0,1 = 60 \text{ вольтъ.}$$

Напряженіе у зажимовъ установки между крайними проводами (то же что и у зажимовъ моторовъ):

$$600 - 60 = 540 \text{ вольтъ.}$$

Напряженіе между каждымъ крайнимъ и среднимъ проводомъ (то же, что у зажимовъ лампъ):

$$\frac{540}{2} = 270 \text{ вольтъ.}$$

Сила тока во всѣхъ 500 лампъ, включенныя параллельно между крайнимъ и среднимъ проводами, т. к. это соединеніе подобно тому какъ будто бы эти лампы были включены между крайними проводами по 2 послѣдовательно въ группу и затѣмъ уже эти группы включены параллельно (см. смѣшанное включеніе), будетъ равно числу группъ

$$\frac{500}{2} = 250,$$

умноженному на силу тока въ группѣ, которая будетъ та же что и на одну лампу, т. к. лампы въ группѣ соединены, послѣдовательно, т. е. 0,2 ампера:

$$J_1 = 250 \cdot 0,2 = 50 \text{ амперъ.}$$

Сила тока на 1 моторъ будетъ найдена изъ формулы стр. 5, откуда

$$i = \frac{W}{E}, \text{ гдѣ}$$

W мощность, потребляемая моторомъ, равна 8 килоуаттъ или  $8 \cdot 1000 = 8000$  уаттъ.

E напряженіе у зажимовъ мотора = 540 вольтъ.

$$\text{Слѣд. } i = \frac{8000}{540} = \text{около } 15 \text{ амперъ.}$$

Сила тока на 5 моторовъ будетъ въ 5 разъ больше, т. е.

$$J_2 = 15 \cdot 5 = 75 \text{ амперъ.}$$

Полная сила тока въ крайнихъ проводахъ (и на моторы и на лампы):

$$J = J_1 + J_2 \text{ или } J = 50 + 75 = 125 \text{ амперъ.}$$

Сила тока въ среднемъ проводѣ

$$J_0 = 125 : 2 = 62,5 \text{ амперъ.}$$

### Система 3-хъ фазнаго тока.

Эта система подобно тому какъ и трехпроводная система постоянного тока (стр. 21) состоитъ изъ 3-хъ проводовъ, но по нимъ течетъ переменный токъ и напряженіе между каждою парю проводовъ (1—2, 1—3, 2—3) одинаково.

Примѣняется при раздачѣ энергіи (особенно при высокомъ напряженіи) въ значительныхъ районахъ (большіе города, заводы и проч.).

Особенность системы заключается въ томъ, что потребители (напр. лампы) въ нее могутъ быть включены 2-мя различными способами: „звѣздочкой“ (чер. 4 и 5) или „треугольникомъ“ (чер. 6).

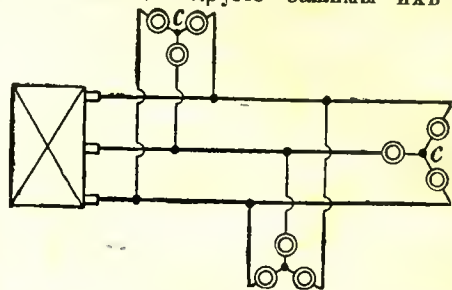
Распределеніе нагрузки между каждою парю проводовъ или, какъ говорятъ, между каж-



дою фазою должно быть по возможности равномерно.

Включение звездю можетъ быть либо съ уравнивательнымъ проводомъ, либо безъ него.

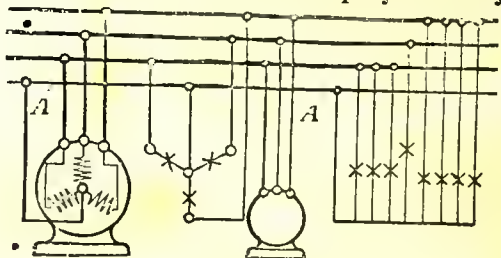
На чер. 4 указано включение лампъ безъ уравнив. провода, гдѣ лампы каждой группы присоединяются къ главнымъ проводамъ однимъ изъ своихъ зажимовъ, а другіе зажимы ихъ соеди-



Черт. 4.

няются всѣ въ одной точкѣ, называемой нулевой или нейтральной.

Подобное включение имѣетъ тотъ недостатокъ, что при немъ получается зависимость горѣнія лампъ, такъ какъ онѣ могутъ быть включаемы и выключаемы изъ сѣти лишь сразу по 3 штуки.



Черт. 5.

Включение лампъ звездю съ уравнивательнымъ проводомъ указано на чер. 5, гдѣ точка соединения вторыхъ зажимовъ лампъ предыдущаго случая (нулевая или нейтральная точка) преобра-

зована въ общій проводъ (4-й по счету) называемый нейтральнымъ, нулевымъ или уравнивательнымъ. Въ остальномъ система остается той же.

Благодаря тому, что имѣется общій нейтральный проводъ, получается возможность независимо включать и выключать лампы и, кромѣ того, подобная система допускаетъ возможность неравномернаго нагруженія фазъ (чего не допускали предыдущіе способы). Однако это удобство получается за счетъ прибавленія 4 го провода, удорожающаго стоимость проводки.

Главное напряжение  $E$  у зажимовъ сѣти (между каждою парою проводовъ) при включеніи звездю въ 1,73 раза больше фазоваго напряжения  $e$  (которое имѣется у зажимовъ лампъ, т. е. между каждымъ изъ проводовъ и нулевымъ проводомъ или нулевой точкой системы).

$$E = 1,73e$$

Но главная сила тока  $J$ , т. е. сила тока въ каждомъ изъ 3-хъ проводовъ равна силѣ тока  $i$ , идущей на одну изъ фазъ (фазовой силѣ тока, т. е. силѣ тока идущей напр. на лампы, включенныя между однимъ какимъ либо изъ главныхъ проводовъ и нулевымъ проводомъ или точкой).

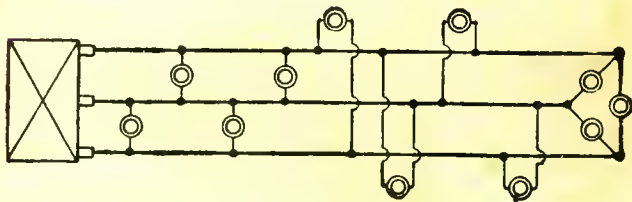
$$J = i$$

Сила тока въ уравнивательномъ или нулевомъ проводѣ при равномерной нагрузкѣ фазъ—отсутствуетъ, при расчетахъ же, имѣя въ виду неравномерное нагруженіе, берется равной  $\frac{1}{2}$  главной.

Включение треугольникомъ указано на черт. 6, гдѣ лампы присоединены къ каждой изъ фазъ сѣти. т. е. между каждою парою проводовъ. На правомъ концѣ чертежа видно, что при включеніи лампъ по данному способу образуется треугольникъ.



Включение ламп треугольником имѣетъ преимущественное употребленіе, такъ какъ каждая изъ лампъ можетъ быть выключаема и включаема независимо.



Черт. 6.

При включеніи лампъ треугольникомъ: главное напряженіе  $E$ , т.-е. напряженіе у зажимовъ сѣти (между каждою парю проводовъ) равно напряженію  $e$  у зажимовъ каждой изъ лампъ (или, какъ говорятъ, фазовому напряженію)

$$E = e$$

По главная сила тока  $J$ , т.-е. сила тока въ каждомъ изъ трехъ главныхъ проводовъ, не равна суммѣ силъ токовъ, идущихъ на всѣ лампы (на I, II и III фазы), а меньше ея и, именно, равна силѣ тока  $i$  идущей на одну изъ группъ или, какъ говорятъ, фазу (I, II или III) умноженной на 1,73, т.-е.

$$J = 1,73 i$$

При этомъ нагрузка фазъ предполагается равномерная (т.-е. число лампъ между каждою парю проводовъ одинаковое).

Мощность  $W$  всей цѣпи трехфазнаго тока, не въ зависимости отъ того, какъ включены потребители, звѣздой или треугольникомъ, не будетъ, какъ для постояннаго тока, составлять произведеніе напряженія  $E$  на силу тока  $J$ , а приметъ видъ:

При неиндуктивн. нагрузкѣ (лампы и пр.)

$$W = 1,73 E \cdot J$$

При индуктивной нагрузкѣ (моторы, трансформаторы и пр.) въ выраженіе мощности долженъ быть введенъ такъ называемый коэффиц. мощности  $m$  или какъ его называютъ косинусъ  $\phi$  ( $\cos \phi$ ), различный для различныхъ моторовъ (см. стр. 19) и тогда

$$W = 1,73 E \cdot J m \quad \text{или, что тоже,} \quad W = 1,73 E \cdot J \cos \phi$$

Изъ выраженной мощности можно также найти силу тока  $J$ , которая будетъ равна: при неиндукт. нагрузкѣ

$$J = \frac{W}{1,73 E}$$

при индуктивной нагрузкѣ

$$J = \frac{W}{1,73 E m}$$

Если рассматриваютъ лишь одну фазу трехфазнаго тока (т.-е. лампы, включенныя лишь между какими-либо двумя проводами), то къ ней, конечно, относится все то, что было сказано о двухпроводной системѣ переменнаго тока.

Примѣръ 12. Определить силу тока, текущаго по каждому изъ главныхъ проводовъ трехфазнаго тока, если напряженіе между проводами  $E = 120$  вольтъ, а общее количество включенныхъ треугольникомъ лампъ 60, берущихъ по  $\frac{1}{2}$  ампера каждая. Кромѣ того определить стоимость горѣнія этихъ лампъ въ теченіи 6 часовъ при цѣнѣ въ 2,5 коп. за гектоуаттчасъ.

Такъ какъ каждая лампа требуетъ для своего горѣнія  $\frac{1}{2}$  амп. и 120 вольтъ, то мощность, поглощаемая одной лампой, будетъ

$$120 \cdot \frac{1}{2} = 60 \text{ уаттъ.}$$

Но такъ какъ всего лампъ у насъ имѣется 60, то полная мощность установки будетъ

$$W = 60 \cdot 60 = 3600 \text{ уаттъ или } 36 \text{ гектоуаттъ.}$$

Та же мощность установки согласно формулѣ на 27 стр. можетъ быть выражена такъ:

$$W = 1,73 EJ.$$

Въ этомъ равенствѣ  $E$  и  $W$  уже намъ извѣстны ( $E = 120$  в.  $W = 3600$  уаттъ), слѣд. изъ него можно выйти интересующую насъ силу тока  $J$  (стр. 27).

$$J = \frac{W}{1,73 \cdot 120} = \frac{3600 \cdot 100}{173 \cdot 120} = 17,3 \text{ ампера}$$

Стоимость горѣнія ( $\Lambda$ ) лампъ за 6 часовъ будетъ равна произведенію мощности въ гектоуаттахъ ( $W = 36$  гектоуаттъ) на время въ часахъ ( $t = 6$  ч.) и на цѣну за гектоуаттчасъ ( $a = 2,5$  к.), т. е.

$$\Lambda = W \cdot t \cdot a = 36 \cdot 6 \cdot 2,5 = 5 \text{ р. } 40 \text{ коп.}$$

**Примѣръ 13.** Въ цѣпъ трехфазнаго тока включить моторъ въ 10 лошадиныхъ силъ, имѣющей согласно даннымъ прейсъ-куранта коэфф. полезнаго дѣйствія  $k = 0,9$  (т. е. 0,1 или 10% энергии доставляемой мотору тернется въ немъ самомъ на преодоленіе различн. сопротивл.) и коэф. мощности  $\cos \varphi$  или  $m = 0,85$ . Определить силу тока въ главныхъ проводахъ, и стоимость работы за 11 часовъ, а также стоим. силы—часъ, если напряженіе  $E$  у зажимовъ мотора 120 вольтъ, а цѣна 1 килоуаттчаса 12 коп.

Мощность, получаемая отъ мотора (если 1 лошад. сила соотвѣтствуетъ 736 уаттъ) будетъ

$$10 \cdot 736 = 7360 \text{ уаттъ.}$$

Мощность, сообщаемая мотору, должна быть больше во величину потерь въ немъ, что характеризуется коэф. полезн. дѣйствія  $k = 0,9$  и будетъ равна

$$\frac{7360}{0,9} = \frac{7360 \cdot 10}{9} = \text{около } 8178 \text{ уаттъ или } 8,178 \text{ килоуаттъ.}$$

Сила тока въ главныхъ проводахъ питающихъ моторъ (стр. 27):

$$J = \frac{W}{1,73 E m} = \frac{8178}{1,73 \cdot 120 \cdot 0,85} = \text{около } 46,4 \text{ амп.}$$

Работа тока за время  $t = 11$  час. равна:

$$Wt = W \cdot t = 8,178 \cdot 11 = 89,96 \text{ килоуаттчаса.}$$

А т. к. 1 килоуаттчасъ стоитъ 12 коп., то полная стоимость ( $\Lambda$ ) всей работы за 11 часовъ будетъ

$$\Lambda = 89,96 \cdot 12 = 10 \text{ р. } 79 \text{ коп.}$$

Такимъ образомъ стоимость работы 10-ти сильного мо-

тора не за 11 часовъ а за 1 часъ будетъ 1079:11 = 9,8 к. а стоимость работы не 10-ти силн. мотора въ часъ, а одной силы въ часъ или такъ называем. силы—часъ будетъ 9,8:10 = 0,98 к. или около 1 коп.

**Примѣръ 14.** Желаютъ поставить моторъ 3 хъ фазнаго тока въ 3 лошадиныхъ силы, который согласно прейсъ-куранту потребляетъ 2690 уаттъ при напряженіи  $E = 120$  вольтъ между зажимами. Найти силу тока  $J$  на которую должно рассчитать подводящія къ нему токы провода и стоимость работы за 10 часовъ по цѣнѣ 8 коп. за килоуаттчасъ.

Коэффициентъ мощности ( $m$  или  $\cos \varphi$ ) для такихъ моторовъ можно взять 0,75, а потому сила тока будетъ найдева изъ выраженія (стр. 27):

$$J = \frac{W}{1,73 \cdot E \cdot \cos \varphi} = \frac{2690}{1,73 \cdot 120 \cdot 0,75} = \text{около } 17 \text{ амперъ.}$$

Работа за 10 ч. выразится черезъ произведеніе уже извѣстной вамъ мощности (2690 уаттъ) на время (10 ч.): 2690 · 10 = 26900 уаттчасовъ = 26,9 килоуаттчасовъ т. к. 1 килоуаттъ = 1000 уаттъ.

Стоимость работы за 10 час. при цѣнѣ 8 к. за килоуаттчасъ:

$$26,9 \cdot 8 = 2 \text{ р. } 15 \text{ коп.}$$

**Примѣръ 15.** (Сравни съ прим. 12 на стр. 27). На какую силу тока ( $J$ ) должно рассчитать главные провода, на какое напряженіе  $e$  должны быть куплены лампы и во что обойдется ихъ горѣніе за 6 часовъ если ихъ думаютъ включить въ сѣть звѣздой. Полное количество этихъ лампъ 60 шт. по  $\frac{1}{2}$  ампера каждая, напряженіе между главными проводами  $E = 208$  вольтъ, цѣна за энергію по 2,5 к. за гектоуаттчасъ:

Напряженіе  $e$ , на которое должны быть куплены лампы, если напряж. между главн. проводами  $E = 208$  в. будетъ, согласно формулѣ на стр. 25:

$$e = \frac{E}{1,73} = \frac{208 \cdot 100}{173} = 120 \text{ вольтъ}$$

Мощность  $W$  затрачиваемая на 1 лампу при напряженіи, подъ которымъ она горитъ  $e = 120$  в. и силѣ тока  $i = \frac{1}{2}$  амп.

$$w = ei = 120 \cdot \frac{1}{2} = 60 \text{ уаттъ.}$$

Полная мощность  $W$  на всѣ 60 лампъ:

$$W = 60w = 60 \cdot 60 = 3600 \text{ уаттъ или } = 36 \text{ гектоуаттъ.}$$

Работа  $W$ , затрачиваемая за 6 часов ( $t = 6$  ч) на питание всѣхъ лампъ:

$$Wt = W \cdot t = 36 \cdot 6 = 216 \text{ гектоуаттчасовъ.}$$

При цѣнѣ  $a$  въ 2,5 к. за 1 гектоуаттчасъ стоимость этой работы ( $A$ ) обойдется въ

$$A = Wt \cdot a = 216 \cdot 2,5 = 5 \text{ р. } 40 \text{ коп.}$$

т. е. столько-же, какъ если бы лампы при тѣхъ же условіяхъ были включены треугольникомъ (см. примѣръ 12).

Сила тока въ главныхъ проводахъ м. б. найдева изъ формулы мощности:

$$W = 1,73 \cdot E \cdot J,$$

гдѣ  $W$  и  $E$  уже намъ извѣстны ( $W = 3600$  уаттъ,  $E = 208$  в.)

$$\text{Слѣд. } J = \frac{W}{1,73 E} = \frac{3600}{1,73 \cdot 208} = 10 \text{ амперъ}$$

т. е. меньше, какъ если-бы лампы при тѣхъ же условіяхъ были включены треугольникомъ нѣ 1,73 раза (см. примѣръ 12 на стр. 27).

Во многихъ случаяхъ для подсчетовъ мощности, потребляемой моторомъ или силы тока въ питающихъ его проводахъ, во избѣжаніе долгихъ вычисленій, вмѣсто примѣненія формулъ пользуются особыми заранѣе составленными таблицами, какъ напр. приводимая въ концѣ книги для моторовъ въ 120 вольтъ, любезно предоставленная въ наше пользованіе Московской центральной станціей о-ва электрическаго освѣщенія, учр. въ 1886 г. (См. отдѣлъ преискурантныхъ данныхъ).

Точно также можно пользоваться для тѣхъ же цѣлей и преискурантами, выборки изъ которыхъ приводятся ниже (въ концѣ книги). На приводимыя данныя должно смотрѣть, конечно, какъ на среднія, такъ какъ они могутъ быть подвержены нѣкоторымъ, хотя и незначительнымъ, измѣненіямъ въ зависимости отъ типовъ машинъ и заводовъ, изготовляющихъ ихъ.

Примѣръ 16. На какую силу тока придется рассчитать провада мотора въ 10 лошадиныхъ силъ.

Въ графѣ расходъ тока въ амперахъ въ каждомъ про-

водѣ въ табл. для 120 вольтовыхъ моторовъ 3-хъ фазнаго тока (въ концѣ книги) при числѣ оборотовъ до 1500 имѣемъ

$$J = 47 \text{ амперъ.}$$

Въ примѣрѣ 13 для того-же мотора сила тока была найдена вычисленіемъ равной 46,4 амперъ.

Но коэффициентъ мощности или  $\cos \varphi$  для мотора того завода былъ взятъ 0,85 тогда намъ здѣсь овъ при числѣ оборотовъ до 1500 равевъ 0,87, коэффициентъ полезнаго дѣйствія того мотора былъ взятъ нами 0,40. тогда какъ этотъ имѣетъ его равнымъ 0,87 или 87%.<sup>0</sup>

Какъ видимъ нѣкоторое измѣненіе заводскихъ данныхъ отразилось на силѣ тока, но сравнительно незначительно (47 амперъ вмѣсто 46,4).



## Составленіе чертежа электрич. установки\*).

Прежде чѣмъ приступить къ расчету и выполненію установки, должно составить ея 1) планъ и 2) схему соединеній.

Чертежи должны быть заготовлены до начала работы для того, чтобы работа производилась на основаніи ихъ. Послѣ окончанія монтажа чертежи непременно должны быть сличены съ дѣйствительнымъ выполненіемъ установки и соотвѣственно исправлены и дополнены.

Проектные чертежи обычно составляются въ слѣдующихъ масштабахъ: 1:100 (1 сантиметръ за 1 метръ или 1 сотка сажени за сажень), 1:84 (1 дюймъ за сажень), и, наконецъ, 1:168 (полдюйма за сажень).

Исполняются проекты на прочной бумагѣ, калькѣ или фотокалькѣ (свѣтовая копія) размѣромъ не менѣе 200 × 325 миллим. или 8 × 13 дюймовъ. Исполнительный чертежъ долженъ быть обязательно на полотняной калькѣ.

Надписи на чертежахъ должны быть слѣдующія:

1) Сверху, въ срединѣ, — фамилія потребителя энергіи, названіе улицы и дома.

2) Внизу, съ лѣвой стороны, — количество и сила свѣта лампъ накаливанія, количество и сила тока (амперъ) дуговыхъ лампъ, количество электрическихъ моторовъ, мощность ихъ въ лошадиныхъ силахъ (л.с.), количество (гектоуаттъ) другихъ приборовъ, расходующихъ токъ, общій расходъ тока (въ гектоуаттахъ).

\*) Согласно правилъ послѣдняго электротехнич. съѣзда, а также требованій Моск. о-ва электр. осн. учр. въ 1886 г.

3) Съ правой стороны, внизу, должна находиться собственноручная подпись производителя работъ (если устройство произведено хозяйственнымъ способомъ, то подпись потребителя энергіи), мѣсяцъ и число представленія проекта.

4) Мѣстоположеніе электрическаго счетчика.

5) Предполагаемое мѣстоположеніе домоваго ввода, и

6) Относительное положеніе улицы или переулка къ зданію, гдѣ проектируется электрическое сооруженіе.

При составленіи чертежей должно руководиться слѣдующими правилами и условными обозначеніями:

Для низкаго напряженія <sup>1)</sup> .	Для высокаго напряженія <sup>2)</sup> .
--	---

### Планъ долженъ содержать:

а) Обозначенія помѣщеній по расположенію и назначенію. Особо должны быть указаны помѣщенія сырыя и такія, въ которыхъ могутъ находиться развѣдающія или легко воспламеняющіяся вещества, или взрывчатые газы (въ помѣщеніяхъ, опасныхъ относительно взрывовъ, высокое напряженіе не допускается).

Въ планахъ проводовъ и сѣтей должно быть указано расположеніе подстанцій, трансформаторовъ, домовыхъ присоединеній, участковыхъ выключателей, предохранителей и громоотводовъ.

<sup>1)</sup> Низкимъ напряж. назыв. такое, которое на мѣстѣ потребленія между какими либо двумя изолированными отъ земли проводами не превосходитъ 500 вольтъ или же 250 вольтъ между какъ мѣ либо проводомъ и землей.

<sup>2)</sup> Высокимъ напряж. назыв. такое, которое на мѣстѣ

б) Расположеніе, сѣченіе и родъ изолировки проводовъ. Сѣченіе должно быть указано въ кв. мм. и проставлено возлѣ линій проводовъ. Родъ изолировки слѣдуетъ обозначать указанными ниже буквами.

в) Способъ прокладки проводовъ (колокольные изоляторы, ролики, кольца, трубки и т. д.). При этомъ слѣдуетъ пользоваться приводимыми ниже обозначеніями.

г) Мѣсторасположеніе приборовъ и предохранителей.

д) Мѣсторасположеніе и родъ лампъ, электродвигателей и другихъ потребляющихъ токъ приборовъ.

е) Для мѣстъ потребленія слѣдуетъ имѣть планы, на которыхъ должна быть начерчена большая красная, зигзагообразная стрѣла (знакъ молніи) и обозначены напряженія.

Если на одномъ и томъ же планѣ начерчены провода высокаго и низкаго напряженія, то провода высокаго напряженія слѣдуетъ отмѣчать, по крайней мѣрѣ, въ началѣ и въ концѣ ихъ зигзагообразными стрѣлами.

ж) Всѣ указанныя на планѣ столбы должны быть обозначены ихъ нумерами.

потребленія между какимъ либо проводомъ и землею превосходить 250 вольтъ, или же можетъ превзойти эту величину въ случаѣ земляного сообщенія.

Схема соединеній должна содержать:

Сѣченія главныхъ проводовъ и отвѣтвленій отъ распредѣлительныхъ досокъ, съ обозначеніемъ ихъ нагрузки въ амперахъ.

При установкахъ съ самостоятельнымъ производствомъ тока слѣдуетъ имѣть схему соединеній генераторной станціи.

Указанія этого параграфа относятся также и ко всѣмъ измѣненіямъ и расширеніямъ установки.

Планъ и схема должны храниться у владѣльца установки.

Въ планахъ и схемахъ должно примѣнять слѣдующія обозначенія:

× Неподвижная лампа накаливанія.

×~ Переносная „ „

⊗ Неодвижная арматура (напр. люстра) съ показаніемъ числа лампъ (6).

Вышеприведенныя обозначенія относятся къ лампамъ накаливанія всякой силы свѣта, а также къ патронамъ съ выключателями и безъ нихъ.










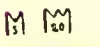
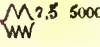
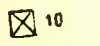
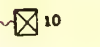
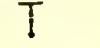
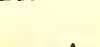

Иногда <sup>1)</sup> лампы накаливанія до 16 свѣчей обозначаютъ, какъ и выше, крестикомъ, свыше 16 свѣчей крестикомъ съ цифрой, указывающей число свѣчей лампы.





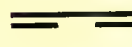
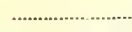
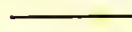

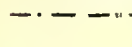












При употребленіи искусственныхъ свѣчей точно такъ же ставятъ подлѣ обозначенія лампы силу свѣта ея въ свѣчахъ.

Въ люстрахъ съ 16-свѣчными лампами накаливанія ставятъ сбоку кружка съ крестикомъ цифру, обозначающую число лампъ въ люстрѣ. Въ лю-

<sup>1)</sup> Правила для устройства электрическихъ сооружений, присоединяемыхъ къ кабельной сѣти московской центральной станціи О-ва электрическаго освѣщенія.

страхъ съ лампами свыше 16 свѣчей или же съ искусственными свѣчами ставятъ рядомъ съ условнымъ ея обозначеніемъ дробь, съ указаніемъ въ числительѣ числа лампъ, а въ знаменателѣ силы свѣта каждой изъ нихъ.

-  (10) Динамомашина или электродвигатель всѣхъ системъ тока, съ обозначеніемъ наибольшей допускаемой нагрузки въ килоуаттахъ (10).
-  Аккумуляторы.
-  (6) Стѣнной патронъ или штепсельная розетка, съ обозначеніемъ наибольшей допуск. силы тока (6) въ амперахъ.
-  Об Однополюсный выключатель, съ обозначеніемъ наибольшей допускаемой силы тока (6) въ амперахъ.
-  е При двухъ или трехъ полюси. выключателяхъ вверху обозначенія помѣщаются 2 или 3 хвостика.
-  10 Тоже для переключателей.
-  Рубящій выключатель (рубильникъ).
-  Предохранитель (въ мѣстѣ отвѣтвленія).
-  6 Дуговой фонарь съ обозначеніемъ силы тока (6) въ амперахъ.
-  М 20 Счетчикъ для 2 и 3-проводн. или трехфазн. сист., съ обозн. области измѣренія въ килоуаттахъ (5 и 20).
-  5000/550 Трансформаторъ съ обозначеніемъ мощности въ килоуаттахъ (7,5) и числа вольтъ (съ 5000 на 550).
-  10 Реостатъ, нагреват. приборъ и т. п., съ обознач. наиб. допуск. силы тока (10) въ амп.
-  10 Тоже, но переносный.
-  Громоотводъ.
-  Предохранитель напряженія.
-  Заземленіе.

-  Знакъ высокаго напряженія.
-  Реактивная катушка.
-  Конденсаторъ.
-  Распредѣлит. доска (щитъ) для двухпроводной системы.
-  Распредѣлит. доска (щитъ) для трехпроводной системы или для многофазнаго переменнаго тока.
-  ..... Одноичный проводъ.
-  ————— Прямой и обратн. пр.
-  ———— 3 провода трехпровод. или трехфазн. сист.
-  - - - - - Неподвижно проложенные сложные провода всякаго рода.
-  ↑ Вверхъ
-  ↓ Внизъ
- Или
-  ↓ Спускаются сверху.
-  ↑ Пришли снизу.
-  Групповой щитокъ.
-  Вводъ проводки отъ станицы въ зданіе.
-  Деревянный столбъ.
-  Желѣзный „
-  Питательный пунктъ.
-  Воздушная стрѣлка.
-  Натяжной изоляторъ.
-  Участковый изоляторъ.

Общюю навѣстятъ на правъ,  
1. Краснымъ прѣ- томъ при вновь про- ектир. устр. 2. Зелe- вымъ — при добавоч. устр. и всѣхъ измѣн. существ. 3. Синимъ существ. устройству.  
} Прохождение проводовъ въ вертикальномъ направленіи изъ одного этажа въ другой (тѣмъ или другимъ цвѣтомъ какъ для проводовъ).



- ГМ Голая мѣдная проволока.  
 ГЖ „ желѣзная „  
 ВР Проводъ съ вулканизированной резиной.  
 СВ Сложный проводъ съ вулканизир. резиной.  
 НР Проводъ съ натурал. резиной.  
 СН Сложный проводъ съ натуральной резиной.
- ВРС<sub>(3000)</sub>** Специальный проводъ съ вулканизир. резиной, съ показаніемъ рабочего напряж (3000) въ вольтахъ.  
**СВС<sub>(1500)</sub>** Сложный спец. проводъ съ вулканизир. резиной, съ показаніемъ рабоч. напряж. (1500) въ вольтахъ.

**ПВ Панцирный проводъ.**

- АВ Арматурн. проводъ.  
 ШН Шнуръ съ натуральной резиной.  
 ШП Подвѣсный шнуръ.
- ПВС<sub>(3000)</sub>** Специальный панцирный проводъ, съ показаніемъ рабоч. напряж. (3000) въ вольтахъ.

- ШВ Шнуръ съ вулканизированной резиной.  
 СГК Кабель съ голой свинцовой оболочкой.  
 САК Освинцованный асфальтированный кабель.  
 СБК Освинцованный бронированный кабель.  
 (и) Прокладка на колокольныхъ изоляторахъ.  
 (р) „ „ роликахъ или на кольцахъ.  
 (к) „ „ клицахъ.  
 (т) „ въ трубкахъ.  
 (ж) Огражденіе желѣзомъ.  
 (о) Обшивка изолирующимъ матеріаломъ.  
 (с) Предохранительная сѣтка.  
 (з) Огражденіе заземленіемъ.

А также\*).

- Н. И. Низкая изоляція провода.  
 С. И. Средняя изоляція провода.  
 В. И. Высокая изоляція провода.  
 Н. И. Низкая изоляція провода  
 С. И. Средняя „ „  
 В. И. Высокая „ „  
 Ш. С. Шнуръ средней изоляціи.  
 Ш. В. Шнуръ высокой изоляціи.  
 (Э. Т.) Прокладка проводовъ въ эбонитовыхъ трубкахъ.  
 (М. Т.) Прокладка проводовъ въ металлическихъ, внутри изолированныхъ трубкахъ.

**Примѣры:**

- I. Надписей надъ проводами.  
4 С. И. (Э. Т.) Двойной проводъ средней изоляціи въ 4 кв. мм. сѣченія проложенъ въ эбонитовыхъ трубкахъ.  
3 √ 16 Н. И. (И.) Тройной проводъ низкой изоляціи въ 16 кв. мм. сѣченія проложенъ на колокольныхъ изоляторахъ.  
2,5 Ш. С. (Ф. Р.) Шнуръ средней изоляціи въ 2,5 кв. мм. сѣченія проложенъ на фарфоровыхъ роликахъ.  
 II. Нанесенія на планъ проводовъ счетчика, лампы, вводной коробки, группов. щитка, моторовъ, трансформатора, выключателей, предохранителей и пр. указано на чер. 7, 8 и 9 (см. отдѣльн. таблицу I-ю).

\*) Правила для устройства электрич. сооруж. присоед. къ кабельн. сѣти Московск. Центр. Станціи О-ва Электрическаго Освѣщенія.

## Распределение на планѣ проводовъ и предохранителей.

### Распределение проводовъ.

Провода, присоединяемые къ той или другой системѣ, должны быть распределены въ установкѣ такимъ образомъ, чтобы требуемое освѣщеніе или передача силы были достигнуты при наименьшей длинѣ проводовъ, а, слѣдовательно, и при наименьшей стоимости установки.

Во многихъ случаяхъ возможность конкурентовъ лежитъ, именно, въ умѣломъ распределеніи сѣти проводовъ, благодаря которому стоимость установки можетъ быть значительно понижена.

Нѣтъ сомнѣнія, однако, что выборъ того или другого распределенія во многихъ случаяхъ зависитъ отъ мѣстныхъ условій, но все-таки, умѣнье удачно выбрать распределеніе проводовъ, умѣнье воспользоваться различными возможностями въ смыслѣ ихъ группировки всецѣло принадлежитъ только опытности лица, производящаго работу, почему въ настоящемъ могутъ быть преподаны лишь нѣкоторыя руководящія указанія:

Во всякой установкѣ имѣется начальная или исходная точка, откуда электрическая энергія распределяется по данному району.

Такимъ пунктомъ, если имѣется собственный источникъ электричества, служитъ станція производства тока, если же пользуются токомъ не отъ своей станціи, то начальной точкой распределенія служитъ отвѣтвленіе отъ мимолу-

щаго кабеля или „вводъ“ электричества въ районъ потребления.

Выборъ мѣста подъ станцію можно считать удачнымъ тогда, когда имѣется возможность расположить ее, какъ говорятъ, въ центрѣ тяжести потребления или по крайней мѣрѣ близко къ нему.

Это обстоятельство имѣетъ особенное значеніе, когда распределеніе производится постояннымъ токомъ низкаго напряженія, когда увеличеніе длины проводовъ отъ центральной станціи къ мѣсту потребления даже на 100 метровъ уже имѣетъ большое значеніе.

Въ случаѣ распределенія при помощи переменнаго или трехфазнаго тока высокаго напряженія, что почти всегда требуется при широко раскинутой сѣти, разстояніе станціи отъ центра тяжести потребления не играетъ конечно столь большой роли, такъ какъ при высокомъ напряженіи сѣченіе проводовъ не велико и удлиненіе ихъ не оказываетъ столь существеннаго вліянія на повышеніе стоимости установки \*).

Мѣсто „ввода“ энергіи для обслуживанія какого-либо владѣнія или отдѣльнаго корпуса выбирается исходя изъ тѣхъ же соображеній, съ тою только разницею, что здѣсь приходится считаться съ заранѣе опредѣленнымъ расположеніемъ мимолущаго кабеля.

Во многихъ случаяхъ приходится не ограничиваться однимъ вводомъ, а дѣлать ихъ 2, 3 и болѣе изъ-за неудобства тянуть длинныя магистрали.

Лучше всего вводы дѣлать на лѣстницахъ, черныхъ или парадныхъ и по возможности въ доступномъ мѣстѣ.

\*) За подробностями отсылаемъ къ книгѣ К. Wernicke. Проектированіе электрическихъ установокъ и составленіе сѣтъ къ нимъ. Переводъ инж. В. А. Александрова.

У мѣста ввода ставится такъ называемый вводной ящикъ, снабженный предохранителями и отъ него уже тянутъ главный проводъ или магистраль (чаще всего стоя вдоль лѣстничной кѣтки, отъ чего эти магистрали и получили названіе „стояки“ см. чер. 9).

Прокладка магистральныхъ линій въ жилыхъ помѣщеніяхъ не допускается и производится исключительно по параднымъ и чернымъ лѣстницамъ и другимъ доступнымъ помѣщеніямъ.

Отъ каждой такой магистрали могутъ быть дѣлаемы (черезъ предохранители) отвѣтвленія, которыя вводятся въ жилыя помѣщенія (напр. въ каждую квартиру).

При отвѣтвленіи 2-хъ-проводной магистрали отъ 3-хъ-проводной слѣдуетъ устанавливать предохранители или какъ ихъ называютъ „переходныя коробки“, съ 3-хъ на 2 (чер. 9), которыя давали бы возможность пользоваться энергіей для означенной 2-хъ-проводной линіи отъ любой пары проводовъ трехпроводной или трехфазной сѣти.

При вводѣ отвѣтвленія отъ магистрали въ жилое помѣщеніе оно подводится къ такъ называемому групповому или распределительному щитку (чер. 8 и 9).

Каждый такой щитокъ состоитъ изъ 2 или 3 шинъ (мѣдныхъ полосъ)—въ зависимости отъ системы тока, отъ которыхъ берутся такъ называемыя групповыя магистрали (также черезъ предохранители для каждой) и уже въ такое отвѣтвленіе или группу включаются лампы безъ какихъ бы то ни было предохранителей для каждой изъ нихъ (за исключеніемъ блочныхъ подвѣсовъ и штепсельныхъ розетокъ, въ которыхъ помѣщаются особые предохранители).

Постановкою распределительныхъ или групповыхъ щитковъ достигается „централизація

предохранителей“, благодаря которой имѣется возможность быстро, не тратя времени на разыскиваніе, смѣнить расплавившійся предохранитель новымъ.

Во многихъ случаяхъ въ большихъ помѣщеніяхъ, коиторахъ и пр. приходится ставить не одинъ щитокъ, иначе групповыя магистрали вышли бы чрезвычайно длинными, проводка запутанной и дорого стоящей.

При выборѣ мѣста для нѣсколькихъ щитковъ, помимо соображеній о выгодности распределенія приходится, конечно, подумать объ удобствѣ обслуживания ихъ. Чаще всего щитки ставятъ въ переднихъ, корридорахъ и т. п. мѣстахъ.

На каждую отдѣльную группу, идущую отъ щитка, грузятъ не болѣе 10-ти лампъ (и лучше на случай запаса менѣе) и, во всякомъ случаѣ, не болѣе 6 амперъ. Исключеніе допускается лишь для большихъ люстръ, для которыхъ назначается групповая нагрузка до 10 амперъ, при чемъ, напр., сила тока каждой 120 в. лампы накаливанія до 16 свѣчей включительно считается въ 0,6 ампера. Для лампъ накаливанія съ угольными волосками свыше 16 свѣчей принимается во вниманіе соответствующая сила тока.

Если сила тока на лампу неизвѣстна, то она всегда можетъ быть найдена, если принять, что на каждую свѣчу лампы съ угольной нитью требуется по 3,5 уатта, а съ металлич. 1 уаттъ—(Осрамъ, Вольфрамъ и проч. такъ называемыя „одноуаттныя“ лампы) и 1,5 уатта для ламъ Танталъ и Нернста. Тогда, зная общее число свѣчей  $n$ , даваемое лампой (помѣчено на цоколѣ ея), слѣдуетъ умножить его на энергію потребную для одной свѣчи (3,5 уатта или 1 уаттъ) и раздѣлить на напряженіе  $E$ , подъ которымъ работаетъ лампа (тоже помѣчено на цоколѣ ея). Полученное



частное дастъ искомую силу тока, необходимую для питанія одной лампы, т.-е.

$$i = \frac{3,5 n}{E} \quad \text{для лампъ съ угольной нитью}$$

$$i = \frac{n}{E} \quad \text{для одноуаттныхъ лампъ съ металлич. нитью (Осрамъ, Вольфрамъ и проч.)}$$

$$i = \frac{1,5 n}{E} \quad \text{для лампъ Танталъ и Нернста.}$$

Примѣръ 17. Какую силу тока беретъ 50-свѣчная лампа съ угольной нитью при напряженіи у ея зажимовъ въ 120 вольтъ.

Т. к.  $n = 50$ , а  $E = 120$  вольтъ, то согласно формулѣ:

$$i = \frac{3,5 \cdot 50}{120} = 1,46 \text{ ампера.}$$

Примѣръ 18. Какую силу тока возьметъ таже лампа ( $n = 50$ ,  $E = 120$  в.), но съ металличекой нитью (Осрамъ, Вольфрамъ и пр.).

$$i = \frac{50}{120} = 0,42 \text{ ампера.}$$

Для металлич. лампъ Осмія, Танталъ, Осрамъ и т. п., а также Нернста въ расчетъ берется дѣйствительная сила тока, но не менѣе 0,6 амперъ на каждую лампу.

Для искусственныхъ свѣчей въ 5 или менѣе свѣчей (канделябры, люстры) допускается принимать въ расчетъ силу тока въ 0,2 ампера на каждую лампу.

Согласно указаніямъ Москов. О-ва Электрическаго Освѣщенія для трехфазнаго тока устройство освѣщенія въ квартирахъ до 4 группъ (т. е. до 40 шестнадцати-свѣчн. лампъ) можетъ быть выполнено по двухпроводной системѣ, свыше 4-хъ группъ (если группы и менѣе 10 лампъ) по 3-хъ проводной.

Въ магазинахъ, конторахъ, мастерскихъ и пр. помѣщеніяхъ устройство освѣщенія до 3 группъ (т. е. до 30 лампъ 16 св. или же до 20 лампъ 16 св. и одна группа для дуговыхъ фонарей) можетъ быть включено на одну фазу, выше же 3 группъ на 3 фазы.

Приборы нагрѣват. и другіе, прожекторы и т. п. съ нагрузкой не свыше 18 гектоуаттъ (15 амперъ при 120 вольтахъ) могутъ быть присоединяемы къ однофазной цѣпи.

Для равномерной нагрузки всѣхъ 3-хъ фазъ слѣдуетъ обращать вниманіе на то, чтобы число однофазныхъ группъ, выходящихъ изъ одного группового щитка, было по возможности кратное 3-хъ.

Проводну къ моторамъ свыше  $\frac{1}{4}$  лощ. силы слѣдуетъ отвѣтвлять непосредственно у домовыхъ вводныхъ ящиковъ и ставить при отвѣтвленіи предохранители. При различныхъ тарифахъ: моторномъ и для освѣщенія обычно разрѣшается для каждаго помѣщенія, въ которомъ находятся моторы, присоединить 1 лампу до 16 св. къ моторному счетчику.

Отвѣтвленія къ выключателямъ и переключателямъ для лампъ ставятся по мѣрѣ надобности, имѣя въ виду, что выключатели удобнѣе всего имѣть, если то возможно, при входахъ въ двери на правой рукѣ.

### Размѣщеніе предохранителей.

Предохранителями называются приборы, имѣющіе своимъ назначеніемъ автоматически прерывать цѣпь, если сила тока поднимется выше безопасно допускаемой. Устройство предохранителей основано на примѣненіи тепловыхъ или электромагнитныхъ свойствъ тока, въ зависимости отъ чего предохранители могутъ быть подраздѣлены на 2

группы: плавящиеся и электромагнитные (автоматическіе выключатели, реле, и т. п.).

Сила тока, помѣченная на предохранитель (номинальная сила тока) должна соответствовать силѣ рабочего тока въ защищаемыхъ проводахъ или пріемникахъ тока и не должна превосходить величину, указанныхъ въ таблицѣ допуск. нагр.

Номинальная сила тока и наибольшее напряжение предохранителя обычно помѣщаются на расплавляющейся части послѣдняго.

Плавкіе предохранители для силы тока отъ 6 до 30 амперъ должны быть такъ устроены, чтобы нельзя было вставлять въ нихъ плавкія части для несоответственно большей силы тока, такъ какъ часто случается, что несбученная или ненадежная прислуга прибѣгаетъ къ замѣнѣ перегорѣвшаго предохранителя болѣе сильнымъ, чтобы избѣгнуть безпокойства причиняемаго перегораніемъ предохранителя и вставленіемъ новаго. Особенно охотно примѣняется это вредное средство въ тѣхъ случаяхъ, когда какой нибудь предохранитель постоянно перегораетъ вслѣдствіе земляного сообщенія или другой неисправности. Въ виду чрезвычайной опасности подобнаго образа дѣйствій слѣдуетъ втолковать прислугѣ, что каждое перегораніе предохранителя указываетъ на существованіе какой то погрѣшности, которая должна быть тотчасъ же устранена.

Чтобы воспрепятствовать указаннымъ дѣйствіямъ, предписано, чтобы предохранители такъ строились, чтобы въ нихъ нельзя было вставлять плавкихъ мостиковъ на большую силу тока, чѣмъ та, для которой данный предохранитель предназначенъ.

Это правило не относится къ предохранителямъ свыше 30 амперъ и предохранителямъ установленнымъ въ машинныхъ помѣщеніяхъ, однако

лишь потому, что обслуживаніе подобныхъ предохранителей обычно поручается опытному персоналу.

**Предохранители не ставятся:**

а) на нейтральныхъ или нулевыхъ проводахъ многопроводныхъ или многофазныхъ системъ (напр., трехпроводная система постоянного тока или трехфазная система съ уравнительнымъ или нулевымъ проводомъ), а также на всѣхъ проводахъ, соединенныхъ по условіямъ своей работы съ землей.

Исключеніе составляютъ изолированные провода (низкаго напряж.), отвѣтвляющіеся отъ заземленнаго нейтральнаго или нулевого провода и составляющіе часть двухпроводной системы,—они снабжаются предохранителями.

Указанное правило объясняется тѣмъ, что если поставить предохранители не только на внѣшнихъ, но и на нейтральномъ проводѣ, то будетъ не вполне исключена возможность, что при короткомъ замыканіи между нейтральнымъ и однимъ изъ внѣшнихъ проводовъ сгоритъ предохранитель лишь на нейтральномъ проводѣ и тогда всѣ лампы одной изъ половинъ сѣти получатъ полное напряженіе и перегорятъ (лопнуть со взрывомъ).

Сказанное о повышеніи напряженіи относится также и къ установкамъ съ заземленнымъ проводомъ и особенно для высокаго напряженія, гдѣ для безопасности при прикосновеніи заземляютъ станины машинъ, трубы и пр. которыя могутъ потерять свою безопасность, какъ только проводъ, соединяющій ихъ съ землею, будетъ прерванъ отъ расплавленія предохранителя.

Во всѣхъ же приборахъ, въ которыхъ заземленіе служитъ не для цѣлей эксплуатаціи и для цѣлей измѣренія (напр. приборы для измѣренія



изоляция) предохранители на проводах къ приборамъ допускаются.

в) Въ помѣщеніяхъ, въ которыхъ находятся легко воспламеняющіяся и взрывчатые вещества, предохранители помѣщать не разрѣшается.

Предохранители ставятся во всѣхъ распределительныхъ сѣтяхъ, гдѣ нѣтъ нулевыхъ или заземленныхъ проводовъ и при томъ на каждый полюсъ, руководствуясь слѣдующими соображеніями:

1. Предохранители ставятъ во всѣхъ мѣстахъ, гдѣ сѣченіе провода уменьшается по направленію къ мѣсту потребленія тока („при перемѣнѣ сѣченія“), при чемъ при уменьшеніи сѣченія предохранитель не требуется, если предыдущій предохранитель соответствуетъ наиболее тонкому проводу, что даетъ возможность не увеличивать безъ нужды числа предохранителей.

Кромѣ того въ установкахъ низкаго напряженія нѣсколько распределительныхъ проводовъ могутъ имѣть групповой предохранитель (см. стр. 42) на нормальную силу тока не болѣе 6 амперъ. Въ этихъ случаяхъ расположенные за предохранителемъ провода меньшаго сѣченія и отвлѣченія можно уже не ограждать предохранителями.

При большихъ освѣтительныхъ арматурахъ (напр. люстры) въ видѣ исключенія допускаются групповые предохранители на силу тока не болѣе 10 амперъ. при напряженіи не свыше 130 вольтъ.

2. Каждый переносный приемникъ электрической энергіи (лампы, нагревательные приборы, сиускныя лампы, шнуровые подвѣсы и т. п.) долженъ быть снабженъ отдѣльнымъ предохранителемъ на каждой фазѣ неподвижной части приборовъ. При примѣненіи штепселей предохранители могутъ находиться въ розеткѣ штеп-

сели или устанавливаться отдѣльно отъ штепселя.

3. Разстояніе предохранителя отъ главнаго провода, (отъ котораго берется отвлѣченіе), должно быть возможно ближе и, во всякомъ случаѣ, не далѣе 1 метра отъ него, при чемъ соединенія проводовъ съ предохранителями въ мѣстахъ отвлѣченія должны производиться одиночными проводами, которые должны быть удалены отъ воспламеняющихся предметовъ на безопасное въ пожарномъ отношеніи разстояніи.

Если на отвлѣченіи предохранитель ставится далѣе 1 метра отъ главнаго провода, то сѣченіе конца провода между главнымъ проводомъ и предохранителемъ должно быть такое же, какъ и сѣченіе этого главнаго провода.

Правило это не относится къ проводамъ распределит. доски и къ соединительнымъ проводамъ между нею и машиною.

4. Разрѣзать магистраль для постановки отвлѣчительныхъ предохранителей не разрѣшается. Соединеніе предохранителей съ магистралью должно производиться только при помощи проводовъ, при чемъ при отвлѣченіяхъ отъ магистрали до 35 кв. мм. отвлѣчительные провода присоединяются къ магистралу помощью пайки, а при магистралахъ сверхъ 35 кв. мм. при помощи отвлѣчительныхъ муфтъ (тройниковъ).

5. Если отъ домаго ввода проведено нѣсколько магистралей, то слѣдуетъ каждую изъ магистралей снабжать отдѣльнымъ предохранителемъ.

Примѣчаніе. Въ томъ случаѣ когда вводный ящикъ находится въ недоступномъ во всякое время помѣщеніи, то необходима постановка предохранителя при входѣ въ помѣщеніе абонента и въ доступномъ во всякое время мѣстѣ.



Каждое отвѣтвленіе отъ магистрали должно быть снабжено отдѣльнымъ предохранителемъ, установленнымъ въ помѣщеніи, доступномъ во всякое время. Въ квартирахъ постановка такихъ предохранителей не разрѣшается, они должны находиться внѣ квартиры.

Если при отвѣтвленіи отъ магистрали приходится ставить предохранитель въ чужомъ помѣщеніи, то этотъ предохранитель ставится согласно съченію защищаемаго провода (см. табл. на стр. 52, 53), а при входѣ въ помѣщеніе абонента ставится 2-й предохранитель согласно нагрузкѣ.

6. Предохранители, установленные въ жилыхъ помѣщеніяхъ, должны быть, по возможности, сгруппированы вмѣстѣ и такъ устроены и установлены, чтобы они легко и совершенно безопасно могли быть замѣняемы подѣ напряженіемъ.

7. Для сырыхъ помѣщеній должны быть поставлены отдѣльные предохранители такъ, чтобы было возможно во всякое время отсоединить устройство въ сыромъ помѣщеніи отъ остальной установки.

8. Строго воспрещается замѣнять перегорѣвшіе предохранители проволокой напро- связывать „жилкой“ изъ шнура и т. п.

## Разсчетъ проводовъ по формуламъ.

### Общія соображенія.

При выборѣ сѣченій проводовъ необходимо руководствоваться слѣдующимъ:

1) установка должна удовлетворять условіямъ безопасности въ пожарномъ отношеніи (отъ нагрѣванія токомъ).

2) паденіе напряженія въ проводахъ не должно быть выше допускаемаго.

3) сѣченіе проводовъ должно удовлетворять условіямъ прочности (наименьшія допускаемыя сѣченія).

Такимъ образомъ, провода должны быть разсчитаны такъ, чтобы они могли удовлетворять приведеннымъ 3-мъ требованіямъ.

Обычно, короткіе провода достаточно бываетъ разсчитать на безопасность въ пожарномъ отношеніи или какъ говорятъ на наибольшую нагрузку, которая для cadaго сѣченія можетъ быть найдена изъ приводимой ниже таблицы.

Длинные провода, въ которыхъ паденіе напряженія можетъ быть значительно, разсчитываются главнымъ образомъ такъ, чтобы потеря напряженія въ нихъ не превышала допустимой величины (по приводимымъ ниже формуламъ) и затѣмъ уже повѣряютъ на допускаемое нагруженіе, обезпечивающее безопасность въ пожарномъ отношеніи.

### Допускаемое нагруженіе проводовъ.

Согласно § 6,а „Наставленія для лицъ, наблюдающихъ за устройствомъ, содержаніемъ и про-



Голые мѣдные провода, сѣченіемъ до 50 кв. мм., могутъ нагружаться также не выше данныхъ приведенной таблицы; для голыхъ мѣдныхъ проводовъ, сѣченіемъ отъ 50 до 1000 кв. мм., можетъ быть допущена плотность тока въ 2 ампера на кв. мм.

Такимъ образомъ, для неизолрированныхъ мѣдныхъ проводниковъ съ сѣченіемъ выше 50 кв.мм. максимальная сила тока будетъ больше чѣмъ для изолированныхъ проводовъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ не входитъ въ расчетъ размягченіе изоляціи подъ вліяніемъ повышенной температуры отъ нагрѣванія. Для неизолрированныхъ проводовъ приведенныя данныя не будутъ дѣйствительны.

Наружные провода могутъ быть нагружаемы большею силою тока, чѣмъ указано выше, поскольку отъ этого не уменьшается замѣтно ихъ прочность.

Въ случаѣ періодической работы (не непрерывной) допустимо повышение нагрузки сверхъ указанныхъ нормъ, при условіи, что нагрѣваніе провода ни въ коемъ случаѣ не превзойдетъ температуры, соответствующей продолжительной нагрузкѣ.

#### Потеря напряженія.

Спротивленіе проводовъ при прохожденіи по нимъ тока поглощаетъ напряженіе, и потеря напряженія растетъ съ длиною провода (при неизмѣняющемся поперечномъ сѣченіи провода). Эту потерю можно понизить, уменьшая сопротивленіе, т. е. увеличивая сѣченіе провода, благодаря чему возрастеть, конечно, стоимость проводки.

Величина потери напряженія  $e$  при прохожденіи по проводнику съ сопротивленіемъ

$R$  (въ оба конца) силы тока  $J$ , можетъ быть определѣна изъ слѣдующихъ формулъ:

#### 1. Для постоянного тока

$$e = J R.$$

2. Для переменнаго однофазнаго тока и во всѣхъ отвлѣченіяхъ съ двумя проводами трехфазнаго тока—та же формула.

$$e = J R.$$

3. Для трехфазнаго тока потеря напряженія въ одной изъ паръ трехъ проводовъ съ сопротивленіемъ  $r$  (въ одинъ конецъ).

Для установокъ освѣщенія

$$e = 1,73 J r$$

Для установокъ съ двигателями

$$e = 1,73 J r m \quad \text{или} \quad \text{приблиз.} \quad e = 1,56 J r$$

(гдѣ  $m$  коэффициентъ мощности или  $\cos \varphi =$  въ среднемъ 0,9, см. также стр. 19).

#### Допускаемая потеря напряженія.

1. Въ питающихъ (главныхъ) проводахъ, т. е. такихъ, которые отъ источника тока питають только одинъ пунктъ, изъ котораго уже электрическая энергія распредѣляется дальше по сѣти, потеря напряженія берется не выше: 10—15% (большія устаночки), при однофазномъ и трехфазномъ высокога напряженіи отъ 2 до 6%.

2. Въ распредѣлительныхъ проводахъ, т. е. такихъ, которые отдають токъ нѣсколькимъ мѣстамъ по длинѣ, потеря напряженія берется, для достиженія возможно одинаковаго напряженія во всей сѣти (въ особенности сѣти освѣщенія), не выше 1.5 — 2%.



По правилам Моск. О-ва Электр. Освѣщенія (для напряж. 120 в.) наибольшая потеря напряженія въ проводахъ отъ кабельнаго ввода до любого источника потребленія энергіи, при полной освѣтительной нагрузкѣ не должна превышать 2 вольтъ.

Въ проводахъ, идущихъ отъ вводовъ, находящихся на стѣнѣ трансформаторнаго помѣщенія, потеря напряженія можетъ достигать 2,5 вольтъ.

Въ проводахъ для моторовъ потеря напряженія можетъ при включеніи мотора достигать до 4 вольтъ.

#### Наименьшія допускаемая сѣченія проводовъ.

Во внутреннемъ устройствѣ установки не долженъ вовсе примѣняться изолированный мѣдный проводникъ сѣченіемъ менѣе 1 кв. мм. и для рядки арматуры (бра, люстры и пр.) менѣе 0,75 кв. мм.

Отвѣтвленія отъ магистралей должны имѣть до счетчика сѣченіе не менѣе 4 кв. мм. при чемъ швуровая проводка къ счетчику не допускается.

Наименьшее сѣченіе групповыхъ линий 1 1/2 кв. мм. (Отъ щитка).

Для наружныхъ проводовъ низкаго напряженія наибольшее допустимое поперечное сѣченіе 6 кв. мм. а для высокаго напряженія 10 кв. мм.

#### Нормальная сѣченія проводовъ.

Обычно заводы изготовляютъ лишь вполнѣ опредѣленные сѣченія проводовъ (въ кв. мм.), а именно:

0,75	4.0	25	95	240	625
1,0	6.0	35	120	310	800
1,5	10.0	50	150	400	1000
2,5	16.0	70	185	500	

почему на практикѣ примѣняются не теоретически вычисленные сѣченія, а ближайшія къ нимъ „нормальныя“.

#### Расчетъ одиночныхъ проводовъ.

Подъ одиночными проводами разумѣютъ такіе, въ концѣ которыхъ сосредоточена вся нагрузка, и отъ которыхъ по пути токъ никуда не отвѣтвляется.

Къ такимъ проводамъ, напр., можно отнести главные или магистральные провода, несущіе токъ отъ станціи или „ввода“ къ мѣсту потребленія и всѣ отвѣтвленные провода, если каждый изъ нихъ рассчитывается отдѣльно.

Поперечное сѣченіе провода, обеспечивающее выбранное для даннаго случая паденіе напряженія, находится по нижеприводимымъ формуламъ, а затѣмъ найденная величина повѣряется на наибольшее допустимое нагруженіе (стр. 52, 53), обеспечивающее безопасность нагрѣванія.

Обычно\*) при проводкѣ къ дуговымъ фонарямъ принимается въ расчетъ сила тока, въ 1 1/2 раза больше нормальной. Въ основу же расчета проводки къ электромоторамъ берется максимальная сила тока при включеніи мотора, которая въ среднемъ можетъ быть взята

при моторахъ до	1,5	лош. силъ	въ 4	раза
"	"	"	"	"
"	3,	"	"	3 "
"	"	"	"	2 "
"	"	"	"	1 1/2 "

болѣе нормальной силы тока при полной нагрузкѣ мотора, а при моторахъ свыше 15 лош. силъ берется равной нормальной силѣ тока при полной нагрузкѣ мотора.

\*) Правила объ устройствѣ электр. сооруж. Моск. Ценгр. станціи О-ва Эл. Осв. учр. 1886 г.

## 1. Для постоянного тока двухпроводной системы.

Съчение проводовъ можетъ быть найдено изъ слѣдующихъ формулъ:

$$q = \frac{21 J}{57 e} \quad \text{или} \quad q = \frac{0,035 \text{ I J}}{e}$$

(для разстоянiя I въ метрахъ)

А также 
$$q = \frac{21 J}{27 e} \quad \text{или} \quad q = \frac{0,074 \text{ I J}}{e}$$

(для разстоянiя I въ саженихъ),

гдѣ I длина разсчитываемаго провода въ метрахъ или саженихъ въ одинъ конецъ.

J—сила тока въ амперахъ.

$\frac{1}{57}$ — удѣльное сопротивление матеріала провода (мѣди) при разстоянiи I въ метрахъ, а  $\frac{1}{27}$ — удѣльное сопротивление мѣди при разстоянiи I въ саженихъ.

e—допускаемая потеря напряженiя въ вольтахъ (стр. 55).

На практикѣ примѣняютъ какъ тѣ, такъ и другія формулы; послѣднiя въ виду десятичныхъ дробей (0,035 и 0,074) удобнѣе при вычисленiяхъ.

Примѣръ 19. Требуется опредѣлить сѣченіе магистрального провода отъ ввода электричества въ зданіе до группового щитка, отъ котораго взято 20 лампъ накаливанiя 16-ти свѣчн., съ угольной нитью и 10 лампъ 50-ти свѣчныхъ, съ металлич. нитью. Длина магистраля въ одинъ конецъ I = 10 метровъ. Напряженiе сѣти 100 вольтъ. Потеря напряженiя общая (и въ магистральныхъ и въ распределительныхъ проводахъ) 2 вольта. Лампы съ угольной нитью берутъ по 3,5 ватта на свѣчу, а съ металлической нитью по 1 ватту на свѣчу (стр. 43).

Опредѣляемъ силу тока въ проводахъ, необходимую для питанiя лампъ изъ выраженiя мощности (т. к. сила тока на лампу не дана).

Мощность тока для 20 лампъ 16-ти свѣчн., при 3,5 ватта на свѣчу, будетъ:

$$20 \cdot 16 \cdot 3,5 = 1120 \text{ ваттъ}$$

Мощность тока для 10 лампъ 50-ти свѣчн., при 1 ваттѣ на свѣчу:

$$10 \cdot 50 \cdot 1 = 500 \text{ ваттъ.}$$

Общая мощность:

$$W = 1120 + 500 = 1620 \text{ ваттъ.}$$

Сила тока J на всѣ лампы найдется изъ формулы (стр. 5, а также 44):

$$W = EJ, \text{ откуда } J = W : E,$$

гдѣ E напряженiе сѣти = 100 вольтъ.

Слѣдовательно:

$$J = 1620 : 100 = 16,2 \text{ ампера.}$$

Послѣ того находимъ поперечное сѣченіе провода изъ формулы (стр. 57).

$$q = \frac{0,035 \text{ I J}}{e}$$

Потерю напряженiя e до щитка беремъ 1,2 вольта, нѣтъ въ виду, что 0,8 вольта потеряются въ распределительныхъ проводахъ отъ щитка.

Тогда:

$$q = \frac{0,035 \cdot 10 \cdot 16,2}{1,2} = \frac{35 \cdot 10 \cdot 16,2}{1000 \cdot 10 : 2} = 4,7 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое заводомъ сѣченіе (стр. 56):

$$q = 6 \text{ кв. мм.}$$

Тотъ же результатъ былъ бы нами полученъ, если бы мы примѣнили для расчета другую формулу:

$$q = \frac{21 J}{57 e}$$

Указанное сѣченіе разсчитано на заданное паденiе напряженiя въ немъ. Для того же, чтобы узнать, удовлетво- рить ли оно условiямъ безопасности отъ нагрѣванiя, посмотримъ таблицу допускаемыхъ нагрузокъ (стр. 52), изъ которой видимъ, что найденное сѣченіе 6 кв. мм. будетъ вполне достаточно, такъ какъ безопасная нагрузка на него можетъ быть допущена до 20 амперъ, а у насъ всего 16 амперъ.

Примѣръ 20. Для принесенiя въ дѣйствіе насоса требуется поставить моторъ изъ 60 лощ. силъ. Длина магистральной проводки въ одинъ конецъ I = 20 сажень. Напряженiе у зажимовъ мотора E = 110 вольтъ. Допускаемое паденiе напряженiя въ проводахъ беремъ 4 вольта. Коэф. полезнаго дѣйствiя мотора k = 0,9 (по прейсъ-куранту).

Опредѣляемъ нормальную силу тока въ проводахъ, (при полной нагрузкѣ) необходимую для питанiя мотора.

имѣя въ виду, что каждая лошадиная сила соответствуетъ 736 ваттъ.

Мощность, потребляемая моторомъ въ ваттахъ, при коэф. полезнаго дѣйствія  $k = 0,9$  будетъ:

$$W = \frac{60.736}{0,9} = \frac{60.736.10}{9} = 49066.$$

Но такъ какъ:  $W = Ei$ , то  $i = W : E$ ,  
или  $i = 49066 : 110 =$  около 446 амперъ.

Расчетная сила тока (при пускѣ въ ходъ) остается той же, т. к. моторъ свыше 15-ти лошадиныхъ силъ (см. стр. 57).

Послѣ того находимъ поперечное сѣченіе провода изъ формулы (для расстоянія въ сажояхъ):

$$q = \frac{21J}{27e}$$

Подставляя значенія буквъ, имѣемъ:

$$q = \frac{2.20.446}{27.4} = 165 \text{ кв. мм.}$$

Найденное сѣченіе достаточно для заданнаго паденія напряженія въ 52 вольта. Однако при повѣркѣ его на безопасность отъ нагреванія изъ таблицы со стр. 52, видно что указанное сѣченіе будетъ мало и для силы тока до 500 амперъ, потребуетъ:

$$q = 400 \text{ кв. мм.}$$

Тотъ же результатъ былъ бы нами полученъ, если бы мы применили для расчета другую формулу:

$$q = \frac{0,074.1J}{e}$$

## 2. Для постоянного тока трехпроводной системы.

Расчетъ сѣченія проводовъ подобенъ предыдущему.

Главные (внѣшніе провода) рассчитываются въ предположеніи, что обѣ половины системы нагружены одинаково, а въ уравнительномъ (среднемъ) проводѣ токъ отсутствуетъ.

Уравнительному проводу придаютъ половину поперечнаго сѣченія провода внѣшняго, если же онъ соединенъ съ землей, то четвертую часть.

Примѣръ 21. Въ 3-хъ проводную систему постоянного тока включено 230 лампъ, требующихъ для своего нор-

мальнаго горѣнія 120 вольтъ и  $1/2$  амп. каждая. Напряженіе между крайними проводами у мѣста потребления 240 вольтъ, на станціи 250 вольтъ. Расстояніе установки отъ станціи 400 метровъ. Чему равно сѣченіе крайнихъ и среднего проводовъ.

Сила тока на всю установку при равномерной нагрузкѣ обѣихъ половинъ системы опредѣлится, какъ если бы лампы были соединены смѣшанно (по 2 послѣдоват. въ сѣтъ съ напряженіемъ въ 240 вольтъ см. стр. 7).

$$J = 230.1/2 = 115 \text{ амп.}$$

Паденіе напряженія  $e$  въ проводахъ:

$$e = 250 - 240 = 10 \text{ вольтъ.}$$

Сѣченіе одного изъ крайнихъ проводовъ:

$$q = \frac{0,035.1J}{e} = \frac{0,035.400.115}{10} = 161 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое сѣченіе (стр. 56):

$$q = 185 \text{ кв. мм.}$$

Сѣченіе нейтральнаго или нулевого провода (въ случаѣ заземленія):

$$q_0 = 1/2 q = 185/2 = 46 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое:

$$q_0 = 50 \text{ кв. мм.}$$

## 3. Для переменнаго однофазнаго тока.

При нагрузкѣ неиндуктивной (ламповой) формулы тѣ же, что и для пост. тока двухпроводной системы.

При нагрузкѣ индуктивной (моторами, трансформаторами, и пр.) формулы тѣ же, что и для пост. тока двухпроводн. системы, но сила тока  $J$  въ нихъ опредѣляется изъ формулы мощности переменнаго тока (стр. 20).

$$J = \frac{W}{E \cdot m} \quad \text{или} \quad J = \frac{W}{E \cdot \cos \varphi}, \quad \text{гдѣ}$$

$W$  мощность мотора въ ваттахъ (а, если дана въ лошадиныхъ силахъ, то для перевода на ватты множится на 736 и дѣлится на коэф. полезнаго дѣйствія мотора, см. примѣръ 6, стр. 12).



Е напряжение тока.

и или  $\cos\varphi$  коэффициентъ мощности, имѣющій разную величину для моторовъ разныхъ силъ (дается въ прейсъ-курантахъ, среднія величины приведены на стр. 19, а также въ концѣ книги).

Примѣръ 22. Согласно даннымъ прейсъ-куранта предложенный къ приобретению однофазный моторъ въ 3,5 лошадиныхъ силъ, беретъ 3 килоуатта (W) при напряженіи у зажимовъ его E въ 120 вольтъ и коэффициентъ мощности  $(\cos\varphi) = 0,85$ . Какое сѣченіе должно придать проводамъ, питающимъ моторъ, если расстояние до мотора 20 метровъ (въ одинъ конецъ) и потеря напряженія e можетъ быть допущена 4 вольты.

Нормальная сила тока въ проводахъ (при полной нагрузкѣ) согласно приведенной формулѣ и сказанному на стр. 20) будетъ:

$$J = \frac{W}{E \cos\varphi} \quad \text{или} \quad J = \frac{3.1000}{120.0,85} = \text{около } 30 \text{ амперъ.}$$

(Множитель 1000 появился при переводѣ килоуаттовъ въ уатты, такъ какъ 1 килоуаттъ = 1000 уаттъ).

Расчетная сила тока (при пускѣ) будетъ въ 2 раза больше т. е.  $3 = 60$  амп. (стр. 57).

Поперечное сѣченіе провода, удовлетворяющее заданной потерѣ, находимъ изъ формулы той же, что и для постоянного тока (стр. 58), т. е.:

$$q = \frac{0,035 I J}{e} \quad \text{или} \quad q = \frac{35.20.60}{1000.4} = 10,5,$$

ближайшее изготовляемое сѣченіе (стр. 56)

$$q = 10 \text{ кв. мм.,}$$

которое будетъ также удовлетворять и условіямъ безопасности отъ нагрѣванія (таблица, на стр. 52).

#### 4. Для трехфазнаго тока.

Провода трехфазнаго тока могутъ быть рассчитаны по слѣд. формуламъ.

При неиндуктивной нагрузкѣ (напр. лампы):

$$q = \frac{1,73 I J}{57 e} \quad \text{или} \quad q = \frac{0,03 I J}{e}$$

(при разстояніи l въ метрахъ).

$$\text{А также} \quad q = \frac{1,73 I J}{27 e} \quad \text{или} \quad q = \frac{0,064 I J}{e}$$

(при разстояніи l въ саженьяхъ).

Здѣсь l длина одного изъ трехъ проводовъ (въ одинъ конецъ), выраженная въ метрахъ или саженьяхъ.

J сила тока въ одномъ изъ проводовъ.

e заданная величина потери напряженія, представляющая разницу показаній вольтметра, включеннаго у начала установки и на мѣстѣ потребленія энергіи.

Сила тока J вычисляется какъ указано на стр. 27 изъ выраженія мощности по формулѣ

$$J = \frac{W}{1,73 E}, \quad \text{гдѣ}$$

W мощность, установки въ уаттахъ,

E напряженія между какими-либо двумя проводами на мѣстѣ потребленія (напр. у зажимовъ группового щитка).

При индуктивной нагрузкѣ (моторы, трансформаторы и пр.) формулы остаются тѣми же, т. е.

$$q = \frac{1,73 I J}{57 e} \quad \text{или} \quad q = \frac{0,03 I J}{e}$$

(если разстояніе l выражено въ метрахъ),

$$\text{а также} \quad q = \frac{1,73 I J}{27 e} \quad \text{или} \quad q = \frac{0,064 I J}{e}$$

(если разстояніе l выражено въ саженьяхъ), съ тою только разницею, что сила тока J вычисляется здѣсь, какъ указано на стр. 27 изъ выраженія мощности по формулѣ

$$J = \frac{W}{1,73 E \cdot \cos\varphi}, \quad \text{гдѣ}$$

W мощность установки въ уаттахъ

E напряженіе между какими-либо 2 мя проводами на мѣстѣ потребленія (напр. у зажимовъ мотора).

Cos φ или m коэффициентъ мощности, находямый въ прейсъ-курантахъ. (см. стр. 19, а также въ концѣ книги).

Поперечное сѣченіе нейтральнаго или нулевого провода  $q_0$  (при соединеніи звѣздочкой, см. стр. 24) берется равнымъ  $\frac{1}{2}$  сѣченія, найденнаго изъ предыд. формулъ для главныхъ проводовъ

$$[q_0 = \frac{1}{2} q]$$

Въ случаѣ, если провода будутъ не изъ нормальной мѣди, то расчетъ ихъ ведется по тѣмъ же формуламъ, причѣмъ удѣльное сопротивленіе въ нихъ, взятое для мѣди равнымъ  $\frac{1}{57}$  или  $\frac{1}{27}$ , замѣняется соответствующей величиной для принимаемаго металла.

Примѣръ 23. Найти поперечное сѣченіе главныхъ проводовъ, питающихъ установку съ лампами накаливанія, описанную въ примѣрѣ 12 на стр. 27, если длина проводовъ  $l = 10$  метровъ (въ одинъ конецъ), а допускаемое паденіе напряженія  $e$  не должно быть выше 2 вольтъ.

Сила тока въ главныхъ проводахъ для указанной установки уже опредѣлена (стр. 27, 28) и равна:

$$J = 17,3 \text{ ампера.}$$

И потому поперечное сѣченіе (стр. 63).

$$q = \frac{0,031 J}{e} = \frac{0,031 \cdot 17,3}{2} = 2,6 \text{ кв. мм.}$$

Однако, несмотря на то, что найденное сѣченіе будетъ вполне удовлетворять паденію напряженія въ цѣмъ, оно не будетъ достаточно на безопасное нагруженіе отъ нагреванія, такъ какъ для тока въ 17,3 ампера придется взять по крайней мѣрѣ сѣченіе въ 6 кв. мм. (см. табл. на стр. 52).

Примѣръ 24. Для приведенія въ дѣйствіе молотниаки требуется поставить моторъ трехфазнаго тока въ 2 лоп. силы. Какое сѣченіе должно придать проводамъ, если разстояніе до мотора (длина проводовъ въ одинъ конецъ)  $l = 25$  метровъ, а напряженіе у зажимовъ мотора

220 вольтъ. Мощность, потребляемая моторомъ, 1840 ваттъ и сила тока въ каждомъ изъ проводовъ  $J = 6$  амперъ (по даннымъ прейсъ-куранта). Паденіе напряженія въ проводахъ должно быть не болѣе  $e = 1$  вольтъ. Проводка воздушная (наружная).

Т. к. нормальная сила тока въ проводахъ дана (изъ прейсъ-куранта), то ес не приходится искать и слѣдуетъ лишь въ 3 раза увеличить для того, чтобы получить расчетную величину ея (см. стр. 57) т. е. взять

$$J = 3 \cdot 6 = 18 \text{ амп.}$$

Тогда согласно предыдущему, поперечное сѣченіе будетъ.

$$q = \frac{0,031 J}{e} = \frac{0,031 \cdot 18}{4} = 3,4 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое сѣченіе будетъ  $q = 4$  кв. мм., но въ виду того, что проводка предполагается воздушная, при которой сѣченія меньше 6 квадр. мм. не допускаются (стр. 56), придется взять:

$$q = 6 \text{ кв. мм.}$$

При этомъ сѣченіи паденіе напряженія  $e$  будетъ не 4 вольтъ, а меньше, и можетъ быть опредѣлено изъ той же формулы сѣченія, при рѣшеніи ея относительно  $e$ , а именно:

$$e = \frac{0,031 J}{q}$$

$$\text{или } e = \frac{0,031 \cdot 18}{6} = \frac{3 \cdot 25 \cdot 18}{100 \cdot 6} = 2\frac{1}{4} \text{ вольтъ.}$$

Примѣръ 25. Требуется устроить проводку къ мотору въ 10 лошад. силъ, описанному въ примѣрѣ 13, если длина проводовъ въ одинъ конецъ должна быть 25 сажень, а допускаемая величина паденія напряженія не болѣе 4 вольтъ.

Въ виду того, что сила тока въ главныхъ проводахъ въ прейсъ-курантѣ не была дана, приходится ее найти изъ выраженія мощности, какъ это было сдѣлано для того же мотора въ примѣрѣ 13. По слѣдъ подсчета (стр. 28) оказалась нормальная сила тока (при полной нагрузкѣ)

$$J = \text{около } 47 \text{ амперъ.}$$

Расчетная сила тока (при пускѣ) будетъ въ 1,5 раза больше (стр. 57) т. е.

$$J = 1,5 \cdot 47 = \text{ок. } 70 \text{ амп.}$$

Тогда поперечн. сѣчен.  $q$  будетъ (стр. 63).

$$q = \frac{0,064 \cdot 1 \cdot J}{e} = \frac{64,25,70}{1000,4} = 28 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое сѣчение (стр. 56).

$$q = 35 \text{ кв. мм.,}$$

которое также вполнѣ удовлетворяетъ и условіямъ безопасности отъ нагрѣванія (стр. 52).

Надѣние напряженія въ проводѣ при этомъ сѣченіи будетъ, конечно, меньше 4 вольтъ и можетъ быть найдено изъ той же формулы, по при рѣшеніи ея по отношенію къ  $e$ , т. е.

$$e = \frac{0,064 \cdot 1 \cdot J}{q} = \frac{64,25,70}{1000,35} = 3,2 \text{ вольта.}$$

Примѣръ 26. Въ цѣпь трехфазнаго тока съ напряженіемъ у зажимовъ лампъ въ 120 вольтъ включено 90 лампъ треугольникомъ (стр. 25). Определить сѣченіе магистрали подводящей токъ къ нимъ, если длина ея въ 1 километръ = 7 саженьямъ. Потеря напряженія въ магистральной линіи выше 0,8 вольтъ.

Для опредѣленія сѣченія ( $q$ ) воспользуемся формулой (стр. 62):

$$q = \frac{0,064 \cdot 1 \cdot J}{e},$$

гдѣ  $l = 7$  саж.,  $e = 0,8$  вольтъ, а сила тока  $J$  въ каждомъ изъ главныхъ проводовъ будетъ найдена изъ выраженія мощности установки (стр. 27 и 63):

$$W = 1,73 E \cdot J,$$

гдѣ  $E$  напряженіе между каждою парой проводовъ (главное напряженіе), равное напряженію у зажимовъ лампъ т. е. = 120 в.

Мощность, идущая на 1 лампу, если она угольная и 16-ти свѣчная при расходѣ по 3,5 уатта на свѣчу—будетъ (стр. 43).

$$3,5 \cdot 16 = 56 \text{ уаттъ.}$$

Мощность, затрачиваемая на всю установку въ 90 лампъ:

$$56 \cdot 90 = 5040 \text{ уаттъ.}$$

Слѣдовательно:

$$5040 = 1,73 \cdot 120 \cdot J.$$

Откуда:

$$J = \frac{5040}{1,73 \cdot 120} = \frac{5040 \cdot 100}{173 \cdot 120} = 24,3 \text{ ампера.}$$

Такимъ образомъ:

$$q = \frac{0,064 \cdot 7 \cdot 24,3}{0,8} = \frac{64 \cdot 7 \cdot 24,3 \cdot 10}{1000 \cdot 10 \cdot 8} = 13,6 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое сѣчение:

$$q = 16 \text{ кв. мм.,}$$

которое будетъ удовлетворять не только заданному паденію напряженія, но и будетъ вполнѣ безопасно отъ нагрѣванія, т. к. это сѣченіе допускаетъ нагрузку до 40 амп. (стр. 52), вмѣсто имѣющихся у насъ 24,3 амп.

Примѣръ 27. Тѣ же 90 лампъ, и при тѣхъ-же условіяхъ, что и въ предыдущ. примѣрѣ, включены въ цѣпь трехфазнаго тока звѣздой. Найти сѣченіе магистрали:

Мощность ( $W$ ) затрачиваемая на всю установку въ 90 лампъ опредѣляется подобно предыдущему и будетъ та же, а именно (стр. 66):

$$W = 5040 \text{ уаттъ.}$$

Но напряженіе между каждымъ изъ проводовъ магистрали (главное напряж.  $E$ ) не будетъ равно напряженію у зажимовъ лампъ (120 в.), а равно согласно сказанному на (стр. 25):

$$1,73 \cdot 120 = 208 \text{ вольтъ.}$$

Силу тока въ каждомъ изъ проводовъ найдемъ какъ и раньше изъ выраженія мощности установки:

$$W = 1,73 E \cdot J$$

Гдѣ  $W$  то же, что и въ предыдущ. примѣрѣ, т. е. 5040 уаттъ, а  $E = 208$  вольтъ.

Слѣдовательно:

$$J = \frac{5040}{1,73 \cdot 208} = \frac{5040 \cdot 100}{173 \cdot 208} = 14 \text{ амп.}$$

Такимъ образомъ:

$$q = \frac{0,064 \cdot 7 \cdot 14}{0,8} = \frac{64 \cdot 7 \cdot 14 \cdot 10}{1000 \cdot 8} = 7,8 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое сѣчение:

$$q = 10 \text{ кв. мм.}$$

на которомъ и останавливаемся, т. к. оно удовлетворяетъ условіямъ безопасности отъ нагрѣванія, допуская нагрузку до 30 амп. (стр. 52), вмѣсто имѣющихся у насъ 14 амп.

Нейтральный или нулевой проводъ, если таковой имѣется, беремъ съ сѣченіемъ въ два раза меньшимъ (стр. 63), т. е. 5 кв. мм., или ближайшимъ изготовляемымъ

$$q_0 = 6 \text{ кв. мм.}$$



## ИМѢЮТСЯ ВЪ ПРОДАЖѢ:

МОСКВА,

Тверская, Благовъщенскій пер., д. № 1, кв. 17.

**инж. В. Александровъ.**

**В. А. АЛЕКСАНДРОВЪ, ИНЖЕН.** Практическія работы по электротехникѣ. Доступное руководство для монтеровъ и учащ. 824 стр., 237 черт. Цѣна 2 р. 25 к.

**ЕГО-ЖЕ.** Проектированіе электрическихъ установокъ и составленію смѣтъ къ нимъ. 340 стр. текста и 89 черт. и план. въ перев. съ К. Wernicke. Ц. 1 р. 85 к.

**ЕГО-ЖЕ.** Монтажъ электрическихъ установокъ. (Проводка наружная и внутренняя и установка машинъ и распредѣлительныхъ досокъ). Необходимое руководство для монтер. и учащ. Въ основу руковод. положены правила и нормы для электротехн. устр., принятыя Всероссійск. Электротехн. Съѣздомъ и Законополож. объ устр. электрич. установокъ и порядкѣ ихъ разрѣш. Ц. 1 р. 80 к.

**ЕГО-ЖЕ.** Приборъ для опытнаго дозавѣльства законовъ элентрич. тока, дающій возможн. наглядно иллюстрир. законы элентрич. тока (при объяснен. въ классѣ), благодаря чему отвлеченныя понятія о токъ, напряженіи, электродвижущей силѣ, законѣ Ома, законахъ Кирхгофа и пр. становятся осязательными и чрезвычайно легко усваиваются. Цѣна съ принадлежн. и руководств. 23 руб.

**ЕГО-ЖЕ.** Практическій расчетъ проводовъ и ствнцій постояннаго и переменнаго тока и составл. чертена элентрич. установ. Необходимое настольное руков. для технич. конторъ, инженеровъ, монтеровъ, учащихся и самообученія. Со многими примѣрными подсчетами и планами. Ц. 1 р. 25 к.

**ЕГО-ЖЕ.** Таблицы для быстраго нахождения и исправленія поврежденій въ элентрич. уствновкахъ (машинахъ постояннаго и переменн. тока, трансформаторахъ, аккумуляторахъ и освѣтительныхъ установкахъ съ лампами накаливанія и дуговыми фонарями). Ц. 75 к.

**ЕГО - ЖЕ** и инженера Ильинскаго. Практическия электротехника. Перев. съ 12-го изданія Witz и Erlfur:

Часть I. Техника слабыхъ токовъ. Ц. 1 р. 25 к.

Часть II. Техника сильныхъ (постоянн. и переменнаго) токовъ. Ц. 1 р. 25 к.

Каждая часть самостоятельна.

**ЕГО-ЖЕ.** Таблицы и формулы для быстрыхъ математическихъ подсчетовъ. Ц. 35 к.

**ЕГО-ЖЕ.** Что такое электричество? (Сущность электричества и его знач. въ соврем. жизни). Ц. 35 к.

**СЧЕТНАЯ ЛИНЕЙКА** для автоматич. умнож., дѣленія возведенія въ степень, извлеченія корня и пр. длиною въ 26 сантим. Ц. 85 к., руков. къ ней 35 к.

## Расчеты безъ вычисленій

по графикамъ и таблицамъ

для постояннаго и переменнаго токовъ.

Во многихъ случаяхъ для подсчетовъ сѣченія проводовъ и мощности станцій, во избѣжаніе долгихъ вычисленій, пользуются графиками и таблицами.

Въ нижеслѣдующемъ приведены подобныя графики и таблицы и указано пользованіе ими съ поясненіемъ примѣрами.

МОСКОВСКОЕ ОТДѢЛЕНІЕ

РУССКАГО ОБЩЕСТВА

# „Всеобщая Компанія Электричества“.

Заводы въ Берлинѣ и Ригѣ.

МОСКВА, Лубянскій проездъ,  
домъ Стахѣва.

Телефонъ № 42-94 — Контора, № 997 — Складъ.

Адресъ для телеграммъ: Альгеми — Москва.

Электрическая передача  
силы. Электрическая тяга.

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВѢЩЕНІЕ.

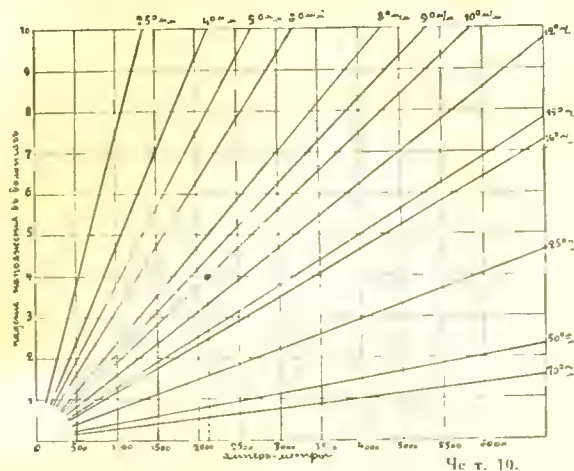
ГРОМАДНЫЙ СКЛАДЪ

всѣхъ произведеній Компаніи.

Проекты, смѣты и каталоги

БЕЗПЛАТНО.

Графикъ для расчета проводовъ  
постояннаго или переменнаго однофазн. тока при  
нагрузкѣ лампами. (Индуктивная нагрузка).



**Способъ пользованія.** Перемножаютъ двойную длину провода въ метрахъ (въ оба конца) на силу тока, которую онъ несетъ. Полученное произведеніе ( $2 L I$ ) отыскиваютъ на горизонтальной линіи внизу графика. На вертикальной лѣвой линіи находятъ цифру, соответствующую выбранной потерѣ напряженія въ проводѣ. Пересѣченіе двухъ линій, проведенныхъ горизонтально и вертикально изъ отложенныхъ точекъ укажетъ наклонную, соответствующую искомому сѣченію провода въ кв. мм. Если пересѣченіе это не придется какъ разъ на наклонной, то берутъ сѣченіе провода соответствующее наклонной линіи, ближайшей къ пересѣченію.

**Примѣръ 28.** Чему равно сѣченіе провода, несущаго токъ въ 15 амп. при длинѣ его (въ оба конца) 100 метр. и допускаемой потерѣ напряж. въ 7 вольтъ.

Произведеніе метровъ на амперы будетъ:

$$15 \cdot 100 = 1500$$

Пересѣченіе линій проведенныхъ изъ точки соотв. 1500 (вертик. линія) и изъ точки соотв. потерѣ напр. въ 7 вольтъ, (гориз. линія) приходится на наклонной линіи соотв. 4 кв. мм. чему и будетъ равно искомое сѣченіе.

**Примѣръ 29.** Какое сѣченіе должно придать проводу, несущему токъ 10 амп. при длинѣ его (въ оба конца) 215 метр. и допускаемой паденіи напряж. 4 вольта.

„Метръ-амперы“ равны для даннаго случая:

$$10 \cdot 215 = 2150$$

Т. к. на графикѣ не имѣется этой цифры, то откладываемъ ее на глазъ, и изъ этого мѣста проводимъ вертик. линію (указана пунктиромъ) до пересѣченія съ горизонтальной линіей соотв. 4 вольтъ. Мѣсто пересѣченія (обозначено черной точкой) приходится на наклонной соотв. искомому сѣченію въ 10 кв. мм.



## Таблица расчета проводов по "метр-амперам"

для постоянного тока и переменного однофазного при нагрузке лампами накаливания (нагрузка).

Потери напряжения в вольтах.	Произведенный длины провода (в оба конца) в метрах на силу тока (21) — "метр-амперы":																						
	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	350	400	450	500	600	700	750	800	850	900	1000	
0.1	18.5	22.2	25.9	29.6	33.3	37.0	40.7	44.4	48.1	51.8	55.4	64.7	74.0	83.3	92.5	101.7	111.0	120.2	129.5	138.7	148.0	157.2	166.5
0.2	9.25	11.1	12.9	14.8	16.7	18.5	20.4	22.2	24.1	25.9	27.8	32.4	37.0	41.7	46.3	50.9	55.5	60.2	64.8	69.4	74.0	78.6	83.3
0.3	6.16	7.40	8.64	9.87	11.1	12.3	13.6	14.8	16.0	17.3	18.5	21.6	24.7	27.8	30.8	33.9	37.0	40.1	43.2	46.3	49.3	52.4	55.5
0.4	4.93	5.85	6.77	7.70	8.62	9.55	10.2	11.1	12.0	12.9	13.8	16.2	18.5	20.8	23.1	25.4	27.7	30.1	32.4	34.7	37.0	39.3	41.6
0.5	3.70	4.44	5.17	5.93	6.66	7.40	8.13	8.88	9.62	10.4	11.1	12.9	14.8	16.7	18.5	20.4	22.3	24.1	25.9	27.7	29.5	31.3	33.0
0.6	3.08	3.70	4.32	4.95	5.58	6.16	6.78	7.40	8.02	8.63	9.24	10.8	12.3	13.9	15.4	17.0	18.5	20.0	21.6	23.1	24.7	26.2	27.7
0.7	2.64	3.17	3.70	4.23	4.76	5.29	5.81	6.35	6.87	7.39	7.99	9.24	10.6	11.9	13.2	14.5	15.9	17.2	18.5	19.8	21.1	22.4	23.8
0.8	2.31	2.77	3.24	3.70	4.16	4.62	5.08	5.55	6.01	6.47	6.93	8.00	9.25	10.5	11.8	12.7	13.9	15.2	16.2	17.3	18.4	19.4	20.5
0.9	2.05	2.42	2.88	3.26	3.70	4.11	4.47	4.93	5.31	5.76	6.16	7.10	8.25	9.35	10.5	11.1	12.0	12.9	13.8	14.7	15.6	16.5	17.4
1.0	1.85	2.22	2.59	2.96	3.33	3.70	4.07	4.41	4.81	5.18	5.54	6.38	7.40	8.38	9.25	10.0	10.8	11.6	12.3	13.1	13.9	14.6	15.4
1.1	1.68	2.02	2.35	2.69	3.03	3.36	3.70	4.04	4.37	4.71	5.04	5.88	6.93	7.89	8.72	9.49	10.2	10.9	11.5	12.2	12.8	13.4	14.1
1.2	1.54	1.85	2.16	2.47	2.78	3.08	3.39	3.70	4.00	4.31	4.61	5.41	6.47	7.40	8.25	8.92	9.59	10.2	10.8	11.4	12.0	12.6	13.2
1.3	1.42	1.71	1.99	2.28	2.56	2.85	3.13	3.42	3.70	3.98	4.27	5.00	6.07	6.93	7.72	8.38	9.02	9.68	10.2	10.8	11.4	11.9	12.5
1.4	1.32	1.59	1.85	2.12	2.38	2.65	2.92	3.19	3.46	3.73	3.99	4.70	5.77	6.63	7.40	8.06	8.69	9.32	9.95	10.5	11.1	11.7	12.3
1.5	1.23	1.48	1.73	1.97	2.22	2.47	2.72	2.96	3.21	3.45	3.70	4.39	5.46	6.32	7.09	7.75	8.38	9.01	9.64	10.2	10.8	11.4	12.0
1.6	1.16	1.38	1.61	1.84	2.08	2.31	2.54	2.78	3.01	3.24	3.47	4.04	5.11	5.78	6.45	7.09	7.72	8.35	8.98	9.61	10.2	10.8	11.4
1.7	1.09	1.31	1.52	1.74	1.96	2.18	2.39	2.61	2.83	3.05	3.27	3.81	4.88	5.41	5.98	6.63	7.08	7.62	8.16	8.70	9.25	9.80	10.3
1.8	1.03	1.23	1.41	1.65	1.85	2.06	2.26	2.47	2.67	2.88	3.08	3.63	4.69	5.14	5.65	6.31	6.68	7.19	7.71	8.22	8.73	9.25	9.76
1.9	0.97	1.17	1.35	1.55	1.75	1.95	2.14	2.34	2.53	2.73	2.92	3.41	4.38	4.87	5.36	6.02	6.39	6.89	7.39	7.89	8.39	8.90	9.40
2.0	0.93	1.11	1.29	1.48	1.68	1.86	2.03	2.22	2.41	2.59	2.78	3.24	4.17	4.63	5.08	5.75	6.02	6.51	6.94	7.40	7.86	8.33	8.80
2.5	0.74	0.89	1.04	1.18	1.33	1.48	1.63	1.78	1.92	2.07	2.22	2.59	3.20	3.70	4.07	4.44	4.87	5.28	5.70	6.04	6.47	6.89	7.30
3.0	0.62	0.74	0.86	0.99	1.11	1.23	1.36	1.48	1.61	1.73	1.85	2.16	2.47	2.78	3.08	3.39	3.70	4.01	4.32	4.63	4.93	5.24	5.55
3.5	0.53	0.63	0.74	0.85	0.95	1.06	1.16	1.27	1.38	1.48	1.59	1.81	2.11	2.38	2.64	2.91	3.18	3.44	3.70	3.97	4.23	4.49	4.76
4.0	0.463	0.56	0.65	0.74	0.83	0.93	1.0	1.11	1.20	1.29	1.39	1.62	1.85	2.08	2.31	2.54	2.77	3.01	3.24	3.47	3.70	3.93	4.17
4.5	0.421	0.494	0.57	0.65	0.73	0.82	0.90	0.99	1.07	1.15	1.23	1.41	1.65	1.85	2.06	2.26	2.47	2.67	2.88	3.08	3.29	3.50	3.70
5.0	0.370	0.441	0.52	0.59	0.67	0.74	0.81	0.89	0.96	1.04	1.11	1.29	1.48	1.67	1.85	2.04	2.22	2.41	2.59	2.77	2.96	3.15	3.33

**Способ пользования.** Число, соответствующее произведению длины провода (в оба конца) в метрах на силу тока идущего по проводу отыскивают в самом верхнем горизонт. ряду. Пересечение вертикал, колонок, соотв. найденной цифр с гориз. строчкой цифр, соотв. допущенной потерей напряжения, дает некоторое сечение провода в кв. мм. Если оно окажется дробным, то приравнять его ближайшему целому (стр. 36). См. примечья 30 и 31.

**Примечья 30.** (См. табл. на стр. 72). Какое сечение 100 метров, допускаемая потеря напряжения 4% от. Определить сечение провода.

Число метр-ампер будет 100.35 = 3500. Этого числа и искать в табл. по его можно разбить на два 350 × 10, и искать сперва сечение соответствующее 350 метр-ампер, а затем увеличить его в 10 раз.

Потеря напряжения 4% от 230 будет = 10 в. Этого числа, возведя его в таблицу, почему будем искать, сечение, соответствующее 5 вольтам (в два раза меньше заданного). Тогда сечение оказывается должно быть равным 1.29 кв. мм. Но так как мы взяли число метр-ампер в 10 раз меньше указанного у нас, то и найденное сечение должно быть увеличено также в десять раз, т.-е. взяли 1.29.10 = 12.9 кв. мм. Это сечение будет соответствовать нашим метр-амперам, но оно взято для падения напряжения в 5 вольт, тогда как у нас должно быть потеряно 10 вольт (в 2 раза больше, почему про- воль может быть взять при той же длине в 2 раза толь- ше, т.-е. 12.9:2 = 6.5 кв. мм.

Ближайшее изготовляемое сечение q = 10 кв. мм., по оно будет не вполне удовлетворять условиям безопасности от поражения (взяв сечение 10 кв. мм. согласно таблиц на стр. 52, допускаемая сила тока должна быть не выше 30 амп... а у нас 35), почему лучше будет взять окончательно сече- ние q = 16 кв. мм. (допускаемое нагрузку до 40 амп.).

**Примечья 31.** (См. табл. на стр. 72). Сила тока, питающего 10-т сильный двигатель постоянного тока, со- гласно прейс-курantu, равна 35 ампер, при 250 вольтах, длина провода от станции до мотора (в оба конца) равна



Таблица для расчета проводовъ по „ламп-саженямъ“

постоянн. тока или одновознаго переменнаго при нагрузкѣ лампами (индуктивная нагрузка).

Ламп. Вт. въ кв. м.	П о т е р я в ь в ъ в о л ь т а х в.																		
	Л а м п о - с а ж е н я м и (в ъ о д н и ъ к о н е ц ѣ).																		
	1	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	4	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	9	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	10
0,75	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
1,77	42	63	84	105	126	147	168	189	210	231	252	273	294	315	336	357	378	399	420
3,14	76	114	152	190	228	266	304	342	380	418	456	494	532	570	608	646	684	722	760
4,90	119	179	238	298	358	417	476	535	595	655	714	774	833	893	952	1012	1071	1131	1190
7,07	171	256	342	427	513	598	684	769	855	940	1026	1111	1197	1282	1368	1453	1539	1624	1710
9,62	232	348	464	580	696	812	928	1044	1160	1276	1392	1508	1624	1740	1855	1972	2088	2204	2320
12,56	304	456	608	760	912	1064	1216	1368	1520	1672	1824	1976	2128	2280	2432	2584	2736	2888	3040
15,90	384	576	768	960	1152	1344	1536	1728	1920	2112	2304	2496	2688	2880	3072	3264	3456	3648	3840
19,63	474	711	948	1185	1422	1659	1896	2133	2370	2607	2844	3081	3318	3555	3792	4029	4266	4503	4740
23,76	575	862	1150	1437	1725	2012	2300	2587	2875	3162	3450	3737	4025	4312	4600	4887	5175	5463	5750
28,27	684	1026	1368	1710	2052	2394	2736	3078	3420	3762	4104	4446	4788	5130	5472	5814	6156	6498	6840
32,19	772	1156	1544	1930	2316	2702	3088	3474	3860	4246	4632	5018	5404	5790	6176	6562	6948	7334	7720
39,26	948	1422	1896	2370	2844	3318	3792	4266	4740	5214	5688	6162	6636	7110	7584	8058	85-2	9006	9480
44,75	1074	1611	2144	2685	3222	3759	4288	4833	5370	5903	6441	6981	7510	8047	8576	9121	9658	10203	10740
51,82	1242	1863	2484	3105	3726	4347	4968	5589	6210	6831	7452	8073	8694	9315	9936	10557	11178	11799	12420
58,89	1411	2116	2822	3527	4233	4938	5644	6349	7054	7760	8466	9171	9877	10582	11288	11993	12698	13403	14110
67,53	1620	2430	3240	4050	4860	5670	6480	7290	8100	8910	9720	10530	11340	12150	12960	13770	14580	15390	16200
76,17	1828	2722	3656	4550	5484	6378	7312	8206	9100	10034	10968	11862	12796	13690	14624	15518	16412	17306	18280
84,81	2035	3053	4070	5088	6105	7123	8140	9158	10175	11193	12210	13228	14245	15263	16180	17298	18315	19333	20350

Способъ пользования таблицей со стр. 74. Число 16-свѣчныхъ лампъ, расположенныхъ на проводѣ и требующихъ около 0,53 амп. каждая. (лампы съ угольной нитью при напряженіи около 105 вольтъ), множатъ на длину провода въ одинъ конецъ, выраженную въ саженьяхъ. Полученное произведение, называемое „ламп-саженями“, ищутъ въ столбцѣ, соответствующемъ выбранной потерѣ напряжения; если точная величина вычисленнаго произведенія не находится въ столбцѣ, то берутъ ближайшую къ ней. Искомое сѣченіе провода находится въ крайнемъ лѣвомъ столбцѣ, въ томъ же ряду, что и найденное раньше произведение „ламп-саженей“. Окончательное сѣченіе провода будетъ равно ближайшему изготовляемому (стр. 56). 32-хъ-свѣчныхъ лампы считаютъ за двѣ, 50-свѣчныхъ за три, 100-свѣчныхъ за 6 и т. д.

Въ случаѣ, если лампа беретъ не 0,53 ампера, а нѣсколько больше или меньше, точно также, если напряжение будетъ не около 105 вольтъ, а немного больше или меньше (отъ 100 до 120 в.), то все-таки можно пользоваться данной таблицей въ виду того, что окончательное сѣченіе приходится округлять до ближайшаго изготовляемаго.

Примѣръ 32. Определить сѣченіе магистралей, питающей 100 шт. 16 свѣч. лампъ при длинѣ провода (въ одинъ конецъ) равной 25 саженьямъ и допускаемой

потери напряжения 5 вольтъ. Напряжение сѣти 110 вольтъ. Произведение лампъ на сажени равно  $100 \cdot 25 = 2500$ . Въ столбцѣ для паденія напряжения въ 5 вольтъ найтъ такой цифры, а есть ближайшая къ ней 2975, которой соответствуетъ сѣченіе 23,76 кв. мм. или ближайшее изготовляемое 25 кв. мм. (стр. 56).

Это сѣченіе, рассчитанное на паденіе напряжения, будетъ также безопасно и отъ нагреванія, такъ какъ для сѣченія въ 25 кв. мм. допускается сила тока до 60 амп. (стр. 52), а у насъ всего  $0,53 \cdot 100 = 53$  ампера.

Таблица расчета проводов трехфазного тока по "лямпо-саженям".

Нагрузка лампами свеч. треугольником (пендулт. Cos. φ = 1).										
Сечение провода	Потеря в вольтах.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,75	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
1,77	81	168	252	336	420	504	588	672	756	840
3,14	152	304	456	608	760	912	1064	1216	1368	1520
4,80	238	476	714	952	1190	1428	1666	1904	2142	2380
7,07	342	684	1026	1368	1710	2052	2394	2736	3078	3420
9,62	464	928	1393	1856	2320	2784	3248	3712	4176	4640
12,56	608	1216	1824	2432	3040	3648	4256	4864	5472	6080
15,90	768	1536	2304	3072	3840	4608	5376	6144	6912	7680
19,69	948	1896	2844	3792	4740	5688	6636	7584	8532	9480
23,76	1150	2300	3450	4600	5750	6900	8050	9200	10350	11500
28,27	1368	2736	4104	5472	6840	8208	9576	10944	12312	13680
32,19	1544	3088	4632	6176	7720	9264	10808	12352	13896	15440
39,26	1896	3792	5688	7584	9480	11376	13272	15168	17064	18960
44,75	2148	4296	6444	8592	10740	12888	15036	17184	19332	21480
51,82	2484	4968	7452	9936	12420	14904	17388	19872	22356	24840
58,89	2822	5644	8466	11288	14110	16932	19754	22572	25398	28220
67,53	3240	6480	9720	12960	16200	19440	22680	25920	29160	32400
76,17	3656	7312	10968	14624	18280	21936	25592	29248	32904	36560

Нагрузка лампами свеч. звездой (пендулт. Cos. φ = 1).										
Сечение провода	Потеря в вольтах.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,75	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200
1,77	252	504	756	1008	1260	1512	1764	2016	2268	2520
3,14	456	912	1368	1824	2280	2736	3192	3648	4104	4560
4,80	714	1428	2142	2856	3570	4284	4998	5712	6426	7140
7,07	1026	2052	3078	4064	5100	6156	7142	8128	9174	10260
9,62	1392	2784	4176	5568	6960	8356	9744	11136	12528	13920
12,56	1824	3648	5472	7296	9120	10944	12768	14592	16416	18240
15,90	2304	4608	6912	9216	11520	13824	16128	18432	20736	23040
19,69	2844	5688	8532	11376	14220	17064	19908	22752	25596	28440
23,76	3450	6900	10350	13800	17250	20700	24150	27600	31050	34500
28,27	4104	8208	12312	16416	20520	24624	28728	32832	36936	41040
32,19	4632	9264	13896	18228	23160	27792	32424	37056	41688	46320
39,26	5376	10752	16128	21168	26400	31800	37320	42840	48360	53760
44,75	6144	12288	18432	24576	31164	37524	44004	50504	57008	63504
51,82	6936	13872	20808	27648	34920	42480	50160	57960	65760	73560
58,89	7752	15504	23232	30864	39000	47220	55620	64140	72780	81480
67,53	8592	17184	25776	34176	42840	51840	61080	70560	80280	90120
76,17	9456	18912	28368	37536	46800	56400	66240	76320	86640	97080

Способ пользования таблицей в стр. 76 подобен изложенному для таблицы на стр. 74, 75. Лампы приняты 16-свечная по 0,53 ам. каждая, (при 105 вольтах) или приблизительно на ту же силу тока и для напряжения от 100 до 120 вольт.

Примѣръ 33 (см. табл. стр. 76). От ввода электричества в здание проложена магистраль, нагруженная в концѣ 90 лампами, включенными треугольником (двѣя табл.).

Длина магистрали въ одинъ конецъ 7 сажень. Падение напряжения въ ней можетъ быть допущено всего лишь 0,8

вольт; чему равно сѣченіе магистрали (см. также примѣръ 26).

Число "лямпо-саженей" для данного случая будетъ  $90 \cdot 7 = 630$ . Число вольтъ, соответствующихъ данному (0,8 в.) въ таблицѣ нѣтъ, но есть въ десять разъ большее, а именно 8 вольтъ. Если мы найдемъ сѣченіе для въ десять разъ большаго паденія напряжения, то найденную площадь придется увеличить въ 10 разъ, чтобы выйти искомого сѣченіе, соответствующее потерѣ напряжения въ 0,8 вольтъ.

Ближайшее къ 630 число "лямпо-саженей" въ столбцѣ для 8-ми вольтъ есть 672, чему соответствуетъ сѣченіе 1,77 кв. мм. Но это сѣченіе согласно предыдущему придется увеличить въ 10 разъ, благодаря чему мы будемъ имѣть искомое сѣченіе равнымъ 17,7 кв. мм. Искромъ окончательное ближайшее изготовляемое (стр. 56) т. е. 16 кв. мм., тѣмъ болѣе, что оно не только будетъ намъ обзвечивать задан-

ную потерю напряжения, но окажется вполнѣ безопаснымъ отъ нагружанія, согласно таблицы на стр. 52, по которой на него можно нагрузить до 40 амперъ, вмѣсто имѣющихся у васъ 24,3 ам. (см. примѣръ 26).

Примѣръ 34 (см. табл. стр. 76). Имѣются тѣ же лампы и при тѣхъ же условіяхъ, но включенныя въ цѣпь звѣздой. Опредѣлить сѣченіе магистрали (см. также примѣръ 27).

"Лямпо-саженей" установокъ остаются тѣ же, что и въ предыдущемъ примѣрѣ, т. е. 630. Ближайшее число "лямпо-саженей" равное 756, находится въ столбцѣ соответств. 3 вольта, чему соответствуетъ сѣченіе провода 1,77 кв. мм. Такое сѣченіе должно было бы придать проводу, если бы потери напряжения была 3 вольта; у насъ же не 3 вольта, а 0,8, т. е. почти въ 4 раза меньше, следовательно потеря должна быть въ 4 раза толще, т. е. искомое сѣченіе  $= 4 \cdot 1,77 = 7,1$  кв. мм. Или ближайшее изготовляемое 10 кв. мм., на которомъ и останавливаемся, тѣмъ болѣе, что оно также удовлетворяетъ и безопасности отъ нагружанія (см. примѣръ 27).



**Таблица расчета проводов для моторовъ трехфазн. тока.**  
при максим. потерѣ напрж. въ 4 вольта и напрж. сѣтн 120 вольтъ.

Длина магистр. въ саженьхъ	Мощность моторовъ въ лошадиныхъ силахъ.																							
	Съ р е с т а т о м ъ.																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50					
	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50
	въ коротко замкнутымъ якоремъ.																							
	Убъение магистралей въ квадратныхъ миллиметрахъ.																							
3	1,5	2,5	4	4	6	6	10	10	16	25	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185
5	1,5	2,5	4	4	6	6	10	10	16	25	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185
8	1,5	2,5	4	4	6	6	10	10	16	25	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185
10	2,5	4	4	6	10	6	10	10	16	25	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185
12	2,5	4	6	6	10	6	10	10	16	25	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185
15	4	6	6	10	16	10	10	16	25	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185	
18	4	6	10	16	10	10	16	25	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185	185	
20	4	6	10	16	10	16	16	25	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185	185	
22	4	10	10	16	25	16	16	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185	185	185	
25	6	10	10	16	25	16	16	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185	185	185	
27	6	10	16	16	25	16	16	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185	185	185	
30	6	10	16	16	25	16	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185	185	185	185	
32	6	10	16	25	25	16	25	25	35	35	35	50	50	70	70	95	120	120	150	185	185	185	185	
35	10	16	16	25	35	25	25	35	35	50	50	50	70	70	95	120	120	150	185	185	185	185	185	
40	10	16	16	25	35	25	25	35	35	50	50	50	70	70	95	120	120	150	185	185	185	185	185	
45	10	16	25	25	35	25	35	35	50	50	70	70	95	95	120	120	120	150	185	185	185	185	185	
50	10	16	25	25	35	25	35	35	50	70	70	95	95	120	120	120	150	185	185	185	185	185	185	

**Способъ пользования.** Искомое сѣченіе провода находятъ на пересѣченіи вертикальнаго столбца цифры, соответствующей мощности мотора въ лошадиныхъ силахъ, съ горизонтальнымъ рядомъ, соответствующимъ длине магистралн въ саженьхъ. Цифры сѣченій взяты имѣющіяся на рынкѣ (готовяемая стр. 56). Жирнымъ обозначены цифры сѣченій предпочтительна, при которыхъ паденіе напряженія въ проводѣ будетъ равно при данной длине наиболѣе, т. е. 4 вольтамъ.

Таблица любезно предоставлена Московской центральной стальной (О-ва Электрнч. освѣщенія, учрежденнаго въ 1886 г.

Примѣръ 35. Требуется найти поперечное сѣченіе проводовъ къ трехфазному мотору съ коротко замкнутымъ якоремъ въ 1,5 лоп. силы, при длинѣ магистралн (длинѣ провода въ одинъ конецъ) равной 20 саженьмъ.

Въ графѣ мощность моторовъ съ коротко замкнутымъ якоремъ для 1,5 лоп. силы и 20 саженьмъ разстоянія находимъ.

$$Q = 16 \text{ кв. мм.}$$

Цифра эта обозначена жирнымъ, что указываетъ на то, что она предпочтительна, т. е. при данной сѣченіи и длинѣ паденіе напряженія въ проводѣ будетъ 4 вольта.

Если бы длина магистралн для того же мотора у насъ была не 20 саженьмъ, а 30 саж., то сѣченіе провода при-

шло бы взять не 16 кв. мм., а уже 25 кв. мм.

$$Q = 25 \text{ кв. мм.}$$

По это сѣченіе не было бы предпочтительнымъ, т. е. при немъ въ проводѣ терялось бы несколько мѣвѣ 4 вольтъ. По настоящему для паденія въ 4 полта должно было бы взять сѣченіе мѣвѣ 25 кв. мм., но ближайшее изготовляемое оказывается 25 кв. мм., а потому на немъ оставимся.

Если бы мы захотѣли узнать насколько меньше 4-хъ вольтъ будетъ паденіе въ данномъ кабелѣ, то этотъ вопросъ легко можно было бы разрѣшить, какъ это указано въ примѣрѣ 24.

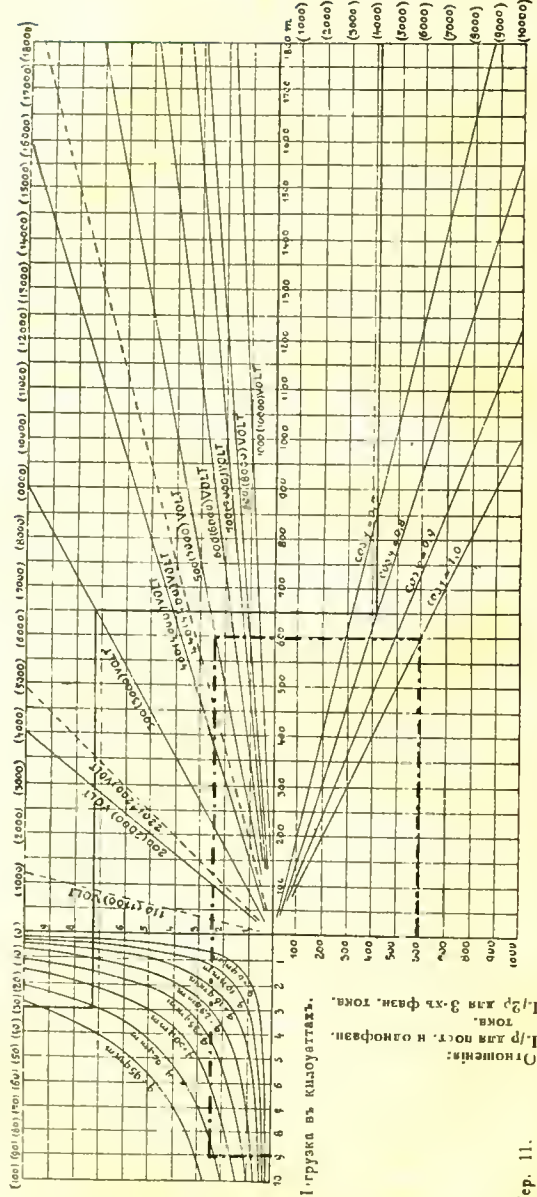


**Графики расчета проводов для постоянного и переменного токов как однофазного, так и 3-х фазного при нагрузке лампами (неиндуктивн.) и при нагрузке моторами (индуктивной).**

**Графикъ I.**

Нагрузка в киловаттах.

Расстояния в метрах.

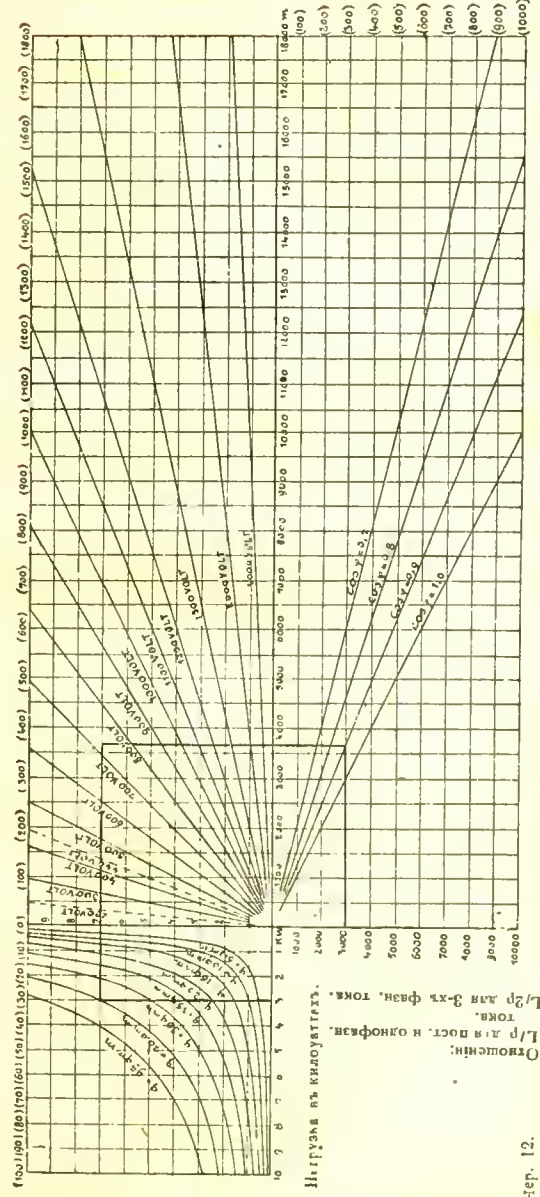


Чер. 11.

**Графикъ II.**

Нагрузка в киловаттах.

Расстояния в метрах.



Чер. 12.

Приведенные на стр. 80 и 81 графики (чер. 11 и 12) дают возможность чрезвычайно просто производить подсчеты проводов постоянного и переменного токов как однофазного, так и 3-х фазного при нагрузках неиндуктивной (наприм. лампы) и индуктивной (напр. моторы).

При помощи этих графиков можно разрешать следующие вопросы, встречающиеся при подсчетах проводов:

1. Какое сечение должно придать проводу, чтобы при передаче по нем известнаго количества энергии, падение напряжения в нем не было выше заданной величины.

2. Какую нагрузку можно допустить на провод определенной длины и площади поперечнаго сечения при данном напряжении сѣти.

3. Каково будет падение напряжения в проводѣ, если известны передаваемая по нему энергия, длина провода и напряжение сѣти.

4. Какое расстояние можно допустить для передачи по проводу даннаго сечения определеннаго количества энергии и, точно установленной величины, допускаемаго паденія напряжения в немъ.

5. Какое должно выбрать напряжение сѣти, чтобы при определенной заданной напередъ величинѣ потери напряжения в проводѣ известной длины и сечения можно было передать по нему определенное количество энергии.

Способъ пользования графиками легче всего выяснить на примѣрахъ:

Примѣръ 36. Въ разстояніи 6000 метровъ отъ станицы ( $L = 6000$ ) постоянного тока расположена нагрузка, требующая силы тока  $J = 18$  амп. Напряжение сѣти  $E = 500$  вольтъ, падение напряжения  $p$  въ проводахъ не выше 10% ( $p = 10$ ). Чему равно сѣченіе провода  $q$ ?

$$\text{Отношеніе } \frac{L}{p} \text{ для данаго случая } = \frac{6000}{10} = 600$$

Передаваемая мощность  $W = E \cdot J = 500 \cdot 18 = 9000$  уаттъ. = 9 килоуаттъ.

Такъ какъ токъ постоянный, то индукція въ сѣпи не будетъ и коэффициентъ мощности (стр. 19) или, какъ его называютъ,  $\cos \varphi$  будетъ равенъ 1; если бы токъ былъ переменный, то  $\cos \varphi$  онъ не былъ бы равенъ 1, а былъ меньше ея (стр. 19). Пользуемся графикомъ I и цифрами безъ скобокъ, потому что величина  $L/p$  равная 600 находится между 100 и 1000 (слѣва графика), а мощность между 1 и 10 (также слѣва внизу).

Для нахождения искомой площади поперечнаго сѣченія провода отъ цифры 600 идемъ горизонтальную линію вправо (какъ указано пунктиромъ — — —) до пересѣченія съ наклонной, надъ которой написано  $\cos \varphi = 1,0$ ; отсюда поднимаемся вертикально вверхъ до другой наклонной, надъ которой надписано 500 вольтъ (цифра также безъ скобки); отъ мѣста пересѣченія ихъ идемъ влѣво до тѣхъ поръ, пока наша горизонтальная линія не пересѣчется съ вертикальной, проведенной отъ цифры 9 (также безъ скобокъ), соответствующей нашей нагрузкѣ (9 килоуаттъ). Мѣсто пересѣченія ихъ приходится нѣсколько выше кривой, надъ которой надписано сѣченіе провода  $q = 70$  кв. мм., слѣдовательно и искомое сѣченіе будетъ нѣсколько больше 70 кв. мм.; но такъ какъ мѣсто пересѣченія ближе къ кривой съ надписью 70 кв. мм., чѣмъ къ кривой, подъ которой надписано слѣдующее сѣченіе ( $q = 95$  кв. мм.), то окончательно останавливаемся на сѣченіи

$$q = 70 \text{ кв. мм.}$$

тѣмъ болѣе, что она вполне удовлетворяетъ и условіямъ безопасности отъ нагрѣванія (см. стр. 52).

Если мы сдѣлаемъ повѣрку найденнаго результата вычисленіемъ по формулѣ, приведенной на стр. 57, то конечно придемъ къ тому же результату. Дѣйствительно по формулѣ

$$q = \frac{0,035 \cdot L \cdot J}{e}$$

гдѣ  $L = 6000$  метр.,  $J = 18$  амп.,  $e$  — падение напряжения — 10% отъ 500 вольтъ,

$$\text{т. е. } e = \frac{500 \cdot 10}{100} = 50 \text{ вольтъ.}$$

$$\text{Слѣд. } q = \frac{35 \cdot 6000 \cdot 18}{1000 \cdot 50} = 75,6 \text{ кв. мм.}$$

т. е. немного больше ближайшего изготавливаемого сечения  
 пь 70 кв. мм. (стр. 56), почему окончательно можно взять

$$q = 70 \text{ кв. мм.}$$

Примѣръ 37. Пусть имѣемъ тѣ же цифры длины  
 провода ( $L=6000$  метр.), нагрузки ( $W=9$  килоуаттъ), на-  
 напряжения сѣти ( $E=500$  вольтъ) и паденія напряжения  
 ( $r=10\%$ ), что и въ предыдущемъ примѣрѣ, но пусть токъ,  
 передаваемый по проводамъ, будетъ переменный, а  
 нагрузка индуктивная (напр. моторы) съ коэффи-  
 циентомъ мощности или  $\cos \varphi = 0,9$ . Чему будетъ въ дан-  
 номъ случаѣ равно сѣченіе проводовъ?

Какъ и въ предыдущемъ примѣрѣ идемъ горизонталь-  
 ную линію отъ  $L/r = 600$  вправо, по по до наклонной, съ  
 надписью  $\cos \varphi = 1$ , а до наклонной съ надписью  $\cos \varphi =$   
 $= 0,9$  (токъ переменный, нагрузка индуктивная); отсюда  
 какъ и равнѣ поднимаемся вверхъ до пересѣченія съ на-  
 клонной соотв. 500 вольтъ и далѣе идемъ лѣво до пере-  
 сѣченія съ вертикальной линіей, проведенной отъ цифры,  
 соответствующей вашей нагрузкѣ (9 килоуаттъ). Пересѣ-  
 ченіе этихъ линій приходится немного ниже кривой съ над-  
 писью  $q = 95$  кв. мм. почему принимаемъ искомое сѣченіе  
 равнымъ ближайшему изготавливаемому, т. е.

$$q = 95 \text{ кв. мм.}$$

Повѣрка по формулѣ, приведенной на стр. 61., даетъ  
 тотъ же результатъ. Дѣйствительно:

$$\text{сила тока въ проводѣ } J = \frac{W}{E \cdot \cos \varphi} = \frac{9000}{500 \cdot 0,9} = 20 \text{ амп.}$$

Сѣчсіе провода согласно сказанному на стр. 61 нахо-  
 дится по той же формулѣ, что и для пост. тока, по съ подета-  
 повкою силы тока, соответствующей переменному, т. е.  
 для нашего случая (при  $\cos \varphi = 0,9$ ) равнымъ 20 амп.

Такимъ образомъ имѣемъ:

$$q = \frac{0,035 \cdot L \cdot J}{e} = \frac{35 \cdot 6000 \cdot 20}{1000 \cdot 50} = 84 \text{ кв. мм.}$$

такъ какъ ближайшее изготовляемое сѣчсіе есть 95 кв.мм.  
 (стр. 56), то окончательно останавливаемся на

$$q = 95 \text{ кв. мм.}$$

Если бы нагрузка сѣти была неиндуктивная  
 (напр. лампы), то и для переменнаго однофазнаго тока какъ  
 графикъ, такъ и вычисленіе дали бы тотъ же результатъ  
 ( $q=70$  кв. мм.), что и въ примѣрѣ—для тока постояннаго,  
 такъ какъ въ этомъ случаѣ  $\cos \varphi = 1$ .

Примѣръ 38. Требуется передать мощность въ 30  
 килоуаттъ 3-хъ-фазнаго тока на разстояніе 16,8 кило-  
 метра или 16800 метр. Напряжение сѣти 3000 вольтъ, потеря  
 напряжения  $= 2\%$ , коэффицентъ мощности или  $\cos \varphi = 0,8$ .  
 Чему равно поперечное сѣченіе проводовъ?

$$\text{Отношеніе } \frac{L}{2r} \text{ для даннаго случая} = \frac{16800}{2 \cdot 2} = 4200,$$

т. е. находится между 1070 и 10000 (при трехфазномъ  
 токѣ въ этомъ отношеніи въ знаменателѣ берется  $2r$ , тогда  
 какъ для постояннаго тока или тока переменнаго однофаз-  
 наго, было просто  $r$ ). Передаваемая мощность 30 ки-  
 лоуаттъ находится между 10 и 100, почему пользуемся гра-  
 фикою П и цифрами въ скобкахъ (для отношенія  $L/2r$  спра-  
 ва графика, а для мощности сверху въ лѣвой сторонѣ).

Для нахождения искомой площади поперечнаго сѣченія  
 провода идемъ отъ цифры 4200 (немного ниже 4000 поста-  
 вленной въ скобкахъ) влѣво линію (на графикѣ она ука-  
 зана чернымъ (———)), до пересѣченія съ наклонной,  
 соответствующей нашему  $\cos \varphi = 0,8$ , отсюда идемъ вверхъ  
 до пересѣченія съ другой наклонной напряженія съ над-  
 писью 3000 вольтъ (въ скобкахъ). отсюда поворачиваемъ  
 влѣво до пересѣченія съ вертикальной линіей, проведенной  
 отъ цифры соответствующей вашей мощности (30 кило-  
 уаттъ въ скобкахъ). Мѣсто пересѣченія приходится на  
 кривой съ надписью  $q = 70$  кв. мм., почему это сѣченіе  
 назначаемъ каждому изъ 3-хъ проводовъ, системы трехфаз-  
 наго тока.

Повѣрка вычисленіемъ по формулѣ, помѣщенной на  
 стр. 63, даетъ тотъ же результатъ. а именно:

$$q = \frac{0,03 L \cdot J}{e}, \text{ гдѣ}$$

$$L = 16800 \text{ метр.}$$

$$e \text{ паденіе напряжения равнос } 2\% \text{ отъ } 3000, \text{ т. е. } \frac{3000 \cdot 2}{100} = 60 \text{ вольтъ.}$$

$J$  сила тока въ каждомъ изъ проводовъ, которая нахо-  
 дится изъ выраженія мощности трехфазнаго тока при ин-  
 дуктивной нагрузкѣ (стр. 27).

$$W = 1,73 E \cdot J \cdot \cos \varphi,$$

а такъ какъ  $W=30000$  уаттъ,  $E=3000$  вольтъ и  $\cos \varphi =$   
 $= 0,8$ , то

$$30000 = 1,73 \cdot 3000 \cdot J \cdot 0,8.$$

$$\text{откуда } J = \frac{30000}{1,73 \cdot 3000 \cdot 0,8} = \frac{30000 \cdot 100 \cdot 10}{173 \cdot 3000 \cdot 8} = 7,2 \text{ амп.}$$



Такимъ образомъ (стр. 63).

$$q = \frac{0,03 \cdot 16800 \cdot 7,2}{60 \cdot 0,8} = \frac{3 \cdot 16800 \cdot 7,2 \cdot 10}{100 \cdot 60 \cdot 10 \cdot 8} = 75,6 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое сѣчение будетъ

$$q = 70 \text{ кв. мм.},$$

т. е. то же, что и найденное по графику.

**П р и м ѣ р ъ 39.** Имѣется проводъ въ 16 кв. мм. По нему необходимо передать энергии въ 3 килоатта на разстояніе  $L=3000$  метровъ съ потерей напряженія  $P$  не свыше  $5\%$ . Какое должно быть при этомъ напряженіе сѣтп?

Такъ какъ мощность 3 килоатта есть мощность меньшая 10 к.л., а отношеніе

$$\text{для постоянного тока } \frac{L}{P} = \frac{300}{5} = 600, \text{ а}$$

$$\text{для трехфазнаго } \frac{L}{2P} = \frac{3000}{2 \cdot 5} = 300, \text{ то примѣняемъ гра-}$$

фикъ I, съ цифрами безъ скобокъ.

Отъ цифры отношенія 600 для постоянного тока или 300 для трехфазнаго идемъ вправо до пересѣченія съ наклонной линіей, надъ которой подписано  $\cos \varphi = 1$  (такъ какъ токъ постоянный не облачаетъ индукціей, точно такъ же какъ и переменный, если нагрузка у него не индуктивная, напр. лампы). Далѣе поднимаемся вверхъ, гдѣ мы встрѣтимся съ другой линіей, которую должны новости отъ цифры нагрузки (3 килоатта) вверхъ до встрѣчи съ кривою, соотвѣствующей  $q = 16$  кв. мм. и затѣмъ вправо.

Мѣсто встрѣчи этихъ двухъ линій (одной, веденной снизу и другой—веденной сверху), укажетъ искомое напряжение. Для трехфазнаго тока оно придется на наклонной съ подписью 440 вольтъ, а для постоянного подлѣ наклонной соотвѣт. 600 вольтъ.

**П р и м ѣ р ъ 40.** Желаютъ энергию переменнаго тока въ 3 килоатта съ коэффициентомъ мощности  $\cos \varphi = 0,9$  (нагрузка индуктивная) передать на разстояніе  $L=3000$  метровъ съ потерей напряженія  $p$  въ  $1\%$  по проводу въ 70 кв. мм. Чему равно напряженіе сѣтп?

Такъ какъ мощность 3 килоатта меньше 10 килоаттъ, а отношеніе  $L/P = 3000 : 1 = 3000$  находится между 1000 и 10000, то примѣняемъ графикъ II съ цифрами безъ скобокъ рѣшеніе указано на немъ черной линіей (—), согласно которой видимъ, что искомое напряжение должно заключаться между 700 и 800 вольтами и будетъ приблизительно равно 725 вольтъ.

## Графики для опредѣленія мощности

установокъ пост. и переменнаго тока  
безъ вычисленій.

При опредѣленіи мощности установокъ постоянного и переменнаго токовъ, какъ однофазнаго такъ и трехфазнаго безъ какихъ бы то ни было вычисленій, чрезвычайно удобно пользоваться графиками, изображенными на вкладномъ листѣ 1-мъ.

Всѣ четыре графика составлены по одному и тому же типу и лишь разнятся другъ отъ друга различнымъ числомъ амперъ, вольтъ и лошадиныхъ силъ.

Лѣвая половина графиковъ составлена такъ, что даетъ произведенія вольтъ на амперы (EJ), т.-е. мощность, выраженную въ уаттахъ, которая можетъ быть прочитана на вертикальной шкалѣ посрединѣ графика, подраздѣленной на килоатты (тысячи уаттовъ).

На правой половинѣ графиковъ отыскиваются значенія, соотвѣтствующія найденной (въ килоаттахъ) мощности, выраженной въ лошадиныхъ силахъ, причемъ, въ зависимости отъ величины потерь мощности, значенія эти могутъ быть взяты большими или меньшими найденныхъ на 5, 10, 15, 20 или  $25\%$ .

Можно также мощность, выраженную въ лошадиныхъ силахъ и найденную на правой сторонѣ графика, перевести на килоатты и найти соотвѣтствующіе имъ амперы и вольты машины.

Вліяніе индукціи на уменьшеніе мощности при переменномъ токѣ, характеризуемое коэффициентомъ мощности или  $\cos \varphi$  (косинусъ  $\varphi$  стр. 19),

также учитывается въ графикахъ, для чего примѣняютъ срединную часть ихъ съ надписью  $\text{Cos}^2$ .

Способъ пользованія графиками легко уясняется изъ приводимыхъ ниже примѣровъ, причемъ ходъ нахождения тѣхъ или другихъ величинъ указанъ толстымъ пунктиромъ (— · · · · — или — — — —), а найденныя величины черными точками (●).

### Для постоянного тока.

**Примѣръ 41.** Чему равна мощность электрическаго тока (W) въ килоуаттахъ и лошадиныхъ силахъ, если сила тока (J) равна 81 амперу, и напряженіе (E) равно 100 вольтъ и чему будетъ равна та же мощность, уменьшенная на 15% (т. е. 85% первоначальной) и увеличенная на 25% (т. е. 125% отъ первоначальной).

Такъ какъ указанные амперы установки находятся между 20 и 100, а вольты между 20 и 110, то примѣняемъ графикъ 1.

Данное число амперъ (81) разыскиваемъ на лѣвой половинѣ графика внизу. Оно будетъ на 2 маленькихъ клѣточки правѣе 80, такъ какъ каждая клѣточка для даннаго графика равна  $\frac{1}{2}$  амп.

Отъ найденнаго значенія амперъ поднимаемся вверхъ (указано пунктиромъ — · · · · —) до пересѣченія съ наклонной линіей, надъ которой надписано 100 вольтъ и затѣмъ идемъ направо, гдѣ на вертикальной шкалѣ прочитаемъ искомую мощность въ килоуаттахъ.

$$W = 8,1 \text{ килоуатта.}$$

То же дали бы намъ и вычисления:  $W = E \cdot J = 100 \cdot 81 = 8100$  уаттъ или 8,1 килоуатта.

Для того, чтобы перевести найденную мощность въ лошадиныя силы, продолжаемъ идти направо отъ точки 8,1 до пересѣченія съ наклонной линіей на правой сторонѣ графика, надъ которой надписано 100%, а оттуда поднимаемся вверхъ, гдѣ на верхней горизонтальной шкалѣ прочитаемъ искомое число лошадиныхъ силъ:

11 лошади. силъ или 11 PS.

То же дали бы намъ и вычисления, для чего нужно было бы мощность, выраженную въ уаттахъ раздѣлить на 736

(1 лш. сила соотвѣт. 736 уаттъ), т. е.  $8100 : 736 = 11$  лш. силъ.

Если бы намъ сказали, что слѣдуетъ взять на 15% больше найденной мощности, тогда пришлось бы вести горизонтальную линію дальше вплоть до пересѣченія съ наклонной, надъ которой подписано 115, а оттуда подняться какъ и раньше вверхъ, гдѣ на шкалѣ прочитаемъ

12,7 лш. силъ.

То же дадутъ намъ и вычисления, для чего первоначальную мощность (11 лш. силъ) придется помножить на 125 и раздѣлить на 100, т. е.

$$\frac{11 \cdot 125}{100} = 12,65 \text{ или около } 12,7 \text{ лш. силъ.}$$

Если бы требовалось найти мощность на 15% меньше, то пришлось бы горизонтальную линію довести лишь до наклонной линіи съ надписью 85, а оттуда снова подняться вверхъ и на горизонтальной шкалѣ прочитавъ

9,4 лш. силы.

То же дали бы намъ и вычисления

$$\frac{11 \cdot 85}{100} = 9,35 \text{ или около } 9,4 \text{ л. силы.}$$

**Примѣръ 42.** Чему соотвѣтствуютъ 145 лошадиныхъ силъ въ уаттахъ, если потеря мощности равна 10%.

Для опредѣленія пользуемся графикомъ 11, для чего съ правой части его на верхней шкалѣ отыскиваемъ число лошадиныхъ силъ 145. Отъ этой цифры опускаемся внизъ (пунктирь — · · · · —) до наклонной съ надписью 100. Оттуда слѣдовало бы пойти лѣво и на вертикальной шкалѣ прочитавъ искомыя уатты, но такъ какъ требуется найти мощность, которая была бы на 10% больше имѣющейся у насъ, то отъ наклонной линіи съ надписью 100 идемъ до наклонной линіи съ надписью 110, а оттуда поднимаемся снова до линіи съ надписью 100 и тогда только идемъ лѣво до вертикальной шкалы, гдѣ читаемъ искомую мощность

118 килоуаттъ.

То же можно было бы найти вычисленіемъ, для чего

слѣдовало бы перевести лошадиныя силы въ уатты, умноживъ на 736, а полученное произведение умножить на 110 и разделить на 100, т. е.

$$\frac{145 \cdot 736 \cdot 110}{100} = 117392 \text{ уатта или около } 118 \text{ килоуаттъ.}$$

**П р и м ъ р ъ 43.** Чему равна мощность тока при силѣ тока 87,5 амп., и напряженіи 400 вольтъ и чему будетъ равна та же мощность увеличенная или уменьшенная на 20%.

Такъ какъ число данныхъ вольтъ находится между 200 и 1100, а число амперъ между 20 и 100. то примѣняемъ IV графикъ, гдѣ съ лѣвой стороны его отыскиваемъ внизу точку соотвѣт. 87,5 амперъ (каждая маленькая клеточка  $\frac{1}{2}$  амп.). Отъ нея поднимаемся вверхъ (пунктиръ — — — —) до пересѣченія съ наклонной линіей съ надписью 400 и оттуда идемъ вправо, гдѣ на средней вертикальной шкалѣ читаемъ искомую мощность въ килоуаттахъ

$$W = 35 \text{ килоуаттъ.}$$

Для нахождения лошадиныхъ силъ идемъ далѣе вправо и подобно тому какъ въ примѣрѣ 1-мъ, но на нижней шкалѣ находимъ:

Нормальное число лош. силъ. . . . .	47,5
Уменьшенное на 20% . . . . .	38
Увеличенное на 20% . . . . .	57

### Для переменнаго однофазнаго тона.

#### 1) При нагрузкѣ лампами. (Неиндуктивная нагрузка).

Разсужденія остаются тѣ же, что и для тока постояннаго (см. примѣры 41, 42, 43).

#### 2) При нагрузкѣ моторами или трансформаторами. (Индуктивная нагрузка).

**П р и м ъ р ъ 44.** Чему соотвѣтствуетъ мощность переменнаго однофазнаго тока при силѣ тока 44 ампера, напряженіи 480 вольтъ и коэффициентѣ мощности  $\cos \varphi = 0,8$

На нижней шкалѣ графика III-го съ лѣвой стороны находимъ точку, соотвѣт. 44 амперамъ, отъ которой поднимаемся вверхъ (пунктиръ — — — —) до пересѣченія съ наклонной линіей съ надписью 480 вольтъ, а оттуда вправо до вертикальной шкалы. Если бы токъ былъ постоянный

или переменный, но при нагрузкѣ неиндукционной, то въ этой точкѣ можно было бы прочесть искомую мощность (21 килоуаттъ), но въ данномъ случаѣ влѣдствіе индукционной нагрузки мощность будетъ меньше, почему отъ этой точки идемъ по наклонной вправо внизъ (подъ гору) до пересѣченія съ линіей, надъ которой имѣется надпись 0,8 (соотвѣтствующая  $\cos \varphi = 0,8$ ), откуда возвращаемся влѣво снова къ вертикальной шкалѣ, гдѣ теперь окончательно можемъ прочесть значеніе искомой мощности

$$W = 16,8 \text{ килоуатта.}$$

То же можно было бы найти вычисленіемъ изъ формулы (стр. 20).

$$W = E \cdot J \cdot \cos \varphi, \text{ т. е. } W = 480 \cdot 44 \cdot 0,8 = 16896 \text{ уаттъ}$$

или около 16,8 килоуатта.

Если бы намъ необходимо было найденную мощность выразить въ лошадиныхъ силахъ, то пришлое бы, какъ и при постоянномъ токѣ, отъ найденной точки идти вправо на правую часть графика, до пересѣченія съ линіей, надъ которой написано 100 или же 80, 90, 120 и т. д. въ зависимости отъ потерь и оттуда подняться вверхъ, гдѣ прочесть на шкалѣ искомый результатъ. Подобный переходъ на лошадиныя силы продѣлавъ на слѣдующемъ примѣрѣ.

**П р и м ъ р ъ 45.** Сколько лошадиныхъ силъ даетъ переменный однофазный токъ силой въ 460 амперъ при напряженіи 120 вольтъ и коэффициентѣ мощности  $\cos \varphi = 0,8$ .

На графикѣ II внизу находимъ согласно предыдущему точку, соотвѣтствующую 460 амп., отъ которой поднимаемся вверхъ (указано пунктиромъ — — — —), до пересѣченія съ наклонной, надъ которой написано 120 вольтъ и оттуда идемъ вправо до вертикальной шкалы, спускаемся по наклонной внизъ (подъ гору) до линіи съ надписью 0,8 ( $\cos \varphi = 0,8$ ) и снова идемъ вправо на другую половину графика до наклонной съ надписью 100, оттуда спускаемся внизъ и читаемъ на нижней шкалѣ

Искомое число силъ 60 PS.

То же дано бы и вычисленіе по формулѣ (стр. 20),

$$W = \frac{E \cdot J \cdot \cos \varphi}{736} = \frac{120 \cdot 460 \cdot 0,8}{736} = 60 \text{ PS}$$



Если бы необходимо было принять во внимание еще потери мощности, напримеръ въ 25%, то пришлось бы идти не до наклонной съ надписью 100, а до наклонной съ надписью 75 и отсюда внизъ, что дало бы намъ окончательно 45 лощ. силъ.

### Для трехфазнаго тока.

#### 1) При нагрузкѣ лампами. (Неиндуктивная нагрузка).

Примѣръ 46. Чему равна мощность  $W$  трехфазнаго тока питающаго лампы при силѣ тока въ главномъ проводѣ  $J=320$  амперъ и напряженіи  $E=220$  вольтъ.

На нижней шкалѣ графика II го отыскиваемъ точку, соответствующую 320 амперамъ и отъ нея поднимаемся вверхъ (пунктиръ — — — —), до пересѣченія съ наклонной, надъ которой надписано 220 вольтъ, отсюда идемъ вправо до вертикальной шкалы, отъ которой спускаемся по наклонной внизъ (подъ гору), но лишь до средняго болѣе толстаго и длиннаго луча отъ котораго возвращаемся снова къ вертикальной шкалѣ, (идемъ влѣво), на которой читаемъ 61 (каждая клеточка равна килоуатту). Для того, чтобы найти искомую мощность, полученную мощность удваиваемъ, т. е. имѣемъ

$$W=2 \cdot 61 = 122 \text{ килоуатта.}$$

То же можно было бы получить и вычисленіемъ по формулѣ (стр. 27)

$$W = 1,73 E \cdot J = 1,73 \cdot 220 \cdot 320 = 121,8$$

или около 122 килоуаттъ.

#### 2) При нагрузкѣ моторами и трансформаторами. (Нагрузка индуктивная).

Примѣръ 47. Чему равна мощность трехфазнаго тока, питающаго моторы при силѣ тока  $J$  въ 80 амп., напряженіи  $E = 1000$  вольтъ и коэффициентѣ мощности  $\cos \varphi = 0,8$ .

На нижней шкалѣ графика IV отыскиваемъ точку, соответствующую 80 амп. и отъ нея идемъ вверхъ (указано пунктиромъ — — —) до пересѣченія съ наклонной, соответствующей 1000 вольтъ, отсюда идемъ вправо до пересѣченія съ вертикальной шкалой. Отъ этой точки спускаемся по наклонной внизъ (подъ гору) до толстаго длиннаго средняго луча, возвращаемся влѣво и вторично спускаемся подъ гору, но до линіи съ надписью 0,8 ( $\cos \varphi = 0,8$ ), откуда идемъ

влѣво до вертикальной шкалы, на которой читаемъ 55 $\frac{1}{2}$ . Полученное число удваиваемъ и находимъ искомую мощность равной

111 килоуаттъ.

То же можно было бы получить вычисленіемъ изъ формулы (стр. 27).

$$\begin{aligned} W &= 1,73 \cdot E \cdot J \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 1000 \cdot 80 \cdot 0,8 = \\ &= 110720 \text{ уаттъ или около 111 килоуаттъ.} \end{aligned}$$

Если бы полученную мощность необходимо было перевести въ лошадиныя силы, то поступаемъ какъ указано въ слѣдующемъ примѣрѣ.

Примѣръ 48. Чему равна мощность въ лошадиныхъ силахъ трехфазнаго тока силою въ 26 амп., при напряженіи 460 вольтъ и  $\cos \varphi = 0,75$ .

Подобно предыдущему (примѣръ 47) находимъ на графикѣ III точку на нижней шкалѣ соответствующую 26 амп., отъ которой поднимаемся вверхъ (пунктиръ — — —) до наклонной съ надписью 460 и идемъ вправо до вертикальной шкалы, отъ которой спускаемся по наклонной внизъ (подъ гору) одинъ разъ до средняго длиннаго и толстаго луча и возвращаемся влѣво, а другой разъ спускаемся подъ гору ниже и именно до линіи съ надписью 0,75, ( $\cos \varphi = 0,75$ ); отсюда идемъ влѣво и читаемъ на вертикальной шкалѣ 8. Удваиваемъ это число ( $2 \cdot 8 = 16$ ), поднимаемся вверхъ до 16 и отсюда идемъ вправо на другую сторону графика до наклонной линіи съ надписью 100, поднимаясь вверхъ отъ которой, прочтемъ на верхней шкалѣ

искомое число лошадиныхъ силъ 21 PS.

То же можно было бы получить вычисленіемъ изъ формулы (стр. 27).

$$W = \frac{1,73 \cdot E \cdot J \cdot \cos \varphi}{736} = \frac{1,73 \cdot 460 \cdot 26 \cdot 0,75}{736} = 21 \text{ PS.}$$

Если бы надо было полученную мощность увеличить, напримеръ, на 10%, то пришлось бы горизонтальную линію продолжить до наклонной съ надписью 110 и оттуда уже идти къ верхней шкалѣ, гдѣ тогда прочли бы

23,1 PS.

То же дало бы намъ и вычисленіе

$$\frac{21 \cdot 110}{100} = 23,1 \text{ PS.}$$

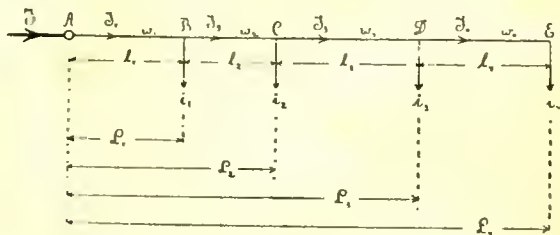
## Расчет разветвленных проводов.

Под разветвленным проводом разумеют такой, подлинъ котораго берутся отъвления для питанія отдѣльных потребителей (лампъ, моторовъ и пр.).

### Расчетъ каждаго изъ отъвленій.

Этотъ расчетъ, конечно, ничѣмъ не отличается отъ предыдущихъ, описанныхъ ранѣе, такъ какъ каждый изъ отъветвленных проводовъ есть не что иное какъ одиночный, въ концѣ котораго сосредоточена его нагрузка.

**Примѣръ 49.** Требуется опредѣлить сѣченіе проводовъ, отъветвленныхъ отъ точекъ В, С, Д и Е (черт. 13) главнаго или магистральнаго провода АЕ, если сила тока  $i_1$ , уходящая въ 1-е отъветвленіе = 21 амп., сила тока  $i_2$ , уходящая во 2-е отъветвленіе = 12 амп., въ 3-е  $i_3 = 24$  амп., въ 4-е  $i_4 = 9$  амп.



Черт. 13.

Длины  $l$  каждаго изъ отъветвленій (въ одинъ конецъ) одинаковы и равны 9,5 метр. Паденіе напряженія въ каждомъ изъ отъветвленій можетъ быть допущено не выше одного вольта.

По формулѣ на стр. 57 для мѣдныхъ проводовъ имѣемъ:

$$\text{Для I-го отъветвленія } q_1 = \frac{0,035 \cdot 9,5 \cdot 21}{1} = 7 \text{ кв. мм. или ближайшее изготовляемое } q_1 = 10 \text{ кв. мм.}$$

$$\text{Для II-го отъветвленія } q_2 = \frac{0,035 \cdot 9,5 \cdot 12}{1} = 4 \text{ кв. мм.}$$

$$\text{Для III-го отъветвленія } q_3 = \frac{0,035 \cdot 9,5 \cdot 24}{1} = 8 \text{ кв. мм. или ближайшее изготовляемое } q_3 = 10 \text{ кв. мм.}$$

$$\text{Для IV-го отъветвленія } q_4 = \frac{0,035 \cdot 9,5 \cdot 9}{1} = 3 \text{ кв. мм. или ближайшее изготовляемое } q_4 = 4 \text{ кв. мм.}$$

Указанныя сѣченія опредѣлены по формуламъ, гарантирующимъ заданное напряженіе (1 вольтъ).

Но для того, чтобы можно было окончательно остановиться на нихъ, найденныя сѣченія слѣдуетъ повѣрить на безопасность отъ нагреванія, согласно таблицѣ на стр. 52, изъ которой находимъ, что по проводамъ 1-го и 3-го отъветвленія въ 10 кв. мм. можно было бы безопасно пропустить 30 амперъ, вмѣсто имѣющихся у насъ 21 и 24 амперъ. Провода 2-го и 4-го отъветвленія въ 4 кв. мм. можно было бы безопасно нагрузить на 15 амперъ, вмѣсто имѣющихся у насъ 9 и 12 амперъ. Такимъ образомъ, найденныя сѣченія вполне удовлетворяютъ условіямъ безопасности отъ нагреванія и, если бы не необходимость согласно заданію терять въ каждомъ изъ нихъ не болѣе 1 вольта, то они могли бы быть взяты меньшаго сѣченія, а именно, напр. 1-й въ 6 кв. мм. (до 20 амп.), и 4-й въ 2,5 кв. мм. (до 10 амп.).

### Расчетъ главнаго провода съ отъветвленіями (магистраль).

Этотъ расчетъ можетъ быть веденъ совершенно по такимъ же формуламъ, что и для предыдущихъ случаевъ, имѣя въ виду ту силу тока, которая течетъ по каждой части провода между отъветвленіями. Для каждой такой части тогда получится, конечно, разное сѣченіе, такъ какъ сила тока, идущая по нимъ, будетъ разная.

**Примѣръ 50.** Требуется опредѣлить сѣченія главнаго (магистральнаго) провода АЕ (черт. 13), которая онъ пол-

жень имѣть между каждымъ изъ отвѣтвленій (въ точкахъ В, С, D и Е). Силы тока, идущія въ каждое изъ отвѣтвленій, какъ и въ примѣрѣ 49 соответственно равны  $i_1 = 21$  амп.,  $i_2 = 12$  амп.,  $i_3 = 24$  амп.,  $i_4 = 9$  амп. Расстоянія между отвѣтвленіями равны  $l_1 = 19$  метр.,  $l_2 = 19$  метр.,  $l_3 = 38$  метр.,  $l_4 = 38$  метр.

Паденіе напряженія отъ точки А до Е можетъ быть опущено не выше 3 вольта. Распредѣляя паденіе напряженія равномерно (пропорціонально длинѣ) имѣемъ, что въ части АВ паденіе должно быть 0,5 вольта, въ части ВС также 0,5 в., а въ частяхъ CD и DE по 1 вольту, т. е. всего  $0,5 + 0,5 + 1 + 1 = 3$  в.

По формулѣ на стр. 7 получаемъ для части провода АВ, въ которой токъ течетъ равный суммѣ всѣхъ токовъ:  $J_1 = i_1 + i_2 + i_3 + i_4$  или  $J_1 = 21 + 12 + 24 + 9 = 66$  амп. Тогда сѣченіе этой части (стр. 57) будетъ:

$$Q_1 = \frac{0,0351_1 J_1}{e_1} = \frac{0,035 \cdot 19 \cdot 66}{0,5} = 88 \text{ кв. мм.}$$

или ближайшее изготовляемое

$$Q_1 = 95 \text{ кв. мм.}$$

Для части провода ВС, въ которой сила тока  $J_2$  будетъ меньше на 21 амп., т. е.  $J_2 = 66 - 21 = 45$  амп. (такъ какъ 21 амп. ушло въ 1-ое отвѣтвленіе).

$$Q_2 = \frac{0,0351_2 J_2}{e_2} = \frac{0,035 \cdot 19 \cdot 45}{0,5} = 60 \text{ кв. мм.}$$

или ближайшее изготовляемое

$$Q_2 = 70 \text{ кв. мм.}$$

Для части провода CD, въ которой сила тока  $J_3$  будетъ еще меньше (на 12 амп. чѣмъ во 2-мъ отвѣтвленіи), т. е.  $J_3 = 45 - 12 = 33$  амп.

$$Q_3 = \frac{0,0351_3 J_3}{e_3} = \frac{0,035 \cdot 38 \cdot 33}{1} = 44 \text{ кв. мм.}$$

или ближайшее изготовляемое

$$Q_3 = 50 \text{ кв. мм.}$$

Для части провода DE, въ которой сила тока  $J_4$  будетъ самая меньшая (такъ какъ это есть послѣднее отвѣтвленіе) т. е.  $J_4 = 33 - 24 = 9$  амп.

$$Q_4 = \frac{0,0351_4 J_4}{e_4} = \frac{0,035 \cdot 38 \cdot 9}{1} = 12 \text{ кв. мм.}$$

или ближайшее изготовляемое

$$Q_4 = 16 \text{ кв. мм.}$$

Найденныя сѣченія опредѣлены по формуламъ, гарантирующимъ въ нихъ заданную потерю напряженія, для того же, чтобы узнать, будутъ ли они обезпечивать безопасность отъ нагреванія, слѣдуетъ проверить ихъ на допусковую нагрузку по таблицѣ на стр. 52, изъ которой видно, что вычисленныя сѣченія вполне достаточны, такъ какъ они могли бы (если бъ не необходимость имѣть опредѣленныя потери напряженія) безопасно выдержать соответственно 165 амп., 310 амп., 100 амп., 40 амп., вмѣсто, имѣющихся у насъ, соответственно 66 амп., 45 амп., 33 амп. и 9 амп.

Подсчетъ сѣченій провода съ отвѣтвленіями, только что приведенный (въ примѣрѣ, — не всегда применяется на практикѣ, такъ какъ при указанномъ подсчетѣ, хотя и получается наименьшій расходъ мѣди (постепенно, по мѣрѣ нагрузки, уменьшающееся сѣченіе) но при этомъ требуется постановка при каждой перемѣнѣ сѣченія особаго предохранителя (стр. 48), или же, въ мало нагруженныхъ проводахъ (до 6 амп.), сращиваніе проводовъ разныхъ сѣченій, что, несомнѣнно, удорожаетъ въ общемъ стоимость установки.

Чаще всего для того, чтобы избѣжать указанныхъ неудобствъ, такому проводу придаютъ нѣкоторое среднее сѣченіе, опредѣляемое изъ формулъ;

Для постоянного тока (сравн. въ форм. на стр. 58).

$$Q = \frac{0,035}{e} (i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3 + i_4 l_4 + \dots) \left. \begin{array}{l} \text{для разст.} \\ l \text{ въ метр.} \end{array} \right\}$$

или

$$Q = \frac{0,074}{e} (i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3 + i_4 l_4 + \dots) \left. \begin{array}{l} \text{для разст.} \\ l \text{ въ саж.} \end{array} \right\}$$

Гдѣ  $e$  общая величина паденія напряженія во всемъ проводѣ отъ начала до конца (отъ А до Е на чер. 13).

$i_1, i_2, i_3, i_4$  и т. д. силы токовъ, идущія въ каждое изъ отвѣтвленій.



$l_1, l_2, l_3, l_4$  и т. д. расстояния от начала провода до каждого из ответвлений в метрах или саженях (см. чер. 13).

Произведения  $il$  в этой формуле носят название „моментов токов“.

Для переменн. однофазн. тока.

1) При нагрузкѣ лампами (неиндуктивн. нагрузка), формулы остаются тѣ же, что и для постоянн. тока.

2) При нагрузкѣ моторами, трансформаторами и пр. (нагрузка индуктивная) сѣчение, находятъ изъ формулъ постоянн. тока, но силы тока въ нихъ опредѣляются согласно сказанному на стр. 20.

Для 3-хъ фазнаго тока (сравн. съ формулами на стр. 62, 63).

1) Нагрузка лампами (неиндуктивная). При условіи равномернаго нагруженія фазъ, т. е. когда между 1 и 2, 1 и 3, 2 и 3 проводами или между каждымъ изъ проводовъ и нейтральнымъ включено по одинаковому числу лампъ, имѣемъ:

$$Q = \frac{0,03}{e} (i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3 + \dots) \quad \left. \begin{array}{l} \text{для разст.} \\ l \text{ въ метр.} \end{array} \right\}$$

или

$$Q = \frac{0,064}{e} (i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3 + \dots) \quad \left. \begin{array}{l} \text{для разст.} \\ l \text{ въ саж.} \end{array} \right\}$$

Силы токовъ  $i_1, i_2, i_3, \dots$  и т. д., заходящія въ каждое изъ ответвлений 3-хъ фазнаго тока, находятся согласно указаніямъ на стр. 27 (см. также примѣры 12 на стр. 27, и примѣры 26 и 27).

2) Нагрузка моторами и пр. (индуктивная). Сѣчение находятъ изъ предыдущихъ формулъ (для нагрузки лампами), но сила тока въ нихъ опредѣляется согласно указаніямъ на стр. 27.

Примѣръ 51. Требуется найти сѣчение провода съ 4-мя ответвленіями для случая, описаннаго въ примѣрѣ 50, имѣя, однако, въ виду, что сѣченіе проводу желаютъ придать не ступенчатое, а одинаковое по всей длинѣ.

Согласно даннымъ въ примѣрѣ 50, силы тока, заходящія въ ответвленія (въ точности В, С, D и E черт. 13):

$$i_1=21 \text{ амп.}, i_2=12 \text{ амп.}, i_3=24 \text{ амп.}, i_4=9 \text{ амп.}$$

Расстояніе отъ начала провода до мѣстъ ответвленія:

$$l_1 = l_1 = 19 \text{ метр.}, l_2 = l_1 + l_2 = 19 + 19 = 38 \text{ метр.}$$

$$l_3 = l_1 + l_2 + l_3 = 19 + 19 + 38 = 76 \text{ метр.}$$

$$l_4 = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 = 19 + 19 + 38 + 38 = 114 \text{ метр.}$$

Наденіе напряженія во всемъ проводѣ  $AE = 3$  вольта.

Подставляя данныя величины въ предыдущую формулу имѣемъ:

$$Q = \frac{0,035}{3} (21 \cdot 19 + 12 \cdot 38 + 24 \cdot 76 + 9 \cdot 114) = 44 \text{ кв. мм.}$$

или ближайшее изготовляемое

$$Q = 50 \text{ кв. мм.}$$

Такое сѣченіе долженъ имѣть проводъ по всей длинѣ чтобы паденіе напряженія въ немъ при данныхъ условіяхъ не было свыше 3 вольта.

Для того, чтобы узнать, будетъ ли найденное сѣченіе удовлетворять безопасности отъ нагрѣванія, смотримъ въ таблицу наибольшихъ нагрузокъ на стр. 52, изъ которой видимъ, что сѣченіе въ 50 кв. мм. могло бы быть безопасно нагружено на 100 амперъ (вмѣсто нашихъ  $i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 66$  амп.), если бы не необходимость имѣть заданное паденіе напряженія (3 вольта).

Примѣръ 52. Подлинѣ главнаго провода (магистраль), несущаго трехфазный токъ съ напряженіемъ въ 120 вольтъ, взяты 2 ответвленія къ моторамъ 3-хъ фазн. тока въ 3 и 5 лошадиныхъ силъ. Расстояніе отъ начала провода до 1-го мотора (въ 3 лш. силы) равно 15 саж. Расстояніе отъ того же начала провода до 2-го мотора (въ 5 лш. силъ) равно 25 саж. (т. е. расстояніе между моторами 10 саж.). Опредѣлить сѣченіе главнаго провода въ предположеніи, что оно должно быть взято одинаковымъ по всей длинѣ. Допускаемая потеря напряженія не свыше 4 вольта.

Согласно таблицъ въ концѣ книги (или по прейсъ-куранту) находимъ, что сила тока въ каждомъ изъ проводовъ отвѣтленія будетъ для мотора въ 3 лш. силы  $i_1 = 18$  амп. (при числѣ оборотовъ=1000) и для мотора въ 5 лш. силъ  $i_2 = 26$  амп. (при числѣ оборотовъ 1500).

Если бы мы не имѣли ни табличныхъ, ни прейсъ-курантиныхъ данныхъ для опредѣленія силъ тока, идущихъ на оторы, то ихъ можно было бы опредѣлить слѣдующимъ образомъ:

Пусть коэф. полезнаго дѣйствія 1-го мотора (въ 3 л. с.)  $k=0,78$ , т. е. отдаетъ онъ вамъ всего  $78\%$  той энергій, которую мы къ нему подводимъ, а  $22\%$  ея теряется въ немъ самомъ, пусть коэффициентъ мощности его или  $\text{Cos } \varphi$  косинусъ  $\varphi$  (стр. 19) равенъ 0,76, тогда энергій  $W$ , которую мы къ нему подводимъ, будетъ (стр. 6, а также примѣръ 13 на стр. 28):

$$W = \frac{3.736}{0,78} = \frac{3.736.100}{78} = 2800 \text{ уаттъ или } 28 \text{ гектоуаттъ,}$$

такъ какъ коэф. полезнаго дѣйствія его равенъ 0,78, а каждая лошадиная сила соответствуетъ 736 уаттъ.

Сила тока  $i_1$  въ каждомъ изъ проводовъ, питающихъ моторъ, будетъ найдена изъ равенства (стр. 27).

$$W = 1,73Ei \text{ Cos } \varphi,$$

гдѣ  $W = 2800$  уаттъ,  $E = 120$  вольтъ,  $\text{Cos } \varphi = 0,76$

$$\text{слѣд. } 2800 = 1,73.120.i_1.0,76$$

$$\text{оттуда } i_1 = \frac{2800}{1,73.120.0,76} = \frac{2800.100.100}{173.120.76} = \text{около } 18 \text{ амп.,}$$

т. е. получаемъ тотъ же результатъ, что и изъ таблицы въ концѣ книги („Моторы 3-хъ фазн. тока“).

Тѣ же самыя вычисленія мы могли бы продѣлать и для 2-го мотора, если бы у насъ не имѣлось таблицы или прейсъ-куранта, согласно которымъ мы получили бы

$$i_2 = 26 \text{ амп.}$$

т. е. тоже что и въ таблицѣ.

Итакъ, найдя тѣмъ или другимъ способомъ нормальные силы тока въ каждомъ проводѣ, идущие въ каждый изъ моторовъ (18 амп., 26 амп.), опредѣляемъ расчетные силы тока (стр. 56), которые будутъ  $i_1 = 3,18 = 54$  амп., а  $i_2 = 2,26 = 52$  амп. Тогда сѣченіе  $Q$  провода, которое онъ долженъ имѣть, чтобы паденіе напряженія въ немъ дало не выше 4 вольтъ ( $e = 4$  вольтъ) по формулѣ со стр. 98 будетъ:

$$Q = \frac{0,064}{c} (i_1 L_1 + i_2 L_2).$$

слѣд.

$$Q = \frac{0,064}{4} (18 \cdot 15 + 26 \cdot 25) = 14,7 \text{ кв. мм. или ближай-}$$

шее изготовляемое

$$Q = 16 \text{ кв. мм.}$$

Однако, хотя найденное сѣченіе и будетъ обезпечивать требуемое паденіе напряженія въ проводѣ 4 вольтъ, по оно согласно нормамъ Министерства Внутреннихъ Дѣлъ (стр. 52) будетъ для общей силы тока въ  $18 + 26 = 44$  амп. не вполне безопасно отъ перегрѣванія, такъ какъ сѣченіе въ 16 кв. мм. соответствуетъ нагрузкѣ въ 40 амп., почему всего лучше взять сѣченіе въ 25 кв. мм.,

$$Q = 25 \text{ кв. мм.,}$$

допускающее нагрузку до 60 амп.

В. Я. Александровъ, инж.  
ПРАКТИЧЕСКІЯ РАБОТЫ  
ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКѢ.

Доступное руководство для монтажниковъ и учащихся №24 стр. 237 чер. Цѣна 2 руб. 25 коп.  
Складъ. Москва, Благов. я., д. № 1, кв. 17.

## Расчет домовых установок.

Расчет домашней установки ведется по тѣмъ же правиламъ, что и выше, при чемъ особое вниманіе удѣляется расчету главныхъ или магистральныхъ проводовъ (отъ ввода до щитка).

Главная магистраль, несущая весь токъ, подсчитывается какъ одиночный проводъ не имѣющей отвлѣтлений (стр. 57—67), т. е. на всю нагрузку.

Стояки или вертикальные магистральные провода, имѣющіе отвлѣтленія въ каждую изъ квартиръ рассчитываются какъ провода развлѣтленные по „моментамъ“ тока (см. стр. 95).

Для постояннаго тока и тока переменнаго однофазнаго расчетъ этотъ остается подобнымъ приведенному на стр. 97, при трехфазномъ токѣ примѣняются, конечно, формулы трехфазнаго тока, (стр. 98), а сами лампы распределяются между фазами (между каждою парой проводовъ) равномерно. То же нужно имѣть въ виду и при включеніи лампъ по 3-хъ проводной системѣ постояннаго тока, гдѣ число лампъ между каждымъ крайнимъ и среднимъ проводами должно быть одинаковое.

Групповые магистрали (отъ щитка на каждую группу въ 10 лампъ) подсчитываются какъ провода развлѣтленные, такъ какъ по ихъ длинѣ берутся отвлѣтленія къ лампамъ. Въ виду того, что групповыя магистрали берутъ одного и того же сѣченія по всей длинѣ, ихъ расчитываютъ.

по „моментамъ токовъ“ какъ описано на стр. 97, 98 и въ примѣрахъ 51 и 52. Очень часто особенно въ небольшихъ квартирахъ такимъ групповымъ магистральямъ даютъ сѣченіе 2,5 или 1,5 кв. мм. и затѣмъ повѣряютъ по формулѣ со стр. 97, не будетъ ли въ проводѣ при выбранномъ сѣченіи потеря напряженія выше допускаемой. Тогда формула со стр. 97 рѣшается относительно  $e$  и принимаетъ видъ:

$$e = \frac{0,035}{(\rho)} (i_1 L_1 + i_2 L_2 + i_3 L_3 + \dots) \quad \begin{array}{l} \text{для разст.} \\ L \text{ въ метр.} \end{array}$$

или

$$e = \frac{0,074}{(\rho)} (i_1 L_1 + i_2 L_2 + i_3 L_3 + \dots) \quad \begin{array}{l} \text{для разст.} \\ L \text{ въ саж.} \end{array}$$

Отвлѣтленія къ лампамъ берутся обыкновенно безъ особыхъ подсчетовъ въ 1,5 кв. мм. (см. стр. 56) или выше, если то будутъ многоламповыя люстры, потребляющія много тока; тогда конечно каждое такое отвлѣтленіе придется расчитать особо (по обычнымъ правиламъ).

Спускные провода и шнуры къ подвѣсамъ съ 1 лампой берутъ по 1 кв. мм. (см. стр. 56) безъ расчитыванія, точно такъ же, какъ и провода для зарядки люстръ и пр. (арматуръ), сѣченіе которыхъ назначаютъ въ 0,75 кв. мм. (стр. 56).

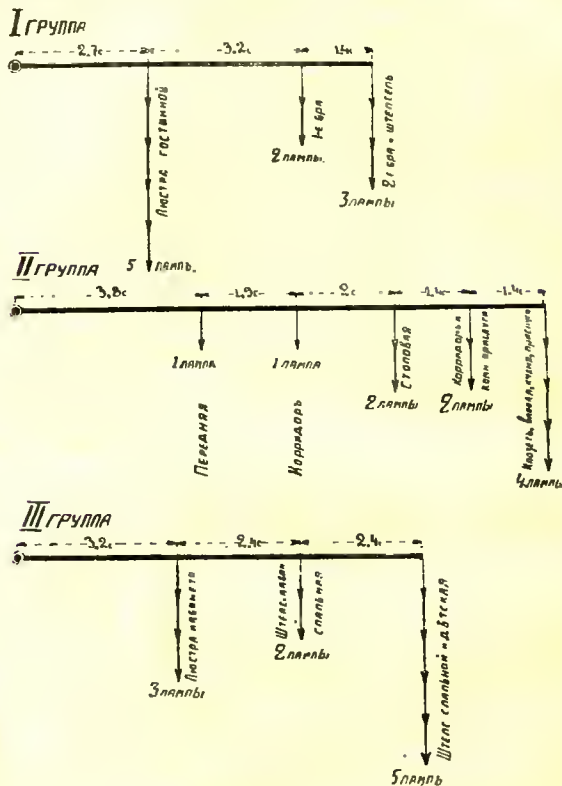
Примѣръ 53. Требуется расчитать провода въ квартирѣ, изображенной на черт. 8, (см. вкладной листъ 1), имѣя въ виду, что наибольшее паденіе напряженія отъ ввода до послѣдней (самой дальней) лампы можетъ быть допущено не выше 2 вольтъ. Каждая лампа беретъ токъ въ 0,5 ампера.

Длины проводовъ измѣряются циркулемъ на планѣ, согласуясь съ масштабомъ, въ которомъ чертежъ начерченъ (см. стр. 32).

Для удобства расчета начертимъ каждую группу лампъ въ отдѣльности выпрямленной, какъ это изображено на



черт. 14. и помѣнимъ тамъ же расстоянія между лампами (въ саженахъ) и число лампъ.



Черт. 14.

#### Расчетъ II-й группы магистралей.

Наиболѣе дальней оказывается группа II-я. Сѣченіе провода отъ шпунга до конца корридора предполагаемъ сдѣлать по всей длинѣ одинаковымъ и имѣть въ немъ паденіе напряженія не свыше 2 вольтъ. Тогда площадь поперечнаго сѣченія этого провода, называемаго групповой магистралію, будетъ найдено изъ формулы:

$$Q_2 = \frac{0,074}{e} (i_1 L_1 + i_2 L_2 + i_3 L_3 + i_4 L_4 + i_5 L_5)$$

гдѣ  $e = 4$  вольтъ.  $L_1 = 3,8$  саж.,  $L_2 = 3,8 + 1,9 = 5,7$  саж.,

$L_3 = 3,8 + 1,9 + 2 = 7,7$  саж.,  $L_4 = 3,8 + 1,9 + 1,4 =$

$= 9,1$  саж.,  $L_5 = 3,8 + 1,9 + 2 + 1,4 + 1,4 = 10,5$  саж.,

Силы токовъ на отвѣтвленіи будутъ найдены отъ перемноженія числа лампъ на силу тока, необходимую для каждой изъ нихъ (0,5 амп.) стр. 10, а именно:

$$i_1 = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ амп.}, i_2 = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ амп.}, i_3 = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ амп.},$$

$$i_4 = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ амп.}, i_5 = 4 \cdot 0,6 = 2,4 \text{ амп.}$$

Подставляя вмѣсто буквъ числовыя значенія ихъ, имѣемъ:

$$Q_2 = \frac{0,074}{2} (0,6 \cdot 3,8 + 0,6 \cdot 5,7 + 1,2 \cdot 7,7 + 1,2 \cdot 9,1 + 2,4 \cdot 10,5)$$

$$\text{или } Q_2 = \frac{74}{2 \cdot 1000} (2,28 + 3,42 + 9,24 + 10,92 + 25,2)$$

$$\text{или } Q_2 = \frac{74 \cdot 51}{2000} = 1,89 = \text{около } 2 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое  $Q_2 = 2,5$  кв. мм.

При этомъ сѣченія паденіе напряженія въ групповой магистраліи будетъ меньше 2 вольтъ и, именно, согласно формулѣ со стр. 103:

$$e = \frac{0,074}{Q} (i_1 L_1 + i_2 L_2 + i_3 L_3 + i_4 L_4 + i_5 L_5)$$

или, т. к.  $Q = 2,5$  кв. мм., а выраженіе въ скобкахъ уже опредѣлено нами и равно  $= 51$ ,

$$\text{то } e = \frac{0,074}{2,5} \cdot 51 = \frac{74 \cdot 10 \cdot 51}{1000 \cdot 25} = 1,51 \text{ вольтъ.}$$

Если разстояніе отъ конца групповой магистраліи (въ корридорахъ) до послѣдней лампы (въ кухнѣ) будетъ согласно измѣренію циркулемъ на плавѣ (по масштабу) равно 1,65 саж., а сѣченіе этого провода будетъ 1,5 кв. мм. (см. стр. 56), то паденію напряженія въ немъ при нагрузкѣ 1 лампы ( $i = 0,5$  амп.) будетъ (изъ формулы со стр. 57.)

$$\frac{0,074 \cdot i \cdot l}{q} = \frac{0,074 \cdot 0,5 \cdot 1,65}{1,5} = \frac{74 \cdot 10 \cdot 165 \cdot 5}{1000 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 10} =$$

около 0,04 вольтъ,

т. е. настолько ничтожная величина, которую практически вполне можно было бы пренебречь.

Такимъ образомъ имѣемъ полную потерю до послѣдней лампы

$$e = 1,51 + 0,04 = 1,55 \text{ вольтъ.}$$

т. е. все-таки не выше допускаемой (2 вольтъ).

На безопасность отъ нагрѣванія это сѣченіе оказывается также достаточнымъ, т. к. черезъ него можно безопасно

пропустить согласно таблицѣ на стр. 52-й, 10 амперъ, вмѣсто вмѣющихся у насъ 5 амперъ

$$(i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5 + \dots) = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ амп.}$$

#### Расчетъ III-й групповой магистрали.

Въ виду того, что III-я групповая магистраль довольно короткая, то назначаемъ ей сѣченіе отъ щита до дѣтской  $Q_3 = 1,5$  кв. мм. (стр. 103) и затѣмъ повѣряемъ будетъ ли въ ней паденіе напряженія не выше допускаемаго (2 вольта) по формулѣ (стр. 103).

$$e = \frac{0,074}{Q_3} (i_1 L_1 + i_2 L_2 + i_3 L_3),$$

гдѣ для данного случая  $Q_3$  выбрано равнымъ 1,5 кв. мм.

$$L_1 = 3,2 \text{ саж.}, L_2 = 3,2 + 2,4 = 5,6 \text{ саж.}, L_3 = 3,2 + 2,4 + 2,4 = 8 \text{ саж.}$$

$$i_1 = 3 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ амп.}, i_2 = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ амп.}, i_3 = 5 \cdot 0,6 = 3 \text{ амп.}$$

Слѣдоват.:

$$e = \frac{0,074}{1,5} (1,8 \cdot 3,2 + 1,2 \cdot 5,6 + 3 \cdot 8),$$

$$\text{или } e = \frac{74 \cdot 10}{1000 \cdot 15} (5,76 + 6,72 + 24) = \frac{750 \cdot 36,48}{15000} = 1,8 \text{ вольта,}$$

т. е. паденіе напряженія при выбранномъ сѣченіи значительно меньше допускаемаго (2 вольта) почему на немъ можно окончательно остановиться, тѣмъ болѣе, что оно также вполне удовлетворяетъ нормамъ безопасности отъ нагрѣванія (табл. на стр. 52), согласно которымъ для данного сѣченія (1,5 кв. мм.) допустимо 6 амп., а у насъ имѣется  $10 \cdot 0,5 = 5$  амп.

**Расчетъ I-й групповой магистрали** можетъ быть и не производимъ въ виду того, что она короче другихъ и ближе всего подходит къ группѣ III-й, почему сѣченіе ея также можетъ быть выбрано въ 1,5 кв. мм.

**Отвѣтвленія отъ групповыхъ магистралей** къ лампамъ и люстрамъ (до розетки) беремъ по 1,5 кв. мм. (стр. 56), безъ особыхъ расчетовъ какъ наименьшее допускаемое сѣченіе.

Въ тѣхъ же случаяхъ, если бы люстры были еъ большимъ числомъ лампъ, то пришлось бы провода, идущіе до нихъ, подсчитать (стр. 103) и взять такими, какіе

получатся изъ расчета, но во всякомъ случаѣ не менѣе 1,5 кв. мм.

**Подѣсные шишры къ лампамъ** (отъ розетокъ до лампъ) беремъ по 1 кв. мм. (стр. 56).

**Арматурные провода** для зарядки люстры, бра и проч. по 0,75 кв. мм (стр. 56).

**Примѣръ 54.** Разсчитать стоякъ (вертик. проводъ) многоэтажнаго дома (черт. 9 на отдѣльномъ листѣ I) и отвѣтвленія отъ него (до щитковъ) въ кв. № 1 для 24 лампъ, въ кв. № 2 для 42 и въ № 3 на 60 лампъ. Токъ трехфазный съ напряженіемъ  $E$  въ 120 вольтъ, лампы 16 свѣчныя съ угольной нитью, потребляющія по 3,5 уатта на свѣчу. Расстояние между этажами (отъ отвѣтвленія до отвѣтвленія) по  $4\frac{1}{2}$  метра. Потеря напряженія во всемъ стоякѣ должна быть не выше 0,6 вольта.

Мощность тока необходимая для одной 16 св. лампы при расходѣ по 3,5 уатта на свѣчу будетъ

$$W = 16 \times 3,5 = 56 \text{ уаттъ.}$$

Мощность тока, потребляемая каждой квартирой, будетъ найдена изъ перемноженія мощности, необходимой для одной лампы (56 уаттъ), на число лампъ въ квартирѣ: ( $n_1 = 24$ ,  $n_2 = 42$ ,  $n_3 = 60$ ).

Мощность тока для 1-й квартиры:

$$W_1 = n_1 \cdot 56 = 24 \cdot 56 = 1344 \text{ уатта.}$$

Мощность тока для 2-й квартиры:

$$W_2 = n_2 \cdot 56 = 42 \cdot 56 = 2352 \text{ уаттъ.}$$

Мощность тока для 3-й квартиры:

$$W_3 = n_3 \cdot 56 = 60 \cdot 56 = 3360.$$

Силы тока въ каждомъ изъ главныхъ проводовъ отвѣтвленій на каждую изъ квартиръ могутъ быть найдены изъ выраженія мощности 3-хъ фазнаго тока (стр. 27):

$$J = \frac{W}{1,73 \cdot E},$$

гдѣ  $W$  мощность потребляемая квартирой, а  $E$  напряж. у каждой лампы = 120 в. Для нашего случая:

Сила тока  $J_1$  въ одномъ изъ 3-хъ проводовъ отвѣтвленія въ 1-ю квартиру:

$$J_1 = \frac{W_1}{1,73 \cdot E} = \frac{1344}{1,73 \cdot 120} = \frac{1344 \cdot 100}{173 \cdot 120} = 6,5 \text{ амп.}$$

Сила тока въ одномъ изъ 3-хъ проводовъ отвѣтвленія во 2-ю квартиру:

$$J_2 = \frac{W_2}{1,73 \cdot E} = \frac{2352}{1,73 \cdot 120} = 11,3 \text{ амп.}$$

Сила тока въ одномъ изъ 3-хъ проводовъ отвѣтвленія въ 3-ю квартиру:

$$J_3 = \frac{W_3}{1,73E} = \frac{3360}{1,73 \cdot 120} = 16,2 \text{ амп.}$$

На эти силы тока придется разсчитать отвѣтвленія отъ стояка (до щитковъ). Если длина этихъ отвѣтвленій, какъ это обыкновенно бываетъ, небольшая, то и потеря напряжения въ нихъ ничтожная, почему ихъ сѣченія можно взять непосредственно изъ таблицы (стр. 52) обозначающей безопасность нагреванія, приравнявъ ближайшимъ изготовляемымъ, а именно:

Для отвѣтвленія въ кв. № 1 каждый проводъ долженъ имѣть сѣченіе

$$q_1 = 2,5 \text{ кв. мм. (до 10 амп.)}$$

Для отвѣтвленія въ кв. № 2:

$$q_2 = 4 \text{ кв. мм. (до 15 амп.)}$$

Для отвѣтвленія въ кв. № 3:

$$q_3 = 6 \text{ кв. мм. (до 20 амп.)}$$

Сѣченіе  $Q$  стояка находимъ изъ формулы разсчета по „моментамъ тока“ (стр. 98) для 3-хъ фазнаго тока.

$$Q = \frac{0,03}{e} \cdot (J_1 L_1 + J_2 L_2 + J_3 L_3),$$

гдѣ  $e$  допускаемое паденіе напряжения въ стоякѣ (у насъ  $e = 0,6$  вольта)  $J_1, J_2, J_3$  силы тока въ главныхъ проводахъ идущихъ на отвѣтвленія (у насъ  $J_1 = 6,5; J_2 = 11,3; J_3 = 16,2$  амп.).  $L_1, L_2, L_3$  разстоянія отъ мѣста ввода до отвѣтвленій (у насъ  $L_1 = 4,5$  мет.,  $L_2 = 4,5 + 4,5 = 9$  мет.,  $L_3 = = 4,5 + 4,5 + 4,5 = 13,5$  мм.), слѣдовательно:

$$Q = \frac{0,03}{0,6} (6,5 \cdot 4,5 + 11,3 \cdot 9 + 16,2 \cdot 13,5) = \frac{3 \cdot 10}{1000 \cdot 6} \cdot (29,25 + 101,7 + 218,7) = \frac{3 \cdot 10 \cdot 349,65}{100 \cdot 6} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 34965}{100 \cdot 6 \cdot 100} = 17,5 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое сѣченіе будетъ

$$Q = 16 \text{ кв. мм.}$$

Найденное сѣченіе хотя и не вполне удовлетворяетъ заданному паденію напряжения, но будетъ безопасно отъ нагреванія, какъ это усматривается изъ таблицы на стр. 52, гдѣ для сѣченія въ 16 кв. мм. безопасная сила тока назначается въ 40 амп., а у насъ всего въ каждомъ

изъ главныхъ проводовъ сѣченія (отъ ввода)  $J_1 + J_2 + J_3 = 34$  амп.

Однако, если мы его примемъ (вмѣсто 17,5 кв. мм.), то въ виду того, что оно нѣсколько меньше пайденаго, то паденіе напряжения въ проводѣ будетъ немного болѣе 0,6 вольта.

Насколько паденіе напряжения будетъ больше, можно найти изъ той же формулы, рѣшая ее относительно  $e$ :

$$e = \frac{0,03}{Q} (J_1 L_1 + J_2 L_2 + J_3 L_3)$$

Выраженіе въ скобкахъ уже было вычислено нами раньше и оказалось равнымъ  $6,5 \cdot 4,5 + 11,3 \cdot 9 + 16,2 \cdot 13,5 = = 349,65$ , а потому, такъ какъ  $Q$  приято нами раннимъ 16 кв. мм., то

$$e = \frac{0,03}{16} \cdot 349,65 = \frac{3 \cdot 34965}{100 \cdot 16 \cdot 100} = 0,65 \text{ вольта.}$$

Незначительное увеличеніе паденія напряжения вслѣдствіе выбора нѣсколько меньшаго сѣченія (вмѣсто 0,6 вольта 0,65 в.) не можетъ серьезно отразиться на горѣніи, тѣмъ болѣе, что возможно дать нѣсколько меньшее паденіе въ групповыхъ магистраляхъ, почему окончательно остававляемъ на сѣченіи стояка

$$Q = 16 \text{ кв. мм.}$$

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ умышленно придаютъ магистраламъ большее сѣченіе напр., для вашего случая

$$Q = 25 \text{ кв. мм.,}$$

чтобы имѣть запасъ на случай увеличенія нагрузки, однако подобное увеличеніе сѣченія несомнѣнно отразится на стоимости установки, почему слѣдуетъ точно выяснитъ имѣется ли въ томъ необходимость.

#### K. WERNICKE, ING.

въ перев. инж. В. А. Александрова.  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ УСТАНОВОКЪ И  
СОСТАВЛЕНИЕ СМѢТЪ.

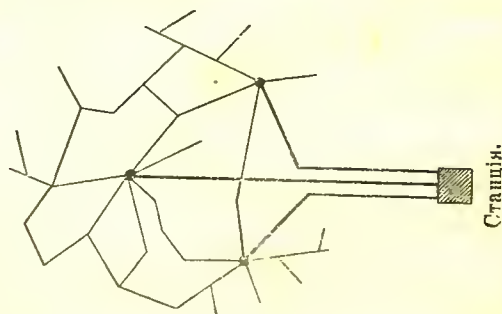
340 стр. текста и 89 чер. и план. Ц. 1 р. 85 к.  
СПИРАДЪ: Москва, Бзатов. п., д. 1, кв. 17.



## Расчет сѣти проводовъ для питаія большихъ районовъ или городовъ.

Расчетъ сѣти проводовъ, предназначенныхъ для питаія значительныхъ фабричныхъ или городскихъ районовъ отъ одной станціи, ведется согласно тѣмъ же, приведеннымъ ранѣе, правиламъ, проводъ за проводомъ по заданной нагрузкѣ и потерѣ напряженія.

При очень значительныхъ районахъ расчетъ нѣсколько усложняется только выборомъ нѣсколькихъ питающихъ пунктовъ, къ которымъ будетъ подводиться токъ, вырабатываемый на станціи, а отъ нихъ уже электрическая энергія можетъ распредѣляться по близлежащимъ зданіямъ или корпусамъ.



Черт. 15.

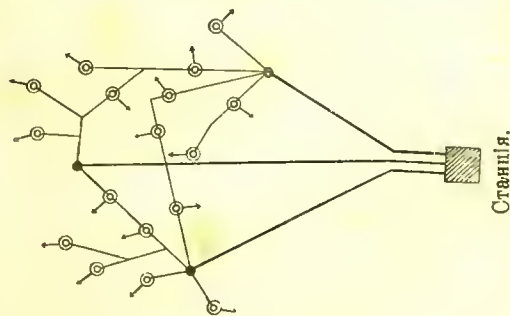
На чер. 15 приведено распредѣленіе энергіи помощью питающихъ проводовъ (толстыя линіи) и питающихъ пунктовъ (черныя

точки). отъ которыхъ идетъ распредѣлительная сѣть (тонкія линіи).

Выгоды распредѣленія энергіи съ помощью питающихъ пунктовъ заключаются въ томъ, что при этомъ способѣ получается возможность до питающихъ пунктовъ допускать значительныя потери напряженія (10—15% см. также стр. 55) и тѣмъ выигрывать въ сѣченіи питающихъ проводовъ, давая возможность при этомъ имѣть одно и то же напряженіе во всѣхъ частяхъ города или района.

Примѣненіе питающихъ проводовъ было бы само по себѣ безполезно, если бы нельзя было допустить въ нихъ паденіе напряженія значительнаго большаго, чѣмъ въ распредѣлительной сѣти.

Особенно выгоднымъ является этотъ способъ при примѣненіи высокихъ напряженій переменнаго тока, дающихъ возможность (благодаря малой силѣ тока) довести сѣченіе питающихъ проводовъ до минимума; на мѣстахъ же потребленія (въ питающихъ пунктахъ) высокое напряженіе можетъ быть при помощи трансформаторовъ преобразовано снова на низкое, безопасное для ввода въ жилия помещенія.



Черт. 16.

Подобное распредѣленіе указано на чер. 16, гдѣ имѣются 3 питающихъ провода (толстыя линіи), несущихъ высокое напряженіе отъ станціи

къ питающимъ пунктамъ (черныя точки), къ которымъ примыкаетъ распределительная сѣть высокаго напряженія (тонкія линія). На распределительной сѣти высокаго напряженія расположены трансформаторы (двойные кружки со стрѣлками), преобразовывающіе высокое напряженіе въ низкое, которые и обслуживаютъ районы, гдѣ они поставлены.

Если бы пожелали поставить меньшее число трансформаторовъ (въ видахъ экономіи энергіи, т. е. въ каждомъ трансформаторѣ теряется нѣкоторое количество энергіи, хотя и не большое) то можно было-бы трансформаторы поставить лишь въ питающихъ пунктахъ (въ данномъ случаѣ въ 3-хъ) и имѣть распределит. сѣть (тонкія линіи) не высокаго, какъ ранѣе, а низкаго напряженія. Тогда, конечно, нужда въ трансформаторахъ вдоль распределит. сѣти (двойные кружки) устраняется, но первоначальная стоимость подобной распределит. сѣти въ виду питанія ея токомъ низкаго напряженія будетъ нѣсколько большая.

#### Число питающихъ пунктовъ и разстояніе между ними.

Если для нѣкоторыхъ изъ распределительныхъ проводовъ получаются слишкомъ большія поперечныя сѣченія, то соответствующіе питательные пункты должны быть расположены ближе другъ отъ друга; если при этомъ другіе изъ зависящихъ отъ разсматриваемыхъ питательныхъ пунктовъ провода получаютъ слишкомъ большое сѣченіе, то долженъ быть принятъ дополнительный питательный пунктъ. Сѣченіями большими считаютъ сѣченія свыше 95 кв. мм., вообще же говоря, какъ допустимый максимумъ поперечнаго сѣченія считаютъ 70 кв. мм.

Если, наоборотъ, расчетъ покажетъ, что нѣкоторые изъ проводовъ распределительной сѣти

имѣютъ слишкомъ малое сѣченіе, то соответствующіе питательные пункты, располагаются дальше другъ отъ друга, или нѣкоторые изъ нихъ исключаются.

Взаимное разстояніе питательныхъ пунктовъ зависитъ, конечно, отъ выбраннаго напряженія сѣти.

Согласно даннымъ Neureiter'a, на основаніи существующихъ установокъ можно примѣнять слѣдующія разстоянія:

при напряж. въ сѣти въ 100 вольтъ	100—200 метр.
" " " " 200 "	150—300 "
" " " " 400 "	250—500 "

Понятно, что цифры эти можно разсматривать лишь какъ приближенныя, но все же онѣ могутъ служить нѣкоторымъ основаніемъ при первоначальныхъ подсчетахъ.

Выборъ питательныхъ пунктовъ приходится также сообразовать и съ мѣстными условіями, такъ, напр. въ городахъ питательные пункты какъ подземные, такъ и надземные почти всегда располагаются на площадяхъ и перекресткахъ улицъ, и отъ нихъ распределительные провода идутъ въ разныя стороны.

#### Расчетъ питающихъ проводовъ.

Расчетъ проводовъ, несущихъ энергію отъ станціи къ питающимъ пунктамъ, ведется такимъ образомъ, чтобы паденіе напряженія въ нихъ даже при наибольшей нагрузкѣ давало возможность держать у каждаго изъ питающихъ пунктовъ одно и то же напряженіе. Паденіе напряженія въ питающихъ проводахъ допускаютъ согласно нормамъ, указаннымъ на стр. 55.

По отношенію къ самому расчету питающихъ проводовъ слѣдуетъ различать односторонне питаемые провода и провода, питаемые двусторонне,

а) Расчетъ односторонне питаемыхъ проводовъ, т.-е. такихъ, въ которые токъ поступаетъ съ одного только конца (напр. проводъ отъ станціи до питающаго пункта), ничѣмъ не отличается отъ описанныхъ ранѣе случаевъ расчета (см. стр. 51—109), а потому не подлежитъ вторичному разсмотрѣнію.

б) Расчетъ двусторонне питаемыхъ проводовъ, т.-е. такихъ проводовъ, въ которые токъ поступаетъ съ обоихъ концовъ (напр. проводъ соединяющій между собою два питающіе пункта), представляетъ нѣкоторыя особенности: а потому долженъ быть разсмотрѣнъ самостоятельно.

При расчетѣ двусторонне питаемыхъ проводовъ можетъ встрѣтиться 3 случая:

1 случай. Двусторонне питаемый проводъ имѣетъ нагрузку равномерно по всей своей длинѣ, т.-е. равномерно по длинѣ такого провода взяты отвлѣтвенія для питанія распределительныхъ сѣтей (напр. по 5 амперъ черезъ каждый метръ).

Въ этомъ случаѣ поперечное сѣченіе провода  $q$  находятъ изъ формулы:

$$q = \frac{2s \cdot i L^2}{8e}$$

гдѣ  $s$  удѣльное сопротивленіе матеріала провода (для мѣди  $s=0,0175$  или  $\frac{1}{57}$ ),  $e$  полное паденіе напряженія въ питающемъ проводѣ по всей длинѣ.

$L^2$  длина питающаго провода въ одинъ конецъ, умноженная сама на себя 2 раза (въ квадратѣ),  $i$  нагрузка на каждый метръ питающаго провода.

Если принять удѣльное сопротивленіе мѣди  $s$  въ  $\frac{1}{57}$  при разст.  $L$  въ метрахъ и въ  $\frac{1}{27}$  при

разст.  $L$  въ саженьяхъ, то указанной формулѣ можно придать болѣе простой видъ:

$$q = \frac{0,0044 \cdot i L^2}{e} \quad \text{при разстояніи } L \text{ въ метрахъ,}$$

или

$$q = \frac{0,01 \cdot i L^2}{e} \quad \text{при разстояніи } L \text{ въ саженьяхъ.}$$

Примѣръ 58. Длина провода, питаемаго съ двухъ сторонъ равна 50 саженьямъ въ одинъ конецъ. Общая величина равномерно распределенной нагрузки  $J = 200$  амперъ или на каждую сажень длины  $i = 400 : 50 = 4$  ампера.

Рабочее напряженіе 250 вольтъ. Паденіе напряженія по всей длинѣ провода не болѣе 20%, т.-е. 5 вольтъ. Матеріалъ провода мѣдь.

Сѣченіе провода согласно формулѣ на этой стр. будетъ:

$$q = \frac{0,01 i L^2}{e} \quad \text{или} \quad q = \frac{1 \cdot 4 \cdot 50^2}{100 \cdot 5} = \frac{4 \cdot 50 \cdot 50}{100 \cdot 5} = 20 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее изготовляемое сѣченіе будетъ  $q = 25$  кв. мм.

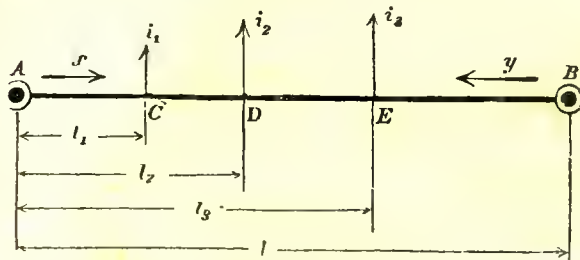
2 случай. Двухсторонне питаемый проводъ имѣетъ неравномерно распределенныя, сосредоточенныя нагрузки, т. е. отвлѣтвенія, взятые отъ него расположены не въ одинаковыхъ разстояніяхъ и берутъ каждое на себя не одинаковую силу тока.

Въ этомъ случаѣ важно опредѣлить, какая сила тока будетъ входить въ проводъ изъ одного пункта (X) и изъ другого (Y), а затѣмъ уже, задавшись опредѣленнымъ напряженіемъ, рассчитать этотъ проводъ, какъ проводъ съ отвлѣтвеніями (стр. 97).

Пусть имѣется у насъ проводъ АВ (чер. 17), питаемый съ двухъ сторонъ (изъ точекъ А и В). Назовемъ силы тока, уходящія въ отвлѣтвенія черезъ  $i_1, i_2, i_3 \dots$  и общую силу тока нужную для питанія ихъ черезъ  $X + Y = i_1 + i_2 + i_3 + \dots$ , при чемъ силу тока  $x$  пусть доставляетъ пунктъ А, а силу тока  $y$  — пунктъ В.

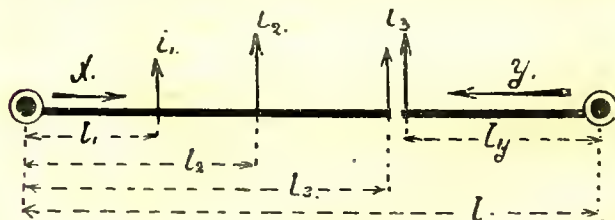


Расстояния отъ пункта А до каждаго изъ отвѣтлений равны  $L_1, L_2, L_3, \dots$ . Общее расстояние между двумя пунктами равно  $L$ .



Чер. 17.

Очевидно въ разсчитываемомъ проводѣ найдется какое-либо отвѣтленіе (напр. въ точкѣ С), которая будетъ получать токъ и отъ праваго пункта, и отъ лѣваго и которая раздѣлитъ проводъ какъ бы на 2 части. Эта точка носитъ названіе точки пересѣченія (чер. 18).



Чер. 18.

Сила тока  $Y$ , заходящая въ проводъ отъ пункта В, находится изъ слѣд. формулы

$$Y = \frac{(i_1 L_1 + i_2 L_2 + i_3 L_3 + \dots)}{L}$$

Сила тока  $X$ , заходящая въ проводъ отъ пункта А будетъ

$$X = (i_1 + i_2 + i_3 + \dots) - Y$$

Сѣченіе провода будетъ найдено такъ же, какъ это было указано для провода съ отвѣтвленіями

(стр. 97), причемъ произведенія силъ токовъ на расстоянія  $L$  отъ начальнаго пункта войдутъ въ формулу лишь до точки пересѣченія (считая отъ любого изъ концовъ праваго или лѣваго провода) и послѣднее изъ этихъ произведеній будетъ произведеніе расстоянія до точки пересѣченія на силу тока, доставляемую въ нее однимъ изъ пунктовъ.

**Примѣръ 59.** Определить сѣченіе провода, питаемаго съ двухъ сторонъ (черт. 17), съ тремя отвѣтвленіями отъ него, берущими: первое силу—тока  $i_1 = 12$  амперъ, второе;—силу тока  $i_2 = 20$  амперъ, третье,—силу тока  $i_3 = 80$  амперъ. Расстоянія отъ питающаго пункта до каждаго изъ отвѣтлений: до перваго  $L_1 = 40$  метровъ, до втораго  $L_2 = 120$  метровъ, до третьяго  $L_3 = 140$  метровъ, все расстояние  $L$  между пунктами А и В равно 200 метровъ, паденіе напряжения е во всемъ проводѣ АВ не должно быть выше 4 вольтъ. Токъ постоянный.

На основаніи формулы на стр. 116 для постоянн. тока сила тока  $Y$  заходящаго въ проводъ отъ пункта В будетъ

$$Y = \frac{12 \cdot 40 + 20 \cdot 120 + 80 \cdot 140}{200} = 70,4 \text{ амп.}$$

Сила тока  $X$ , заходящая въ проводъ отъ пункта А, будетъ согласно формулѣ на стр. 117.

$$X = (12 + 20 + 80) - 70,4 = 41,6 \text{ амп.}$$

Т.е. очевидно, что отвѣтвленія С и D получаютъ весь свой токъ справа, а отвѣтленіе Е будетъ получать часть требуемаго для него тока справа, а именно 70,4 ампера, а другую часть 9,6 ампера (дополненіе до 80 амп.) слѣва.

Такимъ образомъ точка S будетъ дѣлить проводники какъ бы на 2 части, въ которыхъ паденіе напряжения должно быть одинаковымъ. Эта точка называется точкой пересѣченія (см. черт. 18).

Сѣченіе  $q$  находится теперь уже по известнымъ правиламъ, изложеннымъ на стр. 97 и можетъ быть найдено для постоянн. тока изъ формулы:

$$q = \frac{0,035}{e} (J_1 L_1 + J_2 L_2 + J_3 L_3 + J_4 L_4 + \dots)$$

Здѣсь  $J_1, J_2, J_3, \dots$  и т. д. есть силы тока, заходящія въ отвѣтвленія отъ одного изъ пунктовъ (напр. А), а именно  $J_1 = 12$  амп.,  $J_2 = 20$  амп.,  $J_3 = 9,6$  амп.;  $L_1, L_2, L_3$  и т. д.

расстоянія до отвѣтвленій отъ одного изъ пунктовъ, а именно  $L_1 = 40$  метр.,  $L_2 = 120$  метр.,  $L_3 = 140$  метр.;  $e$  — паденіе напряжения въ проводѣ, — у насъ равно 5 в. Такимъ образомъ имѣемъ:

$$q = \frac{0,035}{4} (12 \cdot 40 + 20 \cdot 120 + 9,6 \cdot 140) = \frac{0,035}{4} \cdot 4224 = 37 \text{ кв. мм.},$$

Беремъ ближайшее изготовляемое сѣченіе

$$q = 35 \text{ кв. мм.}$$

благодаря чему паденіе напряжения въ проводѣ будетъ вѣскольکو большимъ, а именно изъ той же формулы имѣемъ:

$$e = \frac{0,035}{35} \cdot 4224 = 4,22 \text{ вольта}$$

т. е. всего на 0,23 вольта выше обусловленнаго въ заданій (4 вольта), величину весьма незначительную; если бы даже ей придать значеніе, то всегда въ распредѣлительныхъ проводахъ можно допустить паденіе меньше предполагаемаго на 0,23 вольта.

III случай. Двусторонне питаемый проводъ имѣетъ нагрузку и равномерную (по всей длинѣ согласно случаю I) и сосредоточенныя въ отдѣльныхъ точкахъ (согласно случаю II).

Въ этомъ случаѣ опредѣляютъ сперва сѣченіе ( $q_1$ ) какое проводъ имѣлъ бы, если бы несъ только равномерную погрузку по формулѣ стр. 115, а затѣмъ опредѣляютъ его сѣченіе ( $q_2$ ) въ предположеніи, что проводъ нагруженъ лишь только сосредоточенными нагрузками (случай II), послѣ чего оба найденныя сѣченія складываютъ и тогда окончательное сѣченіе провода будетъ

$$Q = q_1 + q_2$$

Примѣръ 60. Пусть проводъ въ 50 саж. длиною, или, что все равно въ  $106\frac{1}{2}$  метровъ (т. к. 1 сажень = 2,3 метра), описанный въ примѣрѣ 58 кромѣ равномерно распределенной нагрузки по 4 амп. на каждый метръ, несетъ сосредоточенную нагрузку въ 60 амперъ въ разстояніи 30 метровъ отъ одного изъ питательныхъ пунктовъ. Допускаемое паденіе напряжения  $e$ , какъ и ранѣе, равно 5 вольтамъ. Матеріалъ мѣдь. Опредѣлить сѣченіе провода.

Сѣченіе провода  $q_1$  на случай одной равномерной на-

грузки уже опредѣлено нами ранѣе въ примѣрѣ 58 и оказалось равнымъ.

$$q_1 = 25 \text{ кв. мм.}$$

Сѣченіе провода  $q_2$  на случай только сосредоточенной нагрузки въ 60 амп. можетъ быть найдено лишь тогда, когда будетъ опредѣлено, какой токъ доставляется въ это отвѣтвленіе каждымъ изъ питающихъ пунктовъ.

Токъ, доставляемый однимъ изъ пунктовъ (т. к. имѣется всего лишь одно отвѣтвленіе) будетъ согласно формулы со стр. 116 равенъ:

$$Y = \frac{60 \cdot 30 \cdot 10}{106,5} = \text{около } 17 \text{ амперъ.}$$

Токъ, доставляемый другимъ пунктомъ, долженъ быть равенъ согласно формулы: на стр. 117.

$$X = 60 - 17 = 43 \text{ амп.}$$

Тогда сѣченіе провода  $q_2$  на тотъ случай, если бы была только сосредоточ. нагрузка по формулѣ со стр. 97 окажется равнымъ (т. к. имѣется всего лишь одно отвѣтвленіе)

$$q_2 = \frac{0,035}{5} \cdot 43 \cdot 30 = \frac{35}{1000,5} \cdot 1290 = 9 \text{ кв. мм.}$$

Если бы мы взяли вмѣсто 43 амп. токъ, доставляемый другимъ пунктомъ, т. е. 17 амперъ, то пришлось бы взять разстояніе не 30 метр., а 76,5 (т. к.  $106,5 - 30 = 76,5$ ), но и тогда величина  $q_2$  получилась бы то же значеніе, а именно:

$$q_2 = \frac{0,035}{5} \cdot 17 \cdot 76,5 = \frac{35}{1000,5} \cdot 1300 = 9 \text{ кв. мм.}$$

т. е. выходитъ, что все равно откуда брать произведенія силы тока на разстоянія, справа или слѣва.

Окончательное сѣченіе провода для одновременнаго дѣйствія равномерной и сосредоточенной нагрузки будетъ согласно формулѣ (на стр. 118).

$$Q = 35 + 9 = 44 \text{ кв. мм.},$$

или ближайшее изготовляемое сѣченіе (стр. 56).

$$Q = 50 \text{ кв. мм.}$$

Въ качествѣ примѣра расчета сѣти съ питательными пунктами въ концѣ книги приведенъ во вѣхъ подробностяхъ расчетъ сѣти небольшого города при трехпроводной системѣ, которая чаще другихъ встрѣчается при питаніи сравнительно небольшихъ городовъ и фабричныхъ районовъ.

## Расчетъ станцій.

Расчетъ электрич. или такъ назыв. центральныхъ станцій сводится главвмъ образомъ къ опредѣленію размѣровъ устанавливаемыхъ машинъ какъ электрич. (производителей тока), такъ и механич. (двигателей), а также опредѣленію расходовъ по эксплуатаціи ихъ, которые относятся обыкновенно къ стоимости единицы вырабатываемой энергіи (1 килоуаттчаса или 1 гектоуаттчаса).

Въ общемъ расчетъ станціи оказался бы чрезвычайно простымъ и свелся бы лишь къ нахожденію мощности установки, если бы станція работала все время съ неизмѣнной загрузкой (какъ въ теченіе одного дня, такъ и въ теченіе каждого изъ дней въ различные времена года), что часто и бываетъ въ очень небольшихъ установкахъ. Однако во многихъ случаяхъ загрузка станціи бываетъ неодинаковая какъ среди дня, такъ и въ различные времена года (лѣто и зима напр.), и было бы большою ошибкой, особенно въ крупныхъ установкахъ, приобрѣтать для станціи одну машину, которая бы не всегда работала съ полной нагрузкой.

Это обстоятельство было бы для насъ совершенно безразличнымъ, если бы мы не знали, что всякая машина работаетъ только тогда наиболѣе выгодно (съ гарантированнымъ наивысшимъ коэф. полезнаго дѣйствія), когда она нагружена полностью. И чѣмъ меньше будетъ нагрузка, тѣмъ меньше коэф. полезна. дѣйствія машины, т.-е.

тѣмъ больше потери внутри ея, что для насъ, конечно, совершенно невыгодно.

Поэтому, если бы мы, при условіи неравномѣрнаго нагруженія въ различные времена года поставили только одну машину съ мощностью, соотв. наибольшей нагрузкѣ (зимой), то эта машина была бы нагружена лѣтомъ напр. на  $\frac{1}{2}$ , а осенью и весной на  $\frac{3}{4}$ , и работала бы вслѣдствіе этого большую часть года съ низкимъ коэф. полезна. дѣйствія.

Во избѣжаніе такого неэкономичнаго дѣйствія станціи, прибѣгаютъ къ такъ назыв. „раздѣленію машинъ“.

Примѣръ 61 Потребленіе энергіи зимой 100 килоуатт, весной и осенью 75 килоуатт, а лѣтомъ 50 килоуатт. Какое раздѣленіе машинъ будетъ наивыгоднѣйшимъ?

Беремъ 2 машины по 50 килоуатт и 1 на 25 килоуатт. Тогда работа машинъ распредѣлится слѣд. образомъ.

Зима. Обѣ машины по 50 к.л.у. работаютъ вмѣстѣ при полной нагрузкѣ (всего 100 к.л.у.).

Весна и осень. Работаютъ одна машина въ 50 к.л.у., другая въ 25 к.л.у. также при полной нагрузкѣ (всего 75 к.л.у.).

Лѣто. Работаетъ одна машина въ 50 к.л.у. также при полной нагрузкѣ (всего 50 к.л.у.). Другая машина м. б. назначена на это время въ полный ремонтъ.

Такое раздѣленіе можно считать для даннаго случая наиболѣе выгоднымъ потому, что каждая изъ машинъ работаетъ съ полной нагрузкой.

Приведенное раздѣленіе будетъ пригодно, конечно, на тотъ случай, если машины въ теченіе всего дня каждого времени года работаютъ съ неизмѣнными указанными нагрузками. Однако чаще всего и въ теченіе дня нагрузка станціи сильно колеблется (напр. днемъ и ночью), почему и въ теченіе дня приходится заставлять работать то одну, то двѣ или три машины, смотря по надобности. Яснѣе всего „раздѣленіе работы“ машинъ за время одного лѣтняго, зимняго или ве-



сеняго дня можно представить въ такъ назыв. діаграммъ потребленія энергіи, т.-е. изъ діаграммъ, представляющихъ графически въ какое время дня и сколько требуется отъ станціи энергіи для питанія сѣти. Имѣя подобную діаграмму, легко нанести на нее работу машинъ такъ, чтобы каждая изъ нихъ работала извѣстную часть дня съ полной нагрузкой. Указанныя діаграммы приведены въ примѣрѣ 66, (стр. 148) къ которому и отсылаемъ, а въ настоящее время рассмотримъ нѣсколько примѣровъ расчета станцій, начиная съ простѣйшихъ.

**Примѣръ 62.** Какой мощности придется приобрести динамо и какихъ силъ двигатель для приведенія ся въ движеніе, а также во что обойдется горѣніе 100 лампъ накаливанія, включенныхъ въ сѣть съ напряженіемъ 220 вольтъ по 2 послѣдовательно и 24 шт. дуговыхъ фонарей, включенныхъ въ сѣть по 4 шт. послѣдовательно. Сила тока на каждую лампу  $\frac{1}{2}$  ампера и на каждый фонарь 10 амперъ. Время горѣнія 5 часовъ. Стоимость горѣнія (тарифъ) 1 килоуаттчаса 25 к. Напряженіе на станціи 230 вольтъ.

Рѣшеніе даннаго примѣра, относящагося къ расчету станцій (опредѣленіе мощности динамо и двигателя), уже было приведено нами равѣе (см. примѣръ 11 на стр. 17).

**Примѣръ 63.** Для электрическаго оборудованія земскоу лѣчебницы требуется построить свою станцію, которая была-бы достаточна для питанія.

875 лампъ накалив. 16 свѣчн. съ металл. нитью.

200 " " 10 " " угольной "

8 вентиляторовъ по  $\frac{1}{4}$  лошади. силы въ уборныхъ.

1 " въ  $\frac{1}{2}$  " " въ вентиляціонной камерѣ.

10 " съ расходомъ эвергін по 40 уаттъ въ окнахъ.

4 дуговыхъ фонарей по 6 амперъ.

3 двигателей для стиральныхъ машинъ по 2 $\frac{1}{2}$  лш. с.

2 " " вращенія центрофугъ для отжиманія бѣлья по 3 л. с.

2 " " гладильныхъ аппаратовъ во 1 л. с.

10 электрич. утюговъ для тонкаго бѣлья по 1,2 ампера каждый.

Потрѣя напряженія въ проводахъ, не выше 5 вольтъ и для моторовъ 10 вольтъ. Двигатели паровые съ толкой углемъ (въ виду мѣстныхъ условій).

Для дежурнаго освѣщенія на 100 шт. 10 свѣчн. лампъ предполагается поставить батарею аккумуляторовъ, дѣйствующую въ продолженіи ночи (въ среднемъ въ зимнее и осеннее время 7 часовъ). Зарядка батареи днемъ.

### I. Общій планъ передачи энергіи.

Наиболѣе подходящимъ токомъ для данной установки (незначительный районъ) оказывається токъ постоянный съ напряженіемъ на станціи въ 115 вольтъ.

Въ качествѣ двигателя останавливаемся на локомотивѣ, т. к. машина этого рода займетъ меньше мѣсто, чѣмъ паровая машина съ котлами при ней; установка и уходъ за локомотивомъ проще, фундаменты менѣе громоздки и не потребуются дорого стоящая труба. Работа локомотива можетъ считаться достаточно экономной, т. к. здѣсь отсутствуютъ потери въ трубопроводахъ.

Въ виду возможности имѣть различную величину потерь на моторы и лампы, а также для независимости дѣйствія и уменьшенія вліянія работы моторовъ на напряжение у лампъ (при включеніи), ведемъ отъ станціи 3 самостоятельныхъ магистралей: моторную, ламповую и фонарную. Напряженіе у зажимовъ моторовъ согласно заданію будетъ  $115 - 10 = 105$  вольтъ, у зажимовъ лампъ накалив.  $115 - 5 = 110$  вольтъ, а у зажимовъ фонарей, пользуясь для погашенія напряженія подводящими токъ проводами, и беря потерю въ нихъ, напр., 15 вольтъ, будемъ имѣть  $115 - 15 = 100$  вольтъ.

### II. Мощность динамо.

#### а) Нагрузка ламповая.

875 шестнадцатисвѣчн. лампъ съ металл. нитью при расходѣ (стр. 43) по 1 уатту на свѣчу возьмутъ:

$$16.1.875 = 14000 \text{ уаттъ или } 14 \text{ килоуаттъ.}$$

200 десяти свѣчн. л. п. съ угольной нитью при расходѣ (стр. 43) по 3,5 уатта на свѣчу возьмутъ:

$$10.3.5.200 = 7000 \text{ уаттъ или } 7 \text{ к.л.у.}$$

10 вентиляторовъ оконныхъ по 40 уаттъ каждый въ ту же цѣль:

$$10.40 = 400 \text{ уаттъ} = 0,4 \text{ к.л.у.}$$

Итого на ламповую магистраль у мѣсть потребленія:

$$W_1 = 14 + 7 + 0,4 = 21,4 \text{ килоуатта.}$$

Сила тока въ ламповой магистрали (стр. 5):

$$J_1 = \frac{W_1}{E_1} = \frac{21400}{110} = 194,4 \text{ ампера.}$$

Потеря мощности въ проводахъ при паденіи напряженія въ 5 вольтъ:

$$5 \cdot 194,4 = 972 \text{ уатта.}$$

Итого на лампы отъ динамо:

$$21400 + 972 = 22372 \text{ уатта} = \text{около } 22,4 \text{ к.л.у.}$$

#### б) Нагрузка фонарная.

4 дуговыхъ фонари при силѣ тока 6 амперъ на каждый и напряженія 100 вольтъ при соединеніи по 2 въ группу возьмутъ: (стр. 13)

$$W_2 = 4 \cdot 1/2 \cdot 6 \cdot 100 = 1200 \text{ уаттъ} = 1,2 \text{ к.л.у.}$$

Сила тока въ фонарной магистрали:

$$J_2 = 4 \cdot 1/2 \cdot 10 = 20 \text{ амперъ.}$$

Потеря мощности въ проводахъ при паденіи напряженія въ 15 вольтъ:

$$15 \cdot 20 = 300 \text{ уаттъ.}$$

Итого на фонари отъ динамо:

$$1200 + 300 = 1500 \text{ уаттъ} = 1,5 \text{ к.л.у.}$$

#### с) Нагрузка моторная.

8 вентиляторовъ въ уборныхъ по  $1/4$  л. с. при коэфф. полезнаго дѣйствія 0,75 берутъ на себя.

$$\frac{8 \cdot 1/4 \cdot 736}{0,75} = \frac{8 \cdot 736 \cdot 100}{75 \cdot 4} = 1962 \text{ уатта} = \text{около } 2 \text{ к.л.у.}$$

1 вентиляторъ въ вентиляц. камерѣ въ  $1/2$  л. с. согласно прейсъ-куранту (см. въ концѣ книги) беретъ на себя:

$$0,5 \text{ килоуатта.}$$

3 двигателя для стиральныхъ машинъ по 2,5 л. с. съ коэфф. полезн. дѣйствія въ 0,85 требуютъ:

$$\frac{3 \cdot 2,5 \cdot 736}{0,85} = \text{около } 6500 \text{ уаттъ} = 6,5 \text{ к.л.у.}$$

2 двигателя по 3 л. с. согласно прейсъ-куранту берутъ при 1500 обор. каждый по 2,6 к.л.у., а оба вмѣстѣ:

$$2 \cdot 2,6 = 5,2 \text{ к.л.у.}$$

2 гладильныхъ аппарата по 1 л. с. требуютъ согласно прейсъ-куранту по 0,9 к.л.у. каждый, и оба вмѣстѣ:

$$2 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ к.л.у.}$$

10 электрич. утюговъ для тонкаго бѣлья по 1,2 амп. каждый при 105 вольтахъ.

$$10 \cdot 1,2 \cdot 105 = 1260 \text{ уаттъ} = \text{около } 1,3 \text{ килоуатта.}$$

Итого на моторную магистраль на мѣстѣ потребленія:

$$W_3 = 2 + 0,5 + 6,5 + 5,2 + 1,8 + 1,3 = 17,3 \text{ к.л.у.}$$

Сила тока въ магистрали при напряж. у зажимовъ моторовъ въ 105 в.

$$J_3 = \frac{W_3}{E_3} = \frac{17300}{105} = 164,8 \text{ амп.}$$

Потеря мощности въ проводахъ при паденіи напряж. въ 10 вольтъ.

$$10 \cdot 164,8 = 1648 = 1,65 \text{ к.л.у.}$$

Итого на моторы отъ динамо.

$$17,3 + 1,65 = 18,95 = \text{около } 19 \text{ к.л.у.}$$

#### д) Полная мощность динамо.

$$22,4 + 1,5 + 19 = \text{около } 43 \text{ к.л.у.}$$

Беремъ 2 динамо по 22 к.л.у.

$$2 \cdot 22 = 44 \text{ к.л.у.}$$

### III. Аккумуляторная батарея.

Напряженіе батареи то-же, что и динамо, т. е. 115 вольтъ.

Число отдѣльныхъ аккумуляторовъ, имѣя въ виду, что въ концѣ заряда каждый изъ нихъ имѣетъ напряженіе не ниже 1,85 в.

$$\frac{115}{1,85} = 63 \text{ шт.}$$

Число аккумуляторовъ на коммутаторѣ опредѣляется вычитаніемъ изъ числа аккумуляторовъ въ концѣ разряда (63 шт.) числа аккумуляторовъ въ концѣ заряда, когда каждый изъ нихъ достигастъ напряженія въ 2,75 вольтъ, т. е.

$$63 - \frac{115}{2,75} = 21 \text{ шт.}$$

Мощность тока, получаемая отъ батареи

для питания 100 десятисвѣчн. лампъ при расходѣ на 1 свѣчу въ 3,5 уаттъ:

$$W_2 = 100 \cdot 10 \cdot 3,5 = 3500 \text{ уаттъ.}$$

Мощность тока затрачиваемая на батарею при коэфф. полезн. дѣйствія ея въ 0,75.

$$W_1 = \frac{3500}{0,75} = 4666 \text{ уаттъ.}$$

Сила разряднаго тока  $J_2$  при напряженіи  $E$  въ 115 в.

$$J = \frac{W_2}{E} = \frac{3500}{115} = 30,4 \text{ ампера.}$$

Емкость батарей (при разрядѣ) за время  $T = 7$  часамъ:

$$J T = 30,4 \cdot 7 = 212,8 \text{ амперъ часовъ.}$$

Въ виду того, что зарядъ батареи происходитъ днемъ, т. е. не при полной загрузкѣ станціи, то увеличеніе мощности машинъ станціи не потребуетъся.

Зарядженіе батарей производимъ одновременно съ питаніемъ свѣти, регулируя напряженіе двойнымъ коммутаторомъ.

#### IV. Мощность локомотива.

Имѣя въ виду коэф. полезн. дѣйствія динамо въ 0,9 получимъ число силъ двигателя (см. п. II d)

$$\frac{44000}{736 \cdot 0,9} = \text{около } 67 \text{ лощ. с.}$$

Ближайшій локомотивъ по прейскуранту 70 дѣйствит. лошадиныхъ силъ (на валу машины), или, имѣя въ виду коэф. полезнаго дѣйствія локомотива при нормальной работѣ въ 0,86 получаемъ  $70 \cdot 0,86 = \text{около } 82$  индикаторныхъ лошадиныхъ силъ, (т. е. силъ, развиваемыхъ паромъ въ цилиндрѣ машины).

#### V. Расходъ угли

а) Количество пара, необходимос для локомотива, имѣя въ виду, что при нормальной работѣ въ локомотивѣ съ 2-мя цилиндрами и охлажденіемъ при давленіи пара въ 8 атм. на 1 индикаторную силу въ часъ идетъ 6 килогр. пара (см. въ концѣ книги), получаемъ равнымъ

$$82 \cdot 6 = 492 \text{ кгр.}$$

б) Количество угля среднего достоинства при условіи, что 1 килогр. топлива дастъ 7,5 килогр. пара (см. въ концѣ книги), получимъ равнымъ

$$\frac{492}{7,5} = \text{около } 65 \text{ килогр. въ часъ,}$$

или, если принять 1 килогр. = 2,44 фунта, то

$$\frac{65 \cdot 2,44}{40} = \text{около } 4 \text{ пуд. въ часъ.}$$

Примѣръ 64. На заводѣ т-ва . . . . . требуется установить 2000 лампъ накаливанія по 16 свѣчей съ угольскою нитью, 60 десятиамперныхъ фонарей и 25 моторовъ по 20 лошадиныхъ силъ.

Токъ трехфазный съ уравнительнымъ проводомъ. Двигатели — турбогенераторы съ охлажденіемъ, расходующіе по 7 килогр. сухого пара на 1 килоуаттъ. Котлы водотрубные съ давленіемъ пара въ 10 атмосферъ. Потеря мощности въ проводахъ не свыше 6%.  
I. Общій планъ передачи энергіи.

Въ виду того, что токъ вырабатывается и потребляется тутъ-же на фабрикѣ, то можно взять низкое напряжение, напр.:

$$E_1 = 208 \text{ вольтъ между главными проводами и (стр. 25)}$$

$$E_2 = \frac{E_1}{1,73} = \frac{208}{1,73} = 120 \text{ вольтъ}$$

между каждымъ изъ главныхъ проводовъ и нейтральнымъ.

Первос напряженіе (208 вольтъ) употребляемъ для питанія моторовъ, второе (120 в.) для питанія лампъ.

Общее распределеніе нагрузки принимаемъ по возможности равномернос.

Для моторовъ тянемъ отдѣльную магистраль точно такъ же какъ и для освѣтительной нагрузки.

#### II. Опредѣленіе мощности альтернаторовъ.

Общая мощность станціи будетъ складываться изъ мощностей, затрачиваемыхъ на каждый родъ нагрузки изъ отдѣльности, при чемъ должны быть приняты во вниманіе потери энергіи въ самихъ машинахъ, учитываемая ихъ коэф. полезн. дѣйствія, и потери энергіи въ подводящихъ токахъ проводахъ (6%).



а). Освѣтительная нагрузка.

2000 ламп. накалив. 16 св. съ угольн. нитью при расходѣ энергии (стр. 43) на каждую свѣчу въ 3,5 ватта, возьмутъ

$$3,5 \cdot 16 \cdot 2000 = 112000 \text{ ваттъ или } 112 \text{ килоуаттъ}$$

60 дуговыхъ фонарей, требующихъ для своего горѣнія 10 ам. при 120 вольтъ при включеніи по 3 на группу, возьмутъ:

$$\text{на одну группу } 10 \cdot 120 = 1200 \text{ ваттъ}$$

$$\text{на } 60 \text{ } 20 \text{ группъ } 1200 \cdot 20 = 24000 \text{ ватта} = 24 \text{ к. л. у.}$$

$$\text{Итого } 112 + 24 = 136 \text{ килоуаттъ.}$$

б). Моторная нагрузка.

25 моторовъ по 20PS, если каждая лошадиная сила соотв. 736 ваттъ, а коэф. полезн. дѣйствія каждого мотора = 0,87, возьмутъ

$$\frac{736 \cdot 25 \cdot 20}{0,87} = 423000 \text{ ватта или } 423 \text{ килоуатта.}$$

с). Общая нагрузка на мѣстѣ потребленія.

$$136 + 423 = 559 \text{ к.л.у.}$$

д). Общая нагрузка станціи (альтерпаторовъ) будетъ наименѣе, если къ нагрузкѣ на мѣстѣ потребленія прибавить потерю энергии въ проводахъ (6%), т.-е. принять, что къ мѣсту потребленія доходить всего лишь 0,94 энергии, вырабатываемой на станціи

$$\frac{559}{0,94} = 637 \text{ к.л.у.}$$

е) Напряженіе у зажимовъ альтерпаторовъ будетъ больше, чѣмъ у зажимовъ потребителей на величину потери напряженія въ проводахъ, которая будетъ таже (въ процентахъ), что и потеря мощности, т.-е. 6%, почему она и находится также (см. предыд. вычисленія).

$$\frac{208}{0,94} = 222 \text{ вольта}$$

III. Паровыя турбины.

а) Мощность паровыхъ турбинъ. Имѣя въ виду коэф. полезнаго дѣйствія турбинъ въ 0,9 получимъ ихъ мощность

$$\frac{637}{0,9} = 708 \text{ к.л.у. или } \frac{708000}{736} = \text{около } 960 \text{ лошад. силъ.}$$

д) Число турбогенераторовъ. Беремъ 3 турбогенератора по 320 лошад. силъ

$$3 \cdot 320 = 960 \text{ лоп. силъ.}$$

IV. Паровыя котлы.

а). Количество пара, потребное для 3-хъ турбогенераторовъ, если на каждый получасмый килоуаттъ расходуется 7 килогр. сухого пара

$$7.637 = 4459 \text{ килогр.}$$

б). Поверхность нагрева котловъ.

Если возьмемъ котлы водотрубные системы Гарба съ расположеніемъ форсунокъ вдоль трубъ, то такіе котлы позволятъ снимать при нормальн. работѣ до 35 килогр. съ каждаго квадратн. метра поверхности нагрева, слѣд. общая поверхность нагрева котловъ выразится въ

$$\frac{4459}{35} = 128 \text{ кв. метр.}$$

с) Число котловъ беремъ 3 по 75 кв. метр. (согласно прейс-куртанту) считая 2 въ работѣ и 1 въ ремонтѣ (чисткѣ).

Примѣръ 65. Предполагается устроить плотину и поставить гидравлическую турбину для получения электрич. тока, необходимаго для питанія завода, расположеннаго въ 6 километрахъ отъ запруды.

На заводѣ необходимо установить 5 двигателей по 30 л. с., 1 двигатель въ 50 л. с. и 1 двигатель въ 100 л. с.

Для освѣщенія того-же завода требуется 60 дуговыхъ фонарей по 8 амперъ и 1200 лампъ 16 свѣчныхъ съ угольной нитью.

Кромѣ того предполагаютъ приобрести 2 электровоза по 60 силъ и освѣтить корпусъ служащихъ 530-ю лампами накалив. по 16 св. съ металлч. нитью, отстоящій отъ завода въ разстояніи 100 метровъ, при чемъ токъ для питанія электровозовъ и корпуса служащихъ долженъ быть постоянный, а для питанія квартиръ служащихъ въ почное время (при остановкѣ машинъ станціи) должна быть установлена аккумуляторная батарея съ тѣмъ расчетомъ, чтобы она могла давать энергию достаточную для горѣнія  $\frac{1}{4}$  части, всѣхъ лампъ въ квартирахъ въ продолженіи  $3\frac{1}{2}$  часовъ. Зарядъ батареи днемъ.

Допустимая потеря напряженія въ распредѣлительныхъ проводахъ къ моторамъ и дугов. фонарямъ 4%, къ лампамъ накалив. 2%, а въ главномъ питательномъ проводѣ отъ турбины до завода 10%.

### I. Выборъ системы распредѣленія энергій.

Въ виду дальности разстоянія источника энергій (гидравлич. турбины) отъ мѣста потребленія (6 километр.) выбираемъ токъ 3-хъ-фазный высокаго напряженія (съ двойной трансформацией), благодаря чему главные магистральные провода выйдутъ не слишкомъ толстыми, а слѣд. и болѣе дешевыми.

Токъ для питанія электровозовъ, аккумуляторовъ и правленія завода долженъ быть согласно заданію постоянный. Систему его въ виду незначительности обслуживаемаго района выбираемъ двухпроводную.

### II. Общій планъ передачи энергій.

Непосредственно отъ гидравлической турбины приводится во вращеніе альтерпаторъ низкаго напряженія въ 440 вольтъ 3-хъ фазнаго тока, отъ котораго энергій посылается въ стояціе здѣсь же на станціи трансформаторы, преобразующіе напряженіе 440 вольтъ въ 10000 въ вольтъ. Съ этимъ напряженіемъ токъ посылается воздушной проводкой до мѣста потребленія (завода), гдѣ преобразовывается въ другихъ трансформаторахъ съ 10000 вольтъ на 225 вольтъ и съ этимъ напряженіемъ подводится къ приемникамъ (моторамъ, лампамъ и пр.).

Для питанія электровозовъ, аккумуляторовъ и корпуса правленія переменный токъ изъ напряженія 225 вольтъ преобразуется черезъ посредство конвертора въ постоянный съ напряженіемъ въ 260 вольтъ.

Для повышенія напряженія къ концу заряда аккумуляторовъ устанавливаемъ вольтдобавочную машину (бустеръ).

### III. Опредѣленіе мощности машинъ установки.

Общая мощность станціи складывается изъ мощностей, необходимыхъ для питанія потребителей, почему каждая изъ нихъ должна быть опредѣлена въ отдѣльности, принимая во вниманіе, конечно, коэффициенты полезнаго дѣйствія „машинъ посредниковъ“ (трансформаторы, конверторы, моторы) и потери мощности въ подводящихъ токахъ и проводахъ.

При всѣхъ подсчетахъ мощности можно пользоваться либо вычисленіями, либо преysкуранными данными, приведенными въ концѣ книги.

### а) Мощность переменн. тока, потребляемая изъ сѣти на заводѣ.

1) 5 моторовъ по 30 л. силъ при коэф. полезнаго дѣйствія 89% берутъ

$$5 \cdot \frac{30.736}{0,89} = 5.24810 = 124050 \text{ уаттъ или ок. } 125 \text{ к. л. у.}$$

Изъ таблицы электромоторовъ 3-хъ фазнаго тока (въ концѣ книги) имѣемъ тоже, т. к. каждый моторъ согласно таблицѣ беретъ 25 килоуаттъ, а ихъ мы имѣемъ 5 шт., слѣд. мощность, идущая на нихъ, будетъ

$$5.25 = 125 \text{ килоуаттъ.}$$

2) 1 моторъ въ 50 л. с. при коэф. полезнаго дѣйствія 90%

$$1 \cdot \frac{50.736}{0,90} = 40888 \text{ уаттъ или около } 41 \text{ килоуаттъ.}$$

То же имѣемъ и изъ таблицъ. (по безъ вычисленій).

3) 1 моторъ въ 100 л. силъ съ коэф. полезнаго дѣйствія 92%

$$1 \cdot \frac{100.736}{0,92} = 80000 \text{ уаттъ} = 80 \text{ килоуаттъ}$$

т. е. то же, что и изъ таблицъ, по безъ вычисленій.

4) 60 дуговыхъ фонарей по 8 амперъ каждый. Т. к. напряженіе сѣти 3-хъ фазн. тока 225 вольтъ у зажимовъ трансформаторовъ, а у зажимовъ фонарей, имѣя 4% потери напряженія въ проводахъ, будемъ имѣть ок. 215 вольтъ, то въ такую сѣть можно включить по 6 фонарей послѣдовательно, имѣя въ виду, что каждый фонарь переменнаго тока беретъ около 30 вольтъ (30 · 6 = 180 в.); остальная часть напряженія гасится въ добавочномъ сопротивленіи (215 — 180 = 35 вольтъ).

Число группъ фонарей будетъ 60 : 6 = 10.

Каждая группа беретъ столько же тока, что и одинъ фонарь (8 амп.), слѣдовательно: мощность, необходимая для питанія 10 группъ 8-амперныхъ фонарей при напряж. сѣти въ 215 в., будетъ:

$$10.215.8 = 17200 \text{ уаттъ или } 17,2 \text{ килоуатта.}$$

5) 1200 (16-т л свѣчн.) лампъ накал. съ угольной нитью при расходѣ мощности на 1 свѣчу въ 3,5 уаттъ (стр. 43) потребуютъ:

$$1200.16.3,5 = 67200 \text{ уаттъ или } 67,2 \text{ килоуатта.}$$

Итого расходуется на моторы и фонари по пунктамъ 1, 2, 3 и 4.

$$125 + 41 + 80 + 17,2 = 263,2 \text{ килоуатта}$$

На лампы накал. согласно п. 5 идетъ 67,2 килоуатта.

Но т. к. на моторы и дуговые фонари будетъ имѣться особая сѣть, въ которой тернется согласно заданію 40% всей мощности, то всего лишь 0,96 сообщаемой сѣти мощности, подойдетъ къ зажимамъ моторовъ и фонарей, а на лампы накалив. своя сѣть, въ которой должно потеряться не болѣе 20% мощности (во избѣжаніе большого паденія напряженія. могущаго дать неодинаковый накалъ у начала и конца сѣти), то всего лишь 0,98, вырабатываемой для лампъ мощности подойдетъ къ ихъ зажимамъ. Поэтому:

Полная мощность перемѣн. тока, затрачиваемая на потребители и въ сѣти, равна

I. Для моторовъ и дуговыхъ фонарей

$$\frac{263,2}{0,96} = \frac{2632,100}{96,10} = 274,2 \text{ килоатта}$$

II. Для лампъ накаливанія

$$\frac{67,2}{0,98} = \frac{672,100}{98,10} = 68,6 \text{ килоатта}$$

Итого для завода 342,8 или ок. 343 к. л. у.

в). Мощность постоянн. тока, потребляемая въ сѣти электровозовъ и въ управленіи служащихъ.

1) 2 электровоза по 60 лощ. силъ при коэфф. полезн. дѣйствія 0,89:

$$2 \cdot \frac{60,736}{0,89} = 2,49505 \text{ уаттъ} = 2,49,5 = 99 \text{ килоуаттъ.}$$

Тоже можно было пойти и безъ вычисленія изъ таблицы моторовъ пост. тока (въ концѣ книги), гдѣ указано, что моторъ въ 60 лощ. силъ потребляетъ при 655 оборотахъ—49,1 килоуатта, а 2 мотора будутъ потреблять 2,49,1 = 98,2 килоуатта или округляя 99 килоуаттъ, т. е. тоже, что найдено нами вычисленіемъ.

2) 530 шт. 16-ти свѣчныхъ лампъ накаливанія съ металлич. нитью при расходѣ мощности по 1 уатту на свѣчу (стр. 43) потребуютъ:

$$530 \cdot 16,1 = 8480 \text{ уаттъ} = 8,5 \text{ килоуаттъ.}$$

Но т. к. на электровозы будетъ имѣться особая сѣть, въ которой тернется согласно заданію 40% мощности, то всего лишь 0,96 сообщаемой сѣти мощности подойдетъ къ моторамъ, а на лампы накалив. своя магистраль (100 метр.), и сѣть, въ которой согласно заданію должно теряться не болѣе 20% мощности, то всего лишь 0,98 сообщаемой сѣти мощности подойдетъ къ зажимамъ лампъ; поэтому:

Полная мощность постоянн. тока, затрачиваемая въ сѣти будетъ равна:

$$\text{Для электровозовъ} \frac{99}{0,96} = 103,1 \text{ килоуаттъ.}$$

$$\text{Для лампъ накалив.} \frac{8,5}{0,98} = 8,7 \text{ ,,}$$

Итого на электровозы и освѣщ. 111,8 или около 112 килоуаттъ.

с) Мощность конвертора (получаемая отъ него) для преобразованія 3-хъ фазн. тока 225 вольтъ на токъ постоянный 260 вольтъ, т. к. она исключительно расходуется на питаніе электровозовъ и освѣщеніе корвуса служащихъ равна согласно предыдущему подсчету 112 килоуаттъ.

Беремъ ближайшій имѣющійся гъ продажѣ конверторъ на 120 килоуаттъ

д) Мощность трансформаторовъ на заводѣ (съ 10000 на 225 в.).

1. Для питанія конвертора въ 120 килоуаттъ при коэфф. полезн. дѣйствія конвертора = 91%:

$$\frac{120}{0,91} = 132 \text{ килоуатта.}$$

Ближайшій изготовляемый трансф. имѣется, въ продажѣ на 150 килоуаттъ.

2. Для питанія заводскихъ моторовъ и дуговыхъ фонарей мощность была опредѣлена ранѣе (стр. 132), слѣд. и мощн. трансф. этой сѣти будетъ та же, т. е. 274,2 килоуатта.

Ближайшій изготовляемый трансформаторъ имѣется въ продажѣ на мощность

300 килоуаттъ.

3. Для питанія освѣщенія завода (лампы накал.) мощность также была опредѣлена ранѣе, слѣд. и мощность трансф. этой сѣти будетъ та же (стр. 132), т. е.

68,6 килоуаттъ.

Ближайшій изготовляемый трансформаторъ имѣется въ продажѣ

на 100 килоуаттъ.

Нѣсколько большія мощности трансформаторовъ, на которыхъ пришлось остановиться вслѣдствіе того, что другихъ точно на вычисленную мощность не имѣлось въ продажѣ,



дадутъ намъ возможность въ будущемъ устанавку безъ замѣны машинъ новыми.

е) Мощность трансформаторовъ на станціи (съ 440 вольтъ на 10000 в.) должна быть равна суммѣ мощностей, необходимыхъ для питанія всѣхъ потребителей отъ трансформаторовъ на заводѣ, увеличенной на величину потерь въ самихъ трансформаторахъ и въ еѣти.

Если коэфф. полезнаго дѣйствія трансформаторовъ на заводѣ въ среднемъ равенъ 0,97 то:

Мощность, получаемая заводскими трансформаторами отъ еѣти будетъ:

$$\frac{150 + 300 + 100}{0,97} = \frac{550 \cdot 100}{97} = 679 \text{ кылоуаттъ.}$$

Мощность, теряемая въ еѣти, равна, согласно заданію, 10% т. е. отъ трансформаторовъ, устанавленныхъ на станціи, подходит къ трансформаторамъ, устанавленнымъ на заводѣ, всего лишь 0,90 мощности, вырабатываемой станціонными трансформаторами еѣд.:

Мощность трансформаторовъ на станціи, принимая во вниманіе потери въ еѣти (10%) равна:

$$\frac{679}{0,90} = 754,4 \text{ кылоуатта.}$$

Блжайшій изготовляемый трансформаторъ будетъ на мощность

800 кылоуаттъ.

Для большаго удобства беремъ 2 трансформатора по 400 кылоуаттъ.

ж) Мощность альтернаторовъ станціи. питающихъ всю устанавку черезъ станціонные трансформаторы съ коэфф. полезн. дѣйствія трансформаторовъ 0,98, будетъ

$$\frac{800}{0,98} = 816,3$$

Беремъ 3 машины общюю мощностью въ 900 кылоуаттъ, по 300 кылоуаттъ каждая.

Подобное подраздѣленіе машинъ даетъ возможность лучше использовать ихъ (напр. лѣтомъ и зимою), заставляя въ зависимости отъ нагрузки работать одну, два, или три альтернатора, г. к. работа машинъ при нормальной нагрузкѣ даетъ наименьшія потери въ нихъ (гарантированный коэфф. полезн. дѣйствія).

г). Мощность гидравлич турбинъ станціи. Т. к. альтернаторовъ мы предполагаемъ поставитъ 3 шт., то и турбинъ придется поставитъ также 3, при чемъ при опредѣленіи ихъ мощности придется принять во вниманіе коэфф. полезн. дѣйствія альтернаторовъ (92%) и затрату энергіи на приведеніе въ движеніе возбудителя каждого изъ альтернаторовъ (по 6 кылоуаттъ на каждый). Такимъ образомъ,

Мощность одной изъ турбинъ будетъ:

$$\frac{300}{0,92} + 6 = \frac{300 \cdot 100}{92} + 6 = 26 + 6 = 332 \text{ к. л. у.}$$

или въ лошадиныхъ силахъ, считая 1 л. с. = 736 уаттъ:

$$\frac{332000}{736} = 451 \text{ лощ. силъ.}$$

Въ продажѣ имѣются турбины по 450 лощ. силъ, и на нихъ можно будетъ остановиться, т. к. изъ предыдущаго видно, что устанавка была разчитана съ запасомъ, который, помимо того, позволитъ въ будущемъ пѣкоторое увеличеніе нагрузки безъ увеличенія числа машинъ.

Итакъ общая мощность всей станціи будетъ при 3-хъ турбинахъ

$$3 \cdot 450 = 1350 \text{ лощ. силъ.}$$

#### IV. Аккумуляторная батарея

Аккумуляторная батарея, необходимая для питанія  $\frac{1}{4}$  части устанавленныхъ въ корпусѣ служажихъ лампъ (т. е. на  $530 : 4 = 133$  лампъ) въ продолженіи  $3\frac{1}{2}$  часовъ, не требуетъ увеличенія мощности станціи, т. к. въ виду небольшой емкости ея, зарядъ батареи м. б. производимъ днемъ въ то время, когда машины не работаютъ на освѣщеніе (разгружены).

Напряженіе батареи должно быть то же, что и конвертора т. е.

260 вольтъ

Полное число отдѣльныхъ аккумуляторовъ, имѣя въ виду, что къ концу заряда каждый изъ нихъ будетъ разряженъ не ниже 1,85 п., равно:

$$\frac{260}{1,85} = \frac{260 \cdot 100}{185} = 141 \text{ шт.}$$

Мощность, получаемая отъ батареи при разрядѣ, необходимая для питания 133 шестнадцатисвѣчн. лампъ при 3,5 уатта на свѣчу

$$133.16.3,5 = 7448 \text{ уаттъ.}$$

Мощность, сообщаемая батарее при зарядѣ (имѣя въ виду коэф. полезн. дѣйствія ея = 0,75) равна

$$\frac{7448}{0,75} = 9930 \text{ уаттъ.}$$

Сила разряднаго тока при напряженіи въ 260 в.

$$7448 : 260 = \text{около } 27 \text{ амп.}$$

Емкость батареи (при разрядѣ) при времени разряда въ 3,5 часа

$$27.3,5 = 94,5 \text{ амперчасовъ.}$$

#### V. Вольтодобавочная машина или бустеръ.

Эта машина служитъ для повышенія напряженія тока, заряжающаго батарею, въ зависимости отъ повышенія напряженія самой батареи къ концу заряда.

Напряж. батареи въ концѣ заряда при числѣ элементовъ 141 и напряженія каждаго изъ нихъ 2,75 вольтъ

$$141.2,75 = \text{около } 388 \text{ в.}$$

Напряж., которое должна добавлять вольтодобавочн. машина, если напряженіе, получаемое отъ основной машины = 260 в.,

$$388 - 260 = 128 \text{ в.}$$

Сила тока, даваемого вольтодобав. машиной къ концу заряда батареи получается, если мощность, сообщаемую батарее (имѣя въ виду коэфф. полезн. дѣйствія ея въ 0,75) и равную 9930 уаттъ, раздѣлимъ на напряженіе въ концѣ заряда 388 в., т.-е.

$$9930 : 388 = 23 \text{ амп.}$$

Мощность вольтодобавочн. машины при силѣ тока, получаемой отъ нея въ 23 ам. и напряженіи 128 в. добавляемому ею.

$$128.23 = 2944 \text{ уатта или около } 3 \text{ килоуаттъ.}$$

## Примѣръ 66.

### Расчетъ сѣти и станціи уѣзднаго города.

На чер. (см. отд. листъ IVа) данъ планъ города съ обозначеніемъ нѣсколькихъ главныхъ потребителей. Предполагается поставить 3000 лампъ накаливанія по 50 уаттъ каждая, нѣсколько электромоторовъ общей мощности въ 50 лошадиныхъ силъ, и для освѣщенія улицъ—60 дуговыхъ фонарей по 10 амперъ каждый.

Токъ выбираемъ въ виду небольшихъ размѣровъ города—постоянный, систему трехъ-проводную съ ваприженіемъ  $2 \times 220$  вольтъ съ аккумуляторной батареей.

Предполагаемое мѣсто для центральной станціи и 4-хъ питающихъ проводовъ указаво на планѣ (листъ IV в).

#### I. Расчетъ распределительной сѣти.

На чер. (см. отд. листъ VIв) распределительная сѣть и питающіе провода вычерчены отдѣльно въ томъ же масштабѣ. Для удобства вычерчиванія, сѣть обычно наносится на прозрачную бумагу (кальку), благодаря чему значительно сберегается время. Накладывая кальку на планъ города, можно видѣть, по какимъ улицамъ идутъ провода и на какихъ мѣстахъ находятся питающіе пункты.

Допускаемое паденіе напряженія въ распределительныхъ проводахъ выбираемъ  $2\frac{1}{2}\%$ , т.-е. для нашего случая 8,8 вольтъ.

Общее число лампъ накаливанія (кроме накаливаемыхъ на планѣ) предполагаемъ распределеннымъ такъ, что приблизительно 2400 изъ нихъ придется на часть сѣти, лежащую по правую сторону рѣки, гдѣ городъ болѣе заселенъ. Моторы предполагаемъ распределенными равномерно по всей сѣти.

Далѣе предположимъ, что лишь около 40% всѣхъ лампъ горятъ одновременно и около 30% всѣхъ моторовъ работаютъ въ одно время.

Такъ какъ 2400 лампъ по 50 уаттъ каждая приходится на правую часть города, то тамъ мы будемъ имѣть нагрузку въ  $2400.50 = 120000$  уаттъ или = 120 килоуаттъ; беря отсюда 40%: получаемъ дѣйствит. нагрузку

$$\frac{120.40}{100} = 48 \text{ килоуаттъ.}$$

На остальную часть сѣти приходится  $3000 - 2400 = 600$  лампъ, т.-е.  $600.50 = 30$  килоуаттъ; беря 40% этого числа получаемъ дѣйствит. нагрузку

$$\frac{30.40}{100} = 12 \text{ килоуаттъ.}$$

Будем считать, что въ среднемъ моторы берутъ на каждую лошадиную силу по 900 ваттъ, что соответствуетъ коэффициенту полезнаго дѣйствія  $82\%$ .  $\left(\frac{736 \cdot 100}{82} = 900.\right)$

Тогда на все моторы пойдетъ  $50 \cdot 900 = 45$  килоуаттъ; но такъ какъ одновременно по нашему предположенію, только  $30\%$  этого числа находятся въ работѣ, то мы получимъ дѣйствит. нагрузку  $\frac{45 \cdot 30}{100} = 13,5$  килоуаттъ.

Вся длина проводовъ въ одинъ конецъ, измѣренная по плану по масштабу равна 4730 мт. и, такимъ образомъ, на 1 мт. длины провода приходится нагрузка отъ моторовъ  $\frac{13500}{4730} = 3$  ватта, или, имѣя въ виду напряж. между крайними проводами 440 вольтъ,

$$\frac{3}{440} = \text{около } 0,01 \text{ ампера.}$$

48 килоуаттъ, потребляемыхъ лампами по правую сторону рѣки, согласно измѣреніямъ на планѣ распределяется на 3560 мт. провода, такъ что на 1 мт. приходится

$$\frac{48000}{3560} = 13,5 \text{ ваттъ, или } \frac{13,5}{440} = 0,03 \text{ ампера.}$$

12 остальныхъ килоуаттъ распределяются на 1170 мт., такъ что въ распределительныхъ проводахъ, лежащихъ по лѣвую сторону рѣки, на 1 мт. длины приходится

$$\frac{12000}{1175} = 10,3 \text{ ватта или } \frac{10,3}{440} = 0,025 \text{ ампера.}$$

Послѣ того, какъ нагрузка сѣти подсчитана, мы можемъ рассчитать отдѣльные распределительные провода.

#### 1. Проводъ II—а.

Измѣренная по плану длина этого провода (до вокзала) въ одинъ конецъ равна 510 мт. На одинъ мт. длины приходится нагрузка отъ лампъ въ 0,025 ампера и отъ моторовъ въ 0,01 ампера; общая нагрузка равна на 1 метръ  $0,025 + 0,01 = 0,035$  ампера, а на все 510 метровъ  $0,035 \cdot 510 = 17,8$  ампера.

Такъ какъ проводъ нагруженъ равномерно, то центр тяжести нагрузки лежитъ на серединѣ, т.-е. на разстояніи въ 255 мт. отъ питающаго пункта II.

Тогда сѣченіе этого провода будетъ равно (стр. 57 и 117)

$$q = \frac{21J}{57e} = \frac{2 \cdot 255 \cdot 17,8}{57 \cdot 8,8} = 18 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее нормальное сѣченіе есть 16 кв. мм. Сѣченіе нулевого провода беремъ меньше (см. страницу 60), а именно 10 кв. мм.

#### 2. Проводъ II—III.

Этотъ проводъ имѣетъ двустороннее питаніе и нагрузку, какъ видно изъ помѣтки на чертежѣ, кромѣ равномерно распределенной нагрузки, въ одномъ мѣстѣ еще 10-ю амперами (указано стрѣлкой).

На страницѣ 118 приведено, какъ нужно рассчитывать такой проводъ. Сперва рассчитываемъ сѣченіе на одну сосредоточенную нагрузку, затѣмъ на другую—равномерную, и оба найденныя значенія складываемъ.

При общемъ разстояніи между пунктами въ 660 метр. (согласно измѣреніямъ на планѣ) и разстояніи отъ II пункта до отвѣтвенія въ 175 метр. имѣемъ силу тока, доставляемую III-мъ пунктомъ (стр. 116).

$$y = \frac{175}{660} = 2,7$$

т.-е. питающій пунктъ III доставляетъ приблизительно 3 ампера, а пунктъ II—остальные до 10, т.-е. семь амперъ.

Сѣченіе выйдетъ такое (стр. 57 и 117):

$$q_1 = \frac{2 \cdot 175 \cdot 7}{57 \cdot 8,8} = 5 \text{ кв. мм.}$$

Для расчета сѣченія по равномерной нагрузкѣ мы пользуемся формулой, приведенной на страницѣ 115:

$$q_2 = \frac{0,0044}{e} \cdot i \cdot L^2 \text{ и получаемъ } q_2 = \frac{0,0044 \cdot 0,035 \cdot 660 \cdot 660}{8,8} = 8 \text{ кв. мм.}$$

Складывая оба сѣченія, получимъ:  $q_1 + q_2 = 13$  мм.

Окончательное сѣченіе беремъ 10 кв. мм. (16 кв. мм. брать не нужно, такъ какъ при данномъ приемѣ и безъ того все рассчитывается съ избыткомъ). Сѣченіе нулевого провода беремъ 6 кв. мм.

#### 3. Проводъ III—IV.

Онъ питается съ двухъ сторонъ и имѣетъ только равномерную нагрузку, именно 0,04 ампера на 1 мт. длины



( $0,03 + 0,01 = 0,04$ ). По только что приведенной формуле (при длине провода в 750 мт.) получится:

$$q = \frac{0,0044 \cdot 0,04 \cdot 750 \cdot 750}{8,8} = 111 \text{ кв. мм.}$$

Ближайшее нормальное сечение есть 10 кв. мм., но мы возьмем ближайшее большее сечение, т.е. 16 кв. мм., так как провод находится на очень застроенной улице и в скором будущем можно ожидать новые присоединения. Нулевой провод берем в 10 кв. мм.

#### 4. Провод III—с—d—IV.

Он питается двумя пунктами: III и IV и, кроме равномерной распределенной нагрузки, имеет еще 2 сосредоточенных, в 50 и 10 амп. расположенных от пункта III первая в расстоянии 5', а вторая 300 метров.

Поступаем так же, как с проводом II—III, а именно подсчитываем сечение для каждой из нагрузок в отдельности и складываем.

В этой части распределительной сети (общей длиной в 1065 мт.) на 1 мт. длины провода приходится от равномерной нагрузки 0,04 ампера; отсюда получается сечение

$$q_1 = \frac{0,0044 \cdot 0,04 \cdot 1065}{8,8} = 23 \text{ кв. мм.}$$

При сосредоточенной нагрузке сила тока  $Y$ , заходящая в провод из IV пункта находится согласно сказавшему на стр. 116.

$$Y = \frac{50 \cdot 50 + 10 \cdot 300}{1065} = 5 \text{ амп.}$$

След. из 60 ампер питающий пункт IV доставляет 5 ампер, а пункт III—остальные 55 ампер. Отсюда получается сечение для сосредоточенной нагрузки (при расстоянии пункта IV до точки пересечения, стр. 116, в 1065—300 т.е. в 765 мт.)

$$q_2 = \frac{2 \cdot 765 \cdot 5}{57 \cdot 8,8} = 15 \text{ кв. мм.}$$

Таким образом сечение должно быть в общем равно  $q_1 + q_2 = 23 + 15 = 38$  кв. мм.

Выбираем ближайшее нормальное сечение в 35 кв. мм., а для нулевого провода—16 кв. мм.

#### 5. Провод III—e—f—d—IV.

Он также питается с двух сторон и имеет только равномерную нагрузку в 0,04 амп. на метр.

Но нужно принять во внимание, что в пунктах e и f имеются ответвления, которые получают ток, конечно, от того же провода III—e—f—d—IV. Так как здесь все провода имеют равномерную нагрузку, то мы примем, что потребление тока проводами e—g и f—h на половину покрывается проводом III—e—f—d—IV, а другая половина потребления тока доставляется проводом III—g—h—IV.

Провода e—g и f—h по плану имеют длину в один ковець около 150 мт. каждый, тогда нагрузка будет по 150. 0,04 = 6 ампер, из которых 3 ампера будет приходиться на долю провода III—e—f—d—IV.

Пусть общая длина провода = 1120 мт., а расстояния до ответвлений (от пункта III) 445 и 520 мт. Тогда при такой сосредоточенной нагрузке сила тока, доставляемая питающим пунктом IV, будет (стр. 116):

$$Y = \frac{445,3 + 520,3}{1120} = 2,6 \text{ амп.}$$

и следов. сила тока, доставляемая пунктом III, будет  $5 - 2,6 = 3,4$  амп.

Тогда сечение получится такое (при расстоянии пункта IV от точки пересечения, стр. 116, в 1120—520, т.е. в 600 мт.).

$$q_1 = \frac{2 \cdot 600 \cdot 2,6}{57 \cdot 8,8} = 6,2 \text{ кв. мм.},$$

а для равномерной нагрузки:

$$q_2 = \frac{0,0044 \cdot 0,04 \cdot 1120 \cdot 1120}{8,8} = 25 \text{ кв. мм.}$$

Общее сечение равно  $Q = 6,2 + 25 = 31,2$  кв. мм. Берем нормальное сечение в 35 кв. мм. и для нулевого провода 16 кв. мм.

#### 6. Провод III—g—h—IV.

Этот провод, общей длиной в 745 мт. работает при тех же условиях, что и предыдущий. Сила тока, доставляемая в него пунктом IV, будет

$$Y = \frac{210,3 + 285,3}{745} = 2 \text{ амп.}$$

Откуда сечение для сосредоточенной нагрузки получится (при расстоянии пункта IV до точки пересечения, стр. 116, в 745—285, т.е. в 460 мт.).

$$q_1 = \frac{2 \cdot 460 \cdot 2}{57 \cdot 8,8} = 4 \text{ мм.}$$

а для равномерной нагрузки:

$$Q_2 = \frac{0,0044 \cdot 0,04 \cdot 745 \cdot 745}{8,8} = 12 \text{ кв. мм.}$$

Общее сечение получится  $Q = 4 + 12 = 16$  кв. мм. Для большого запаса мы берем ближайшее большее нормальное сечение, именно 25 кв. мм. для нулевого провода 10 кв. мм.

### 7. Проводъ e—g.

Проще всего разматривать этот проводъ, какъ часть провода III—с—g—III. Но этот проводъ—кольцевой и питае́тся также пунктомъ II, благодаря чему его можно разматривать и рассчитывать, какъ проводъ, питаемый съ двухъ сторонъ. Если общая длина его 805 метр., то сечение для провода III—e—g—III получится въ такомъ случаѣ такъ:

$$q = \frac{0,0044 \cdot 0,04 \cdot 805}{8,8} = 13 \text{ кв. мм.}$$

Мы беремъ нормальное сечение 16 кв. мм. которое годится только для провода e—g, а для проводовъ III—e и III—g, какъ частей проводовъ III—e—f—IV и III—g—h—IV, нужно взять уже найденныя выше сечения. Такъ какъ эти сечения больше 16 кв. мм., то ихъ и не нужно мѣнять, тѣмъ болѣе, что при расчетѣ ихъ уже была принята во вниманіе нагрузка отъ провода e—g. Сечение для нулевого провода мы беремъ 10 кв. мм.

### 8. Проводъ f—h.

Такъ какъ этотъ проводъ находится не далеко отъ провода e—g и находится приблизительно въ тѣхъ же условіяхъ работы, мы можемъ обойтись безъ особаго расчета и взять для него сечение въ 16 кв. мм.

### 9. Проводъ IV—d.

Провода III—с—d—IV и III—e—f—d—IV лежатъ рядомъ и имѣютъ одинаковое сечение. Поэтому отъ d до IV мы можемъ ихъ соединить въ одинъ проводъ съ двойной площадью сечения, что и помѣчено въ планѣ проводки.

### 2. Расчетъ питающихъ проводовъ.

Послѣ того какъ все распредѣлительные провода подсчитаны, мы можемъ приступить къ расчету питающихъ проводовъ, такъ какъ теперь мы уже можемъ установить нагрузку питающихъ пунктовъ. Довуекаемое паденіе напряженія въ питающихъ проводахъ пусть будетъ 10%, въ нашемъ случаѣ это составитъ 44 вольта (отъ 440 вольтъ).

### 1. Питающій проводъ I.

Этотъ проводъ общей длиною въ 600 мт. (согласно измѣренію на планѣ) обелуживаетъ машинную фабрику, которая потребляетъ около 90 амперъ.

Тогда сечение питающаго провода I должно быть

$$Q_1 = \frac{2.600,90}{57,44} = 45 \text{ кв. мм.}$$

Беремъ ближайшее изготовляемое сечение въ 50 кв. мм. Для нулевого провода въ виду равномерной нагрузки обѣихъ сторонъ сѣти (на фабрикѣ большая часть нагрузки приходится на моторы) мы можемъ взять сечение не вдвое меньше, какъ это дѣлается у распредѣлит. проводовъ, а приблизительно втрое меньше, т. е. до 16 кв. мм.

### 2. Питающій проводъ II.

Этотъ проводъ питаетъ два распредѣлительныхъ провода (II—а и II—III), поэтому нужно сперва опредѣлить нагрузку пункта II.

Распредѣлительный проводъ II—а имѣетъ только равномерную нагрузку въ 0,035 ампера на 1 мт. длины (въ одинъ конецъ). Такъ какъ вся длина его въ одинъ конецъ равна 510 мт., то общій токъ въ немъ получится, елику въ  $0,035 \cdot 510 = 18$  амперъ.

Распредѣлительный проводъ II—III только частью питается пунктомъ II.

При расчетѣ этого провода мы нашли, что изъ 10 амперъ есосредоточенной нагрузки на его долю приходится около 7 амперъ. Равномерная—же общая нагрузка этого провода равна  $0,035 \cdot 660 = 23$  ампера и, конечно, раздѣляется поровну на питающіе пункты II и III, такъ что на долю пункта II приходится 11,5 ампера.

Наконецъ мы должны еще принять въ расчетъ питаемая пунктомъ II дуговыя лампы для освѣщенія улицъ. Изъ чер. на отд. листѣ IV е, который изображаетъ планъ проводки уличнаго освѣщенія (въ томъ же масштабѣ, что и остальные чертежи и который долженъ быть для удобства также начерченъ на калькѣ) мы видимъ, что пунктъ II питаетъ въ общемъ 24 дуговыхъ фонаря, раздѣленныхъ на группы по 4 фонаря послѣдовательно между однимъ изъ крайнихъ проводовъ и нулевымъ. Потребленіе тока, какъ было дано въ заданіи, равно 10 амперамъ въ фонарь, а слѣд. и на группу, т. к. фонари въ группѣ соединены послѣдовательно. Всѣхъ группъ



въ данномъ случаѣ  $24 : 4 = 6$ ; слѣд. общая нагрузка пункта II отъ освѣщенія улицъ равна  $6 \cdot 10 = 60$  амперамъ.

Теперь для нагрузки пункта II получаются слѣдующія величины:

1. Проводъ II—а, равномерная нагрузка 18 амперъ.
2. „ II—III, сосредоточенная нагрузка 7, — амперъ.
3. „ II—III, равномерная „ 11,5 „
4. Освѣщеніе улицъ, 24 дуговыми фонарями 60, — „

Общая нагрузка 96,5 амперъ.

Отсюда получается поперечное сѣченіе питающаго провода II:

$$Q_{II} = \frac{2 \cdot 850 \cdot 96,5}{57 \cdot 44} = 68 \text{ кв. мм.}$$

Беремъ ближайшее изготовляемое сѣченіе:  $Q_{II} = 70$  кв. мм.; для нулевого провода  $q_{II} = 25$  кв. мм.

### 3. Питающій проводъ III.

Нагрузка питающаго пункта III получается подобнымъ образомъ: для проводовъ:

1. II—III, сосредоточенная . . . . . 3 амп.
2. „ „ „ равномерная  $\frac{0,035 \cdot 660}{2} = 11,5$  „
3. III—b—IV, равномерная  $\frac{0,04 \cdot 750}{2} = 15$  „
4. III—c—d—IV, сосредоточенная (стр. 140) 55 „
5. III—c—d—IV, равномерная  $\frac{0,04 \cdot 1065}{2} = 21,3$  „
6. III—e—f—d—IV, сосредоточенная (стр. 141): 3,4 „
7. III—e—f—d—IV, равномерная  $\frac{0,04 \cdot 1120}{2} = 22,4$  „
8. III—g—h—IV, сосредоточенная (стр. 141): 4 „
9. III—g—h—IV, равномерная  $\frac{0,04 \cdot 745}{2} = 14,9$  „
10. Осв. улицъ 16 дугов. фои.  $\frac{16 \cdot 10}{4} = 40$  „

Общая нагрузка . . . 190,5 амп.

Поэтому сѣченіе должно быть такое:

$$Q_{III} = \frac{2 \cdot 500 \cdot 190,5}{57 \cdot 44} = 79 \text{ кв. мм.}$$

Беремъ ближайшее изготовляемое сѣченіе:  $Q_{III} = 70$  кв. мм.  
а для нулевого провода беремъ  $q_{III} = 25$  кв. мм.

### 4. Питающій проводъ IV.

Нагрузка питающаго пункта IV получается слѣдующая.

1. Проводъ III—b—IV: равномерная нагрузка 15 амперъ
2. „ III—c—d—IV: сосредоточ. „ 5 „
3. „ „ „ „ равномерн. „ 21,3 „
4. „ III—e—f—d—IV: сосредоточ. „ 2,6 „
5. „ „ „ „ равномерн. „ 22,4 „
6. „ III—g—h—IV: сосредоточ. „ 2 „
7. „ „ „ „ равномерн. „ 14,9 „
8. Освѣщеніе улицъ, 20 дуговыхъ фонар. . . 50 „

Общая нагрузка . . 133,2 амперъ

$$\text{Отсюда: } Q_{IV} = \frac{2 \cdot 1250 \cdot 133,2}{57 \cdot 44} = 138 \text{ кв. мм.}$$

Беремъ ближайшее изготовляемое сѣченіе:  $Q_{IV} = 150$  кв. мм., а для нулевого 1) провода беремъ  $q_{IV} = 50$  кв. мм.

### 3. Расчетъ машины и батареи.

Для расчета размѣровъ машины и аккумуляторной батареи будетъ целесообразно построить диаграмму потребления. Для нашего случая достаточно построить диаграмму зимнюю и лѣтнюю.

Такъ какъ у насъ нѣтъ определенныхъ данныхъ о распределеніи всѣхъ лампъ и моторовъ по квартирамъ, гостиницамъ, магазинамъ и т. п., то мы принуждены сдѣлать на этотъ счетъ возможные предположенія, а относительно моторовъ предположить, что они предназначаются для небольшихъ мастерскихъ, исключая крупнѣйшихъ машиностроительныхъ фабрикъ, для которыхъ заранее извѣстно и потребление свѣта и силы.

На стр. 137, 138 мы уже видѣли, что если представить себѣ нагрузку отъ лампъ распределенною равномерно, то на ихъ долю приходится  $48 + 12 = 60$  килоуаттъ, а нагрузка отъ моторовъ составляетъ 13,5 килоуаттъ. Сюда же нужно прибавить извѣстныя нагрузки, т. е. 22,5 килоуатта для лампъ накаливанія въ почтамтѣ, 4 килоуатта для театра, 4 килоуатта для монастыря и 40 килоуаттъ для машиностроительной фабрики, изъ какого числа на моторы приходится 25 килоуаттъ, и на лампы накаливанія и дуговые фонари 15 килоуаттъ. Общая нагрузка для освѣщенія улицъ равна до 12 ч. ночи 33 килоуаттъ и отъ 12 часовъ, — половина. Для освѣщенія самой центральной станціи можно положить около 3 килоуаттъ.

1. Такъ какъ питающіе провода III и IV отъ центральной станціи до питающаго пункта III идутъ вѣстѣ, то на этомъ промежуткѣ они соединяются на одинъ нулевой проводъ сѣченія 70 кв. мм. (см. листъ IV, b).



Такимъ образомъ для потребляемаго въ данный моментъ количества киллоуаттъ получается слѣдующая таблица:

Потребление свѣта:

Квартиры . . . . .	24	килоуаттъ.
Гостиницы . . . . .	10	"
Магазины . . . . .	12	"
Бюро и мастерскія . . . . .	8	"
Рестораны . . . . .	6	"
Почтамтъ . . . . .	22,5	"
Театръ . . . . .	4	"
Монастырь . . . . .	4	"
Машинная фабрика . . . . .	15	"
Уличное освѣщеніе . . . . .	33	"
Освѣщеніе центральной станціи . . . . .	3	"

Итого. . . . . 141 килоуаттъ.

Потребление силовой энергіи:

Мелкія мастерскія . . . . .	13,5	килоуаттъ.
Машинная фабрика . . . . .	25	"

Итого. . . . . 38,5 килоуаттъ.

Теперь составимъ, руководствуясь указанными на страницахъ 120 соображеніями, таблицы потребленія свѣта для зимняго и для лѣтняго дня (стр. 147) въ которыхъ приняты во вниманіе также потери въ свѣти, равныя 12% (10% въ питающихъ проводахъ и 2% въ распределительныхъ проводахъ). Для наглядности строимъ на основаніи этихъ таблицъ діаграммы потребленія, какъ онѣ изображены на чер. 19 и 20 стр. 148.

Теперь мы можемъ приступить, пользуясь этими діаграммами, къ опредѣленію размѣровъ машины и батареи.

На основаніи зимней діаграммы получается, что наибольшее потребленіе энергіи достигаетъ 200 килоуаттъ, въ сравнительно короткое время (отъ 5 до 7 вечера). Такъ какъ мы желаемъ поставить батарею, то мощность машины можно взять немного меньше, имѣя въ виду, что машины можно на это время немного перегрузить. (Согласно правиламъ Всероссийскаго Съѣзда Электротехниковъ, машины можно въ теченіе 2-хъ часовъ перегружать на 10% и въ теченіе 1/2 часа—на 25%). Поэтому беремъ 2 машины по 95 киловаттъ, при напряженіи около 500 вольтъ съ возможностью повышать напряженіе для зарядки аккумуляторовъ.

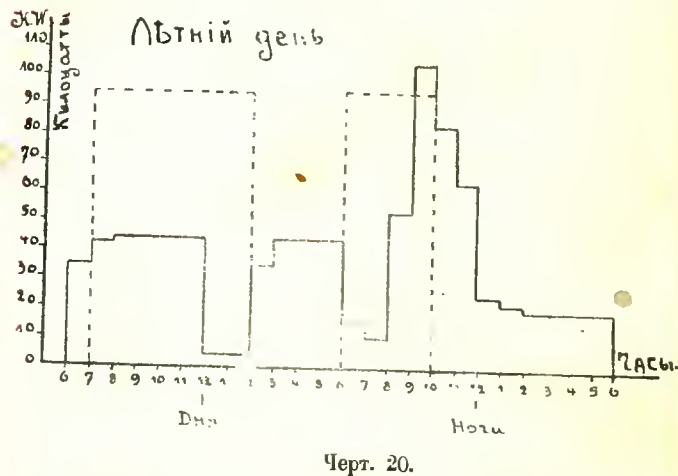
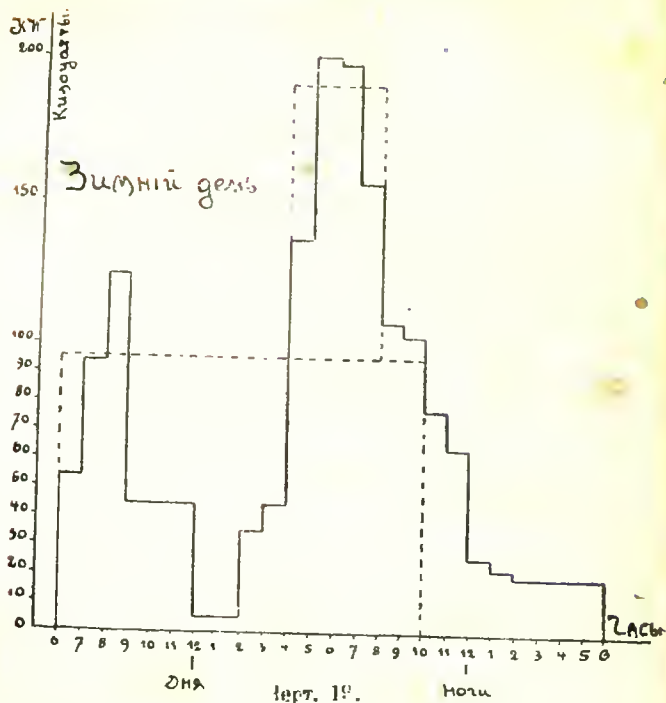
При 500 вольтъ напряженія центральной станціи ч и с л о

I. Зимній день.

ГРУППЫ.	Потребленіе въ килоуаттахъ въ теченіе 24 часовъ.																							
	Д е н ь .												Н о ч ь ю .											
	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Квартиры . . . . .	12	12	12	—	—	—	—	—	—	—	—	12	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Гостиницы . . . . .	2	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Торговныя помѣщенія . . . . .	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	12	12	12	12	—	—	—	—	—	—	—	—	
Бюро и мастерскія . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Рестораны . . . . .	—	4	8	—	—	—	—	—	—	—	—	8	8	8	4	2	—	—	—	—	—	—	—	
Почтамтъ . . . . .	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—	—	22	22	22	22	10	10	4	4	2	2	1	1	
Театръ . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Монастырь . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Машинная фабрика . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Улич. осв. . . . .	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	15	15	5	—	—	—	—	—	—	—	—	
Центр. станц. . . . .	3	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Мастерскія . . . . .	—	—	6	13	14	14	14	4	4	6	14	14	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Машин. фабр. . . . .	—	—	25	25	25	25	25	—	—	25	25	25	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Итого. . . . .	48,84	111	39	39	39	4	4	31	39	121	178	177	39	96	92	69	57	23	20	18	18	18	18	
Потери въ свѣти . . . . .	6	10	13	5	5	5,0	5,0	5	5	4	5	15	22	21	17	12	11	8	7	3	2	2	2	
Итого. . . . .	54	94	124	44	44	44	4,5	4,5	35	41	136	200	198	156	108	103	77	64	26	22	20	20	20	

II. Лѣтній день.

ГРУППЫ.	Потребленіе въ килоуаттахъ въ теченіе 24 часовъ.																							
	Д е н ь .												Н о ч ь ю .											
	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6
Квартиры . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	24	12	6	—	—	—	—	—	
Гостиницы . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	10	10	5	2	—	—	—	—	
Торговныя помѣщенія . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Бюро и мастерскія . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Рестораны . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	6	6	4	2	2	—	—	—	
Почтамтъ . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	10	4	4	1	1	1	1	1	
Театръ . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4	4	4	2	—	—	—	—	
Монастырь . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Машинная фабрика . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Улич. осв. . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	33	33	16	16	16	
Центр. станц. . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	3	1	1	1	
Мастерскія . . . . .	—	—	6	13	14	14	14	4	4	6	14	14	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Машин. фаб. . . . .	—	—	25	25	25	25	25	—	—	25	25	25	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Итого. . . . .	31	38	39	39	39	4	4	31	39	30	39	14	10	47	94	74	57	22	20	18	18	18	18	
Потери въ свѣти . . . . .	4	5	5	5	5	5,0	5,0	5	5	4	5	5	5	2	1	6	11	9	7	3	2	2	2	
Итого. . . . .	35	43	44	44	44	4,5	4,5	35	44	44	44	16	11	53	105	83	64	25	22	20	20	20	20	



элементовъ батареи должно быть равно около  $500 : 1,85 = 270$  (имѣя въ виду, что ниже 1,85 вольтъ разряжать аккумуляторы нельзя). Для нихъ потребуются напряженіе при зарядкѣ въ  $270 \times 2,7 = 730$  вольтъ. (Считая наибольшее напряженіе каждого аккумулятора въ концѣ вѣрѣя 2,7 вольтъ). Такъ какъ мы считаемъ при зарядѣ напряженіе каждого элемента въ 2,7 вольтъ, а при разрядѣ 1,85 вольтъ, то число элементовъ на коммутаторѣ получится:

$$\frac{500}{1,85} - \frac{500}{2,7} = 85 \text{ элементовъ.}$$

По опытнымъ даннымъ приблизительно треть этихъ элементовъ, т.-е. около 28 элементовъ, обыкновенно бываетъ выключена, такъ что нужно рассчитать, что наибольшее напряженіе, которое должна машина дать при зарядѣ будетъ  $(270 - 28) \cdot 2,7 = 654$  вольтъ.

Наибольшая сила тока при разрядѣ батареи будетъ для мощности въ 95 килоуаттъ при 500 вольтъхъ равна:

$$\frac{9500}{500} = 190 \text{ амперъ.}$$

Возьмемъ, напримеръ, типъ J 20 аккумуляторной фабрики Акц. О-ва Гегель въ Берлинѣ, который допускаетъ разрядный токъ въ 180 амперъ и даетъ при трехчасовомъ разрядѣ  $3 \cdot 180 = 540$  амперчасовъ, тогда общая мощность батареи будетъ равна  $540 \cdot 500 = 270$  килоуаттчасовъ.

При такой батарее работа станціи на зимней диаграммѣ указана пунктирной линіей. То, что выходитъ за предѣлы пунктирной линіи, должна добавлять батарея, то же, что входитъ въ предѣлы пунктирной линіи и находится между пунктирной и сплошной линіей, идетъ на зарядъ батареи. Отъ 4 часовъ послѣ обѣда работают обѣ машины. Отъ 5—7 часовъ батарея должна покрывать недостачу мощности машинъ въ 18 килоуаттчасовъ. Этотъ разрядъ можно покрыть сразу послѣ 7 часовъ, при чемъ обѣ машины будутъ работать до 8 часовъ. Но такъ какъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія батареи равенъ приблизительно 75%, то при зарядѣ ей придется сообщить больше 18 килоуатт, а именно  $18 \cdot \frac{100}{75}$

т.-е. около 24 килоуаттчасовъ, что можетъ съ удобствомъ выполнить вторая машина въ промежутокъ времени отъ 7—8 часовъ. Такимъ образомъ батарея будетъ снова заряжена и можетъ отъ 8—10 часовъ доставлять 21 килоуаттчасъ, которые не хватаетъ работающей въ одиночку машинѣ. Отъ

10 часов ток доставляет уже одна батарея, которая должна вместе с вышеупомянутыми 21 килоуаттчасами по диаграмме потребления до 6 часов утра дать в общем 290 килоуаттчасов.

Такое количество энергии она, конечно, может доставить, так как она дает не максимальную силу тока и может поэтому дать больше амперчасов. С 6 часов утра начинает работать снова одна машина, употребляя избыток мощности в 36 килоуаттчасов на зарядку батарей (от 6—7 часов), для того чтобы от 8—9 часов она смогла покрыть недостающую машинной мощностью в 29 килоуаттчасов. Время от 9 до 3 ч. в виду малой нагрузки мы употребляем на полный заряд батарей, сообщая ей приблизительно 360 килоуаттчасов.

Днем батарея может от 10—6 часов ночи и от 6—7 утра одна доставлять ток и кроме того от 9—10 часов ночи покрывать недостающие машинной 10 килоуаттчасов (в общем 279 килоуаттчасов). От 7—2 часов батарею можно заряжать. Она может в нашем случае от 2—5 часов по полудню опять одна доставлять ток, если от 6—9 часов вечера ее снова заряжать. В дитнее время, как видно, можно обойтись одной машиной и завести основательным ремонтом другой, если то требуется.

При указанном распределении машины все время работают при полной нагрузке, что обеспечивает вышесказанный коэффициент полезности и при том в общей сложности не более 12 ч. в сутки каждая.

#### 4. Определение мощности двигателей.

Предположим, что в городе, где нужно поставить центральную станцию, нет газа, или же он очень дорог, или же что паровую машину не желают ставить. Тогда придется остановиться на дизельных двигателях, которые позволяют непосредственное снабжение валов двигателя с помощью аккумуляторов и дают наименьший расход нефти.

Коэффициент полезности дизельных двигателей выбранной мощности в 95 киловатт приблизительно равен 91%, тогда каждый из дизельных двигателей должен развивать мощность:

$$\frac{95000}{0,91} = 140 \text{ л. с.}$$

Число оборотов дизельного двигателя должно соответствовать числу оборотов динамо, т. е. предполагается непосредственное сцепление.

#### 5. Здание центральной станции.

В здании, кроме машинного и аккумуляторного помещений, должны быть еще две квартиры для машинистов, небольшая мастерская и контора. Кроме того необходимо помещение для склада, где будет храниться материал для дизельных двигателей, а также материалы для смазки, чистки и т. п. Кроме того необходимо приспособление для получения охлаждающей воды и для подачи горючих материалов, что может быть достигнуто с помощью двух насосов, приводимых в действие электродвигателями.

На отд. листе V указан план подвала и первого этажа, а также разрез здания проектируемой станции. Там же изображены фасад со стороны улицы.

#### 6. Распределительный щит.

Сперва нужно набросать схему щита, при чем нужно принять во внимание, что и машины и батарея работают непосредственно на сеть и, согласно составленной диаграмме потребления, как по отдельности, так и вместе (соединенными параллельно.) Напряжение должно делиться батареями и кроме того должны быть делители напряжения. При этих условиях можно остановиться на схеме соединения, изображенной на оборотной стороне отд. V листа. По ней легко собрать распределительную доску, чертеж которой и изображен на том же листе. Доска составлена в общем из 7 полей, именно: по одному полю для каждой динамо, по одному для каждой волюминной батареи и одно поле для отходящих от станции четырех питающих проводов, кроме того имеются еще два запасных поля: одно для динамо, которую может быть придется поставить при расширении установки и одно для новых питающих проводов. На последнем поле помещены показанные в схеме счетчики.

Инж. В. А. Алекандров.

Таблицы для быстрого нахождения и исправления неисправностей в электрических установках.

(Машинах, аккумуляторах, дуговых фонарях, проводах и пр.) 110 стр. Цена 75 н.

Склад изд. Москва, Тверская, Ближневосточная, д. 1, кв. 17.



## Определение стоимости энергии, вырабатываемой станцией.

Стоимость вырабатываемой станцией энергии, относимая къ стоимости 1 килоуаттчаса, служить характеристикой болѣе или менѣе удачной разработки проекта и невыгоднѣйшаго использованія существующихъ условій.

Эта стоимость опредѣляется, исходя изъ общей стоимости инвентаря установки (зданіе станціи, машины и аппараты, проводка со всѣми принадлежностями къ ней), и на основаніи данныхъ о стоимости эксплуатаціи (расходы по содержанию и работѣ).

Стоимость инвентаря и проводки опредѣляется на основаніи прейскурантныхъ данныхъ (см. напр. въ концѣ книги) и цѣнъ рынка на матеріалъ и на трудъ, которые стоятъ въ зависимости отъ мѣстности и времени года.

Стоимость эксплуатаціи станціи составляется изъ такъ называемыхъ прямыхъ расходовъ и косвенныхъ.

### I. Прямые расходы.

1. Потребное количество топлива на 1 действительную лошадиную силу (получаемую на валу двигателя) см. въ концѣ книги.

2. Расходъ на смазочный матеріалъ, тряпки и набивку для салниковъ составляетъ отъ 8 до 15% расхода на топливо.

3. Мелкій ежегодный ремонтъ составляетъ въ среднемъ отъ 2% до 4% первоначальной стоимости.

4. Жалованье служащимъ составляетъ отъ 70 руб. до 10 руб. въ годъ на 1 килоуаттъ

мощности установки (для установокъ отъ 20 киловаттъ до 2000 киловаттъ).

5. Разныя расходы—страховка и т. п. отъ 3% до  $\frac{1}{2}$ % первоначальной стоимости всего устройства.

### II. Косвенные расходы.

1. Проценты на затраченный капиталъ (обыкновенно 6%).

2. Погашеніе (амортизація) затраченнаго капитала (въ среднемъ 5%).

3. Отчисленія въ возобновительный фондъ дѣлаются съ цѣлью собрать путемъ ежегодныхъ взносовъ сумму, необходимую для приобрѣтенія новыхъ частей устройства взаменъ пришедшихъ въ негодность. Размѣръ отчисленія зависитъ отъ срока службы различныхъ частей устройства и отъ величины процента, получаемого на отложенную сумму.

Обыкновенно въ среднемъ принимаютъ отъ 5 до 8% первоначальной стоимости устройства.

Примѣръ 67. Требуется опредѣлить стоимость килоуаттчаса электрич. энергии вырабатываемой станціей одного загороднаго ресторана съ нефтянымъ двигателемъ въ 10 лоп. силъ и динамомашинною постояннаго тока въ 6,7 килоуатта, 115 вольтъ и до 58 амперъ.

Для разрѣшенія даннаго вопроса слѣдуетъ предварительно опредѣлить стоимость инвентаря установки и общіе расходы по содержанию и работѣ станціи, а затѣмъ уже пайти, какая часть ихъ ложится на каждый вырабатываемый килоуаттчасъ.

#### I. Стоимость инвентаря.

(Согласно сдѣланнымъ подсчетамъ и смѣтамъ).

1. Зданіе станціи съ площадью въ 8,75 кв. саж. при высотѣ 2,5 саж., считая каждый куб. сажень по 64 р. . . . . 1400 р. — к.
2. Двигатель и динамо съ фундаментами къ нимъ и установкой . . . . . 2812 „ 60 „

3. Распределительный щитъ съ приборами . . . 191 р. 60 к.  
 4. Внутренняя и наружная проводка и установка  
 ламп и дуговыхъ фонарей съ работою и  
 матеріаломъ . . . . . 1180 „ 60 „  
 Итого . . . 5584 р. 80 к.

### II. Производительность станиці равна:

$$\frac{E \cdot J \cdot T}{1000} \text{ Килоуаттъ, гдѣ}$$

К есть такъ наз. коэффициентъ загрузки станиці, равный отношенію полученной отъ станиці въ теченіе года мощности, къ той мощности, которую станица могла бы развить, работая полностью весь годъ.

E напряжение динамомашинъ (115 в.).

J наибольшая сила тока (58 амп.).

T годичное число часовъ ( $365 \times 24$ ).

Опредѣленіе коэффициента загрузки К.

Въ ноябрѣ (самый темный мѣсяцъ) свѣтъ даютъ съ 3-хъ час. дня до 2-хъ час. ночи, т.е. 11 часовъ.

Въ июнѣ (самый свѣтлый мѣсяцъ) свѣтъ даютъ съ 9 час. вечера до 2-хъ час. ночи, т.е. 5 часовъ, а потому среднюю суточную работу можно принять равной;

$$\frac{11 + 5}{2} = 8 \text{ час. или } \frac{8}{24} \text{ сутокъ.}$$

Одновременно горящія лампы обыкновенно составляютъ 75% или  $\frac{75}{100}$  полного числа горящихъ ламп, следовательно, коэффициентъ загрузки будетъ равенъ:

$$K = \frac{8 \cdot 75}{24 \cdot 100} = 0,25, \text{ т.е. } 25\%$$

Зная коэффициентъ загрузки по вышеприведенной формулѣ, определяемъ производительность станиці:

$$\frac{E \cdot J \cdot T}{1000} \cdot K = \frac{115 \cdot 58 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 0,25}{1000} = 14605 \text{ к. л. ч.}$$

Такъ какъ промышленный коэффициентъ полезнаго дѣйствія динамо съ ременной передачею можно принять равнымъ для даннаго случая 80%, то полная производительность центральной станиці должна быть больше, а именно:

$$\frac{14605}{0,8} = 18256 \text{ килоуаттъ-часовъ или } 18256 \cdot 1000 \text{ уаттъ-часовъ.}$$

Или имѣя въ виду, что 736 уаттъ соответствуетъ 1 лошадиной силѣ, то имѣемъ производительность станиці равной:

$$\frac{18256 \cdot 1000}{736} = 24805 \text{ лошадиныхъ силъ-часовъ.}$$

### III. Расходы по содержанию и работѣ станиці.

#### 1. Сырая нефть.

Выбранный нами нефтяной двигатель системы . . . . .  
 истребитъ отъ 0,6 до 1 фунта сырой нефти на силу-  
 часть.

Примемъ, что онъ беретъ 1 ф. на силу-часть, тогда полный расходъ нефти въ годъ будетъ  $1 \times 24805 = 24805$  ф. или 620 пуд.

По справочной цѣнѣ у торговцевъ сырая нефть сейчасъ стоитъ 52 к. пудъ, следовательно расходъ на эту статью составитъ  $0,52 \times 620 = 322$  р. 40 к.

#### 2. Смазка.

На 1 силу-часть для выбраннаго двигателя требуется  $\frac{1}{16}$  фунта (минеральное смазочное масло „олеошафтъ № 1“). Всего потребуется въ годъ

$$\frac{1}{16} \cdot 24805 = 1550 \text{ ф.} = 38,75 \text{ пуда.}$$

Пудъ указанного масла стоитъ 2 р. 80 к., следовательно, расходъ на смазку составитъ:

$$2,80 \times 38,75 = 108 \text{ р. } 50 \text{ к.}$$

#### 3. Вода для охлажденія цилиндра.

По даннымъ фирмы двигатель требуетъ на 1 силу-часть отъ 2,5 до 3,25 ведра воды; такъ какъ предполагается брать воду изъ водопровода, то принимая во вниманіе ея низкую температуру, можно принять расходъ на силу-часть—2,5 ведра; следовательно, всего воды потребуются:

$$2,5 \cdot 24805 = 6201 \text{ ведеръ.}$$

1000 ведеръ городского водопровода стоятъ 1 р. 20 к. Следовательно расходъ составитъ:

$$\frac{1,2 \cdot 6201}{1000} = 74 \text{ р. } 40 \text{ к.}$$

#### 4. Оплата жалованья.

Одинъ машинистъ съ жалованьемъ въ годъ 500 р.

5. Ремонтъ машины, двигателя, сѣти и арматуры.

а) Расходъ на ремонтъ двигателя, динамо и щита составляетъ отъ 2—3% ихъ стоимости; принявъ этотъ расходъ въ 2,5% и зная стоимость этихъ предметовъ по сметѣ, получаемъ (2812 р. 60 к. динамо и двигатель и 191 р. 61 к. щитъ).

$$\frac{(2812,60 + 191,61) \cdot 2,5}{100} = 75 \text{ р. } 10 \text{ к.}$$

б) Расходъ на ремонтъ сѣти и проводовъ съ армату-

рой принимается отъ 3—4% ихъ стоимости, принявъ его въ 3,5%, получаемъ:

$$\frac{1180 \text{ р. } 60 \text{ к.} \cdot 3,5}{100} = 41 \text{ р. } 32 \text{ к.}$$

с) Ремонтъ здания; считая стоимость означеннаго ремонта въ 1%, получимъ:

$$\frac{1400 \cdot 1}{100} = 14 \text{ р.}$$

д) Замена 60 шт. перегорѣвшихъ лампочекъ 3 раза въ годъ (по 28 к. штука).

$$28 \cdot 60 \cdot 3 = 50 \text{ р. } 40 \text{ к.}$$

е) Замена углей пламенныхъ дуговыхъ лампъ, общемо длиною въ 6325 мм. и при диаметрѣ 7 мм.; всего въ годъ потребуется 760 мт. Согласно каталогу 100 погонныхъ мт. обходятся въ 16 р., слѣдовательно означенный расходъ составитъ:

$$\frac{16 \cdot 760}{100} = 121 \text{ р. } 60 \text{ к.}$$

Полный расходъ на ремонтъ составляетъ 302 р. 42 к.

6. Амортизація (погашеніе) капитала, считая 5% на затраченный капиталъ:

$$\frac{5584,81 \times 5}{100} = 279 \text{ р. } 24 \text{ к.}$$

7. Проценты на затраченный капиталъ считая изъ 6% годовыхъ.

$$\frac{5584,81 \times 6}{100} = 335 \text{ р. } 08 \text{ к.}$$

#### Перечень расходовъ.

1 Сырая нефть . . . . .	322 р. 40 к.
2. Смазка . . . . .	108 „ 50 „
3. Вода . . . . .	74 „ 40 „
4. Жалованье . . . . .	500 „ „
5. Ремонтъ . . . . .	302 „ 42 „
6. Амортизація . . . . .	279 „ 24 „
7. % на затраченный капиталъ . . . . .	335 „ 08 „
Итого . . . . .	1922 р. 04 к.

Такъ какъ число килоуаттъ-часовъ, развиваемое въ теченіе года станціей, составляетъ 14605, то стоимость 1 килоуаттъ-часа будетъ равна:

$$1922 \text{ р. } 04 \text{ к.} : 14605 = \text{около } 13,2 \text{ к.}$$

Продажная цѣна 1 к. л. у. въ Москвѣ (О-но электр. осв. учр. 1886 г.)—25 коп.

## Справочный отдѣлъ.

Въ этомъ отдѣлѣ собраны наиболѣе характерныя данныя, необходимыя при проектированіи станцій, какъ напримѣръ, расходъ пара, топлива, масла, воды для охлажденія, коэффициенты полезнаго дѣйствія машинъ и ходовые рыночныя размѣры ихъ, среднія стоимости машинъ, стоимость постановки и фундаментовъ, среднія цѣны на магистральную и распределительную проводку къ лампамъ и машинамъ и пр. Помимо того здѣсь же приведены данныя для опредѣненія надлежащей силы свѣта для различныхъ помѣщеній и улицъ, а также расходъ силы на отдѣльные станки и машины.

Указанныя свѣдѣнія имѣютъ цѣлью: 1) дать матеріалъ для опредѣленія мощности установки и стоимости эксплуатаціи ея (расходъ силы на станки и освѣщеніе, расходъ топлива, масла, воды и пр.), 2) помочь въ нахожденіи дѣйствительной стоимости установки (машинъ, фундаментовъ, проводки и пр.), въ чемъ является настоятельная необходимость, особенно, у лицъ, впервые приступающихъ къ составленію смѣтъ.

Отъ приведенныхъ здѣсь среднихъ цѣнъ, конечно, могутъ быть нѣкоторыя отклоненія въ ту или другую сторону, но во всякомъ случаѣ онѣ дадутъ отправную точку, исходя изъ которой можно будетъ безъ долгаго рытья въ прейсъ-курантахъ (не всегда имѣющихся подъ рукою) получить любую справку или составить предварительную смѣту безъ грубыхъ промаховъ и ошибокъ.



СЧЕТНЫЯ МАШИНЫ

**БРУНСВИГА**

Болѣе 20.000 въ употребленіи.

ТРЕБУЙТЕ КАТАЛОГЪ.



ПИШУЩІЯ МАШИНЫ

**РЕМИНГТОН № 10**

съ открытымъ шрифтомъ.

Требуйте описаніе.



АМЕРИКАНСКІЕ ВѢСЫ

**ФЕРБЭНКС**

передвижные, позовые, вагонные.



РОТОГРАФЫ **РНЕО**

и другіе множительные аппараты.

АМЕРИКАНСКІЕ ПОДЪЕМНИКИ

„ОТИСЪ“



ПРАВЛЕНІЕ: Москва, Мясницкая, 24.

ОТДѢЛЕНІЯ:

С.-Пб., Гороховая, 4, Кіевъ, Одесса, Ростовъ н.Д., Екатеринбургъ, Варшава, Ташкентъ, Екатеринодаръ.

## I. Данныя для опредѣленія мощности станцій.

Число лампъ и моторовъ въ одновременной работѣ.

Для опредѣленія мощности проектируемой станціи можно принять, что изъ числа всѣхъ установленныхъ лампъ горитъ одновременно:

Въ квартирахъ . . . . .	20%	} Въ среднемъ для городской сѣти 40—50%.
„ магазинахъ . . . . .	80%	
„ конторахъ . . . . .	50%	
„ на улицахъ . . . . .	100%	

Т.-к. моторы работаютъ почти исключительно днемъ, то обычно принимаютъ моторную нагрузку не болѣе 20% ихъ мощности (въ случаѣ наибольшей нагрузки станціи).

Расходъ силы на станки и машины.

I. Станки для обработки металловъ.

1. Токарные станки: малые 0,4—0,6 л. с., средніе 0,6—3,0 л. с., большіе 3—15 л. с.
2. Сверлильныя машины: малыя 0,1—0,3 л. с., среднія 0,3—1 л. с., большія 1—3 л. с.
3. Фрезерныя станки: малые 0,1—0,5 л. с., средніе 0,5—1 л. с., большіе 1—5 л. с.
4. Строгальныя станки: при 500—700 мм. шир. строганія 1—1,5 л. с.  
То же: при 800—1200 мм. шир. строганія 2—3 л. с.  
„ „ 1200—1400 „ „ „ 3,5—5 л. с.
5. Шепингъ-машины: (при средней длинѣ стола) 0,5—1 л. с.
6. Ленточ. пила для металла (холодн.) 0,75—1,5 л. с.
7. Дырпробивн. станки и пожницы: малые 0,6—1,5 л. с., средніе 1,5—5,5 л. с., большіе 5,5—12 л. с.
7. Молота (фрикціонные падающіе):

Вѣсъ въ клгр. . . . .	100	150	200	250	300
Высота паденія въ мтр. . . . .	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
Потребная мощность въ л. с.	2	3	4	5	6

# Георгій Карнаковъ.

Спеціальная

МЕХАНИЧЕСКАЯ МАСТЕРСКАЯ

## ВЪСОВЪ:

передвижныхъ, возовыхъ, вагонныхъ,  
паровозныхъ, тарелочныхъ и др.

ПРИНИМАЮ ВЪ РЕМОУТЪ, ПРОВѢРКУ и  
КЛЕИМЛЕНІЕ

ВЪСЫ и ГИРИ ВСѢХЪ СИСТЕМЪ,

а также

ПРИНИМАЮ ЗАКАЗЫ

—) на (—

НОВЫЕ ВЪСЫ

ВСЕВОЗМОЖНЫХЪ СИСТЕМЪ.

Производство работъ на всѣхъ стан-  
ціяхъ Россійскихъ ж. д.

ЦѢНЫ ВНЕ КОНКУРЕНЦІИ.

МОСКВА,

Бол. Сухаревская площ., д. Гутманъ, № 14.

Телефонъ № 193-84.

8. Литейные ковши: моторъ для перемѣщенія  
30—50 л. с., для вращенія 10—15 л. с.

9. Песчано-струйные аппараты: 3—15 л. с.

### II. Станки для обработки дерева.

1. Стругальные станки 3—15 л. с.

2. Полировальные машины 6—8 л. с.

3. Машины для колки дровъ 0,5 л. с.

4. Сверлильные машины 1 л. с.

5. Пилы: круглая 1,5—10 л. с., ленточная 1—3 л. с.,  
пильные рамы 2—5 л. с.

### III. Типографскія машины.

1. Простой скоропечатный станокъ 1—2 л. с.

2. Машина для двухцвѣтнаго печатанія 2—3 л. с.

3. Двойной скоропечатный станокъ 2—5 л. с.

4. Простая ротационная машина 6—7 л. с.

5. Сдвоенная " " 10—20 л. с.

### IV. Ткацкія и прядильныя машины.

1. Обыкн. ткацкій станокъ съ шир. полотна 60—260 см.  
0,2—0,3 л. с.

2. Тоже средней 0,3—0,5 л. с.

3. Тоже большой 0,5—1 л. с.

4. Станокъ Жаккарда 0,3—1 л. с.

5. Гребнечесальные машины на 40 веретенъ 1 л. с.

6. Прядильныя для шерсти на 75 веретенъ 1 л. с.

7. Кольцевой ватеръ на 60 веретенъ 1 л. с.

8. Сельфакторы на 75 веретенъ 1 л. с.

### V. Транспортныя приспособленія.

1. Подъемники для людей 2—10 л. с.

2. " " " грузъ 20 л. с.

3. Подвижныя лѣстницы 3—8 л. с.

4. Поворотные круги 3—15 л. с.

### VI. Краны.

Подъемная сила въ тоннахъ	3	5	7,5	10	12,5	15	150
Мощн. мотора для подъема	2	3	4	5	6	7,5	60

**ЛИЦА,**

желающія примѣнить въ Сибири свой трудъ,  
знанія или опытъ, обращайтесь въ контору  
газеты

**Сибирскій Торгово - Промышленный  
Вѣстникъ.**

Иркутскъ, Почтамтская, № 14. Подробности  
высылаются по полученіи на расходы 28 к.  
марками.

**KARL WERNICKE, ing.**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ****ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ****УСТАНОВОКЪ****И СОСТАВЛЕНИЕ****СМѢТЪ КЪ НИМЪ.**

**ДОСТУПНОЕ РУКОВОДСТВО** для инжене-  
ровъ, техникувъ, монтеровъ и учащихся.

Переводъ съ нѣмецкаго, обработанный и дополнен-  
ный инженеромъ **В. А. Александровымъ.**

Цѣна 1 р. 85 к.

Отдѣломъ Ученого Комитета по техническому и проф-  
фессиональному образованію признана заслуживаю-  
щей одобренія въ качествѣ учебнаго пособия для  
среднихъ и низшихъ техническихъ училищъ.

Выписывающіе со склада изданія (Москва, Твер-  
ская, Благовѣщенскій пер., д. 1, кв. 17, инженеру  
**В. А. Александрову**) за пересылку не платятъ.

**ВЫШЕЛЪ ИЗЪ ПЕЧАТИ И ПОСТУПИЛЪ  
ВЪ ПРОДАЖУ**

**Календарь-Справочникъ** для электро-  
техниковъ

(изданіе ежегодное).

**И. В. ЛИНДЕ** и **Я. Ф. КАГАНЪ-ШАБШАЙ.**

Цѣна въ изящномъ переплетѣ 1 р. 40 к.

Складъ изданія: **И. В. Линде**, Москва, Чи-  
стые Пруды, 23.

**Определеніе надлежащаго числа лампъ  
и дуговыхъ фонарей.**

**1. При освѣщеніи лампами накаливанія.**

Родъ помѣщеній.	Наименованіе отдѣльныхъ помѣ- щеній данного рода.	Число свѣчей на 1 кв. арп. пл. оц. пола.
I. Квартыры.	1. Гостиныя.	2—2,5
	2. Столовая.	1,5—1,75
	3. Спальня.	0,75—1
	4. Отдѣльн. комнат.	1—1,5
	5. Второст. помѣщ.	0,5—1
II. Гостиныя и рестораны.	1. Общій залы.	2,5—3,5
	2. Роскоши. номера	1,5—2
	3. Простые	1—1,5
	4. Корридоры и вхо- ростеп. помѣщ.	0,5—1,75
	5. Хозяйств. помѣщ.	0,5—1
III. Торговныя по- мѣщенія.	1. Магазины.	2—3,5
	2. Конторы, склады	1—1,25
	3. Витрины.	50—100 на арп. длины стѣн.
IV. Концертныя залы, театры и залы обще- ствен. собран.		4,5—7
V. Аудитории и школы.		2,5—4,5
VI. Больницы.		0,5—1
VII. Казармы.		0,5—1
VIII. Заводы.	1. Общее освѣщеніе	0,5—1
	2. Частичное.	При мелкихъ работахъ по 1 л. укаждаго станка, при груб. 1 л. на 2—3 станка.

Примѣчаніе. Таблицей пользуются слѣдующимъ  
образомъ: узнаютъ площадь пола въ кв. аршинахъ и мно-  
жатъ ее на число свѣчъ изъ послѣдней графы. То, что по-  
лучится, дѣлятъ на силу свѣта лампочекъ, которыя думаютъ  
примѣнять (16 св., 25 св., 50 св. или др.), въ результатѣ  
чего находятъ число этихъ лампъ для данного помѣщенія.  
Примѣняютъ таблицу для нахождения числа лампъ обща-  
го освѣщенія среднихъ или большихъ помѣщеній,  
при малыхъ помѣщеніяхъ чаще всего довольствуются  
освѣщеніемъ мѣстнымъ (по мѣрѣ надобности: у  
рабочаго стола, надъ столомъ въ столовой, въ угловой лампѣ  
гостиной и пр.).



**Г. ГЕНСЕЛЬ.** Популярный курсъ электротехники сильныхъ токовъ. Постоянный и переменные токи. Изд. 1-е 1912 г. Пособіе для учащихся и для самообученія. Ц. 1 р. 50 к.

Составленъ по порученію Учебнаго Отдѣла Мин. Путей Сообщенія въ качествѣ учебнаго руководства для техническихъ желѣзнодорожныхъ училищъ.

Отд. Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. по техн. образ. одобренъ въ качествѣ руководства для высш. электротехническихъ училищъ и для электромонтажныхъ курсовъ, а также допущенъ въ качествѣ уч. пособия для тѣхъ высш. техн. училищъ, въ которыхъ электротехника проходится лишь въ связи съ физикой.

**Г. ГЕНСЕЛЬ.** Электротехника въ задачахъ и примѣрахъ. Постоянный токъ. Изд. 4-е, 1913 года. Руководство для учащихся и для самообученія. Ц. 1 р. 75 к.

Отд. Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. по техн. образ. 2-е изд. признано заслуживающимъ вниманія Педагогическихъ Совѣтовъ техническихъ училищъ въ качествѣ полезнаго учебнаго пособия.

**Г. ГЕНСЕЛЬ.** Электротехника въ задачахъ и примѣрахъ. Переменные токи. Изд. 2-е, 1912 г. Руководство для учащихся и для самообученія. Ц. 1 р. 60 к.

Отд. Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. по техн. образ. 1-е изданіе одобрено въ качествѣ учебнаго пособия для техническихъ училищъ.

**Г. ГЕНСЕЛЬ.** Курсъ переменныхъ токовъ. Изд. 1906 г. Элементарное руководство для электротехниковъ. Ц. 2 р.

Отд. Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. по техн. образ. признано заслуживающимъ вниманія при пополненіи учебныхъ библиотекъ техническихъ училищъ.

**Г. ГЕНСЕЛЬ.** Трансформаторы и ихъ испытаніе. Отискъ статей автора въ „Техническомъ Вѣстникѣ“ за 1909 г. Пособіе для студентовъ и электротехниковъ. Ц. 60 к.

**В. УГРИМОВЪ и Г. ГЕНСЕЛЬ.** Основы техники сильныхъ токовъ. Томъ I. Постоянный токъ. Изд. 2-е, 1912 г. Пособіе для инж., архитек., техн. и учащихся. Ц. 3 р. 50 к.

**В. УГРИМОВЪ и Г. ГЕНСЕЛЬ.** Основы техники сильныхъ токовъ. Томъ II. Переменные токи. Изд. 1-е, 1912 г. Пособіе для инж., архитект., техн. и учащихся. Ц. 5 р.

Москва, Тверская застава, Техническое желѣзнодорожное училище, Г. Г. Гевзлю. — Пересылка безпл.

## 2. Площадь пола въ кв. аршинахъ на 1 фонарь при силѣ тока въ амперахъ.

Сила тока на фонарь.	4	6	8	9	10	12
Высота подвѣса въ саж.	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> —3	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —4	2—5	2—5	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —6	3—7
Заводскіе дворы . . .	250	450	700	800	1000	1350
Вокзалы . . .	—	250	350	450	550	750
Крытые рынки . . .	—	100	150	175	200	275
Фабричныя и вандекія помѣщенія	40	75	115	135	160	225
Магазины, концертныя залы, рестораны и проч. . . .	12	23	32	—	45	—

## 3. Для освѣщенія улицъ и площадей.

Сила тока въ амперахъ для фонарей.		Разстояніе между фонарями въ саженьяхъ.	Высота подвѣса надъ землею въ саженьяхъ.
Постояннаго тока.	Переменнаго тока.		
8	12	35	4
10	16	50	5—6
12	20	60	6—7
16	25	75	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> —10
20	30	90	10—12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

Инженеръ И. В. ЛИНДЕ.

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ КОМИСАРОВСК. ТЕХНИЧЕСК. УЧИЛИЩА.

## КУРСЪ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ.

2-е исправленное, переработанное и дополненное изданіе исполнено по заказу Министерства Народнаго Просвѣщенія.

ЦѢНА 2 руб. 50 коп.

МОСКВА, Чистые пруды. 23, И. В. Линде.

ИНЖЕНЕРЪ  
**И. И. МЕКЛЕРЪ,**

МОСКВА,

Мясницкая, Фуркасовскій пер., № 3.

Адресъ для телеграммъ: Москва Индуктивъ.

Телефоны: 242-67; 274-71 и 414-77.

ОПТОВЫЙ СКЛАДЪ

всѣхъ принадлежностей по электротехникѣ.

Динамо-машины, электродвигатели, электровентиляторы, эксгаусторы, дуговые фонари, бергманскія изоляціонныя трубки, нагрѣвательные приборы, проволока и лента для реостатовъ, угольныя металлическія щетки, дюбеля и винты, слюда, миканитъ и пресспанъ, лампочки накаливанія, угли для дуговыхъ фонарей и проч.

БОЛЬШОЙ ВЫБОРЪ:

декоративной бронзовой арматуры, а также арматуры для наружнаго освѣщенія.

ИНЖЕНЕРЪ

**И. Д. ВЛАСОВЪ.**

КРАТКІИ КУРСЪ

электротехники слабыхъ токовъ  
телеграфъ, телефонъ и сигнализациа.

Составленъ по распорженію Учебнаго Округа  
Министерства Путей Сообщенія.

Отдѣломъ Ученаго Комитета М. Н. П. по техническому  
образованію одобренъ въ качествѣ учебнаго пособія для  
техническихъ и ремесленныхъ училищъ.

Цѣна 1 р. 20 к.

Москва, Александровская площадь, д. 13.  
Железнодорожное училище.

II. Характерныя данныя различныхъ  
машинъ и стоимость установки ихъ.

Полная стоимость установки генера-  
торовъ и моторовъ.

1. Стоимость установки генератора на 1 уаттѣ

включая стоимость генератора динамо, распредѣлит. доски,  
приборовъ, фундамента, монтажа, провоза и пр.

До 1700 уаттѣ стоимость 1 уатта 30,5 к.

Отъ 1700 до 2000	"	1	"	26	"
" 2000 "	2500	"	1	19,5	"
" 2500 "	3500	"	1	14,5	"
" 3500 "	5100	"	1	12	"
" 5100 "	6500	"	1	10,5	"
" 6500 "	8500	"	1	10	"
" 8500 "	10500	"	1	9,6	"
" 10500 "	13000	"	1	9,4	"
" 13000 "	14000	"	1	11	"
" 14000 "	17000	"	1	9,5	"
" 17000 "	21000	"	1	9	"
" 21000 "	24500	"	1	8	"
" 24500 "	34000	"	1	6,5	"

Примѣръ. Во что обойдется установка динамо по-  
стояннаго тока на 120 вольтъ и 40 амп.?

Мощность машины =  $120 \times 40 = 4800$  уатт, т. к. при  
этой мощности (до 5100) каждый установленный уаттъ об-  
ходится въ 12 коп., то полная стоимость установки будетъ  
 $4800 \times 12 = 576$  руб.

2. Стоимость установки электрическихъ моторовъ  
на 1 лош. силу:

включая стоимость мотора, цусковыхъ аппаратовъ, измѣр.  
приборовъ, проводки (отъ станціи или ввода), исключая  
приводныя вали (трансмиссію).

а) Постояннаго тона:

При одиночномъ (индивидуальномъ) приводѣ	100	руб.
" средне-групиовомъ	52	"
" крупно - групиовомъ	25	"

в) Трехфазнаго тона:

Приведенныя выше цифры для моторовъ 3-хъ-фазнаго  
тона могутъ быть понижены на 10—12%.

Примѣръ. Во что обойдется установка на ткацко-  
фабрикѣ моторовъ 3-хъ-фазнаго тока общей мощностью до  
100 лош. силъ при средне-групиовой передачѣ?

При постоянномъ токѣ установка обошлась бы въ  
 $52 \times 100 = 5200$  руб., а при трехфазномъ — будетъ стоить  
10% дешевле, т. е.  $5200 - 520 = 4680$  руб.

## ПАРОВЫЯ МАШИНЫ.

Нормальный расход пара въ паровыхъ машинахъ въ килогр. на 1 индик. лш. силу.

Типъ машины.	Давленіе пара при впускѣ въ атм.										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Одноцилиндр. маш. безъ конденсаціи . . .	17	15	14	13	12	—	11	—	—	—	—
Одноцилиндр. маш. съ конденсаціей . . .	11	10	9,5	9,3	9,1	—	9	—	—	—	—
Машины Компаундъ безъ конденсаціи . . .	—	—	—	—	12	11	11	10,5	10	—	—
Машины Компаундъ съ конденсаціей . . . .	—	8,8	8,1	8,2	8	7,8	7,7	7,6	—	—	—

**Примѣчаніе.** Расходъ пара (въ килогр.) въ паровой машинѣ находится путемъ перемноженія числа индикаторныхъ силъ ея на цифры таблицы (для определенной машины и давленія пара).

Привилегія заявлена.

ПРИБОРЪ ИНЖЕНЕРА

**В. А. АЛЕКСАНДРОВА**

для опытнаго доказательства за-

коновъ электрическаго тока

(по аналогіи съ водою).

Этотъ приборъ даетъ возможность весьма наглядно иллюстрировать законы электрич. тока, пользуясь для того аналогіей съ водою, какъ наиболее простой и поучительной.

Отвлеченныя понятія о теченіи тока, напряженіи, электродвиж. силѣ, законѣ Ома и законахъ Кирхгофа становятся при пользованіи указаннымъ приборомъ осязательными и чрезвычайно легко усвояемыми. Цѣна съ принадлеж. и руков.

**23 руб.**

**Складъ прибора:** Москва, Тверская, Благовѣщенскій пер., д. 1, кв. 17.

ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНТОРА

ИНЖЕНЕРА

**И. В. ЛИНДЕ,**

МОСКВА,

Чистые пруды, 23.

==== Телефонъ № 5-64. ====

Полное оборудованіе электромеханическихъ сооружений.

Всѣ принадлежности для электрическихъ сооружений.



2. Для определения числа индикаторных сил машины следует действительные или эффективные ее силы (на валу) разделить на коэф. полезного действия машины (см. след. таблицу).

Среднія значенія коэффициента полезнаго дѣйствія паровыхъ машинъ.

Работа въ лошадиныхъ силахъ	}	=	2	20	50	100	200	500
			до 20	до 50	до 100	до 200	до 500	до 1000
Коэф. полезнаго дѣйствія при нормальной работѣ.			0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90

Расходъ масла въ паров. маш. и локомотивахъ на 1 силу въ часъ въ граммахъ.

Большія машины многократнаго расшир. съ перегрѣт. паромъ . . . . .	1,2—1,8	грамма.
Среднія машины одноцилиндр. и компаундъ съ насыщ. паромъ . . . . .	0,6—1	"
Стационарныя машины компаундъ (давл. 11 атм. перегр. 330°Ц.) . . . . .	1,8—2	"
Локомотивы . . . . .	1—3,9	"

Паровыя машины (вертикальныя) для соединенія съ динамо.

Число оборотовъ въ 1 м.	Мощность въ лошадиныхъ сил.		Вѣсъ въ пуд. съ основан. для динамо.	Стоимость въ рубляхъ франко-С.-Петербургъ.
	При 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> атм. давленія пара.	При 8 атм.		
600	18	25	60	2900
575	27	35	85	3400
575	42	50	108	4070
550	55	70	145	4900
500	85	100	175	5920
450	95	135	200	6800
450	105	150	300	7420
400	125	175	372	9000
380	165	220	435	10000
380	190	250	500	11600
380	230	300	620	16280
380	240	350	700	17650

Стоимость фундамента и монтажа отъ 6% до 10% отъ стоимости машины.

# Шпиль и Пренъ

Москва,

Варварка, 26. | Тел. 16-68.

## Паровыя гарнитуры.

## Молотилки.

## Жатвенныя машины.

## Сепараторы.

Фабрика приводныхъ ремней.



## „Технико - Промышленный Вѣстникъ“.

Подъ редакціей инженеръ-технолога С. Я. ТУРГЕЛЯ.

Выходитъ одинъ разъ въ мѣс., каждое 30 число.

Программа журнала: I. Изъ міра техники. II. Статистика. III. Неиспользованныя возможности. IV. Конъюнктура рынковъ. V. Въ области промышленныхъ предприятий. VI. Технические общества, доклады, съѣзды и совѣщанія. VII. Свѣдѣнія о привилегіяхъ. VIII. Обзоръ технической литературы. IX. Товарныя биржи. X. Фондовая биржа. XI. Торги, поставки и предполагаемая работы и сооружения. XII. Узаконенія и распоряженія правительства. XIII. Изъ судебной и административной практики. XIV. Выставки. XV. Запросы иностранныхъ фирмъ. XVI. Изъ технико-промышленной жизни. XVII. Извѣстія машиннаго рынка. XVIII. Спросъ и предложеніе технического труда. XIX.

Объявленія промышленныхъ фирмъ.

Подписная цѣна: на годъ 6 р. на полгода—3 р. Тарифы объявленій высылаются безплатно по первому требованію. (—) За помѣщеніе фирмы въ „Алфавитномъ указателѣ специальностей заводовъ и техническихъ фирмъ“—6 руб. въ годъ за кажд. спеціальн., съ уплатой впередъ. За разсылку при журналѣ вкладныхъ объявленій вѣсомъ до 1 лота—10 р. за 1000 экз. (—) Липа, вущія техническаго труда, платятъ 20 к. за строку пестита.

Подписка и объявленія принимаются: С.-Петербургъ, Поварской пер., 4 и во всѣхъ живыхъ магазинахъ. (—) Технической отдѣлъ при конторѣ редакціи исполняетъ всевозможныя техническія работы, поставяетъ всякаго рода машины и даетъ подписчикамъ исъ желаемыя справки. (—) Пробный номеръ высылается за 8 семикопечныхъ марокъ.

Редакція и контора: С.-Петербургъ, Поварской п., 4. Къ журналу предлагается: „Алфавитный указатель специальностей заводовъ и техническихъ фирмъ“.

Ж У Р Н А Л Ъ

## „ИНЖЕНЕРЪ“.

XXXI-й годъ изданія,

выходящій въ г. Кіевѣ ежемѣсячно книжками въ 4—6 печ. листовъ in 4<sup>o</sup>. Издается Кіевскимъ Отдѣленіемъ Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Редакторъ: А. А. Абрамсонъ.

Подписная цѣна съ пересылкой и доставкой 12 р. въ годъ. Разсрочка платежа допускается въ два срока: при подпискѣ 6 р. и не позже 1 мая 6 р. Для гг. учащихъ въ высшихъ технич. учебн. заведеніяхъ 6 р. въ годъ, съ разсрочкою (по желанію) въ два срока.

Подписка и объявленія принимаются: въ Кіевѣ, въ редакціи журнала (Крошатики, № 10) и во всѣхъ книжныхъ магазинахъ г. Кіева, въ Петербургѣ—въ книжныхъ магазинахъ: М. Вольфъ, В. Эриксонъ, К. Риккертъ, въ конторѣ торговаго дома Л. и Э. Метцль и К<sup>o</sup>, А. Маловой (Жахарьейская, 3). Въ Москвѣ у М. Вольфа, въ Варшавѣ и Одессѣ у Л. и Э. Метцль и К<sup>o</sup>.

## Паровыя турбины „Дозалли“.

Число эффектив. лошадин. силъ.	Число оборотовъ въ минуту.	Занимаемое мѣсто турбиной и динамо-машиной въ метрахъ.	Стоимость машины съ доставкой.	Вѣсъ пуд.	Стоимость фундамента и монтажа.
75—100	4000	5,5×3,2	6000	230	360
100—200	3000	6,3×3,9	9600	350	570
250—350	3000	7,6×3,7	14350	530	840
400—500	3000	8,4×5,5	17000	610	900
600—700	3000	9,6×5,9	18900	640	1400
750—850	3000	10,0×6,2	22800	855	1600
900—1000	3000	10,7×6,7	24300	890	1700
900—1000	1500	11,4×7,0	36000	1700	2500
1000—1250	1500	11,9×7,3	37500	1800	3100
1300—1500	1500	12,5×7,8	42300	1875	3320
1800—2100	1500	12,8×8,1	51800	2275	4600
2400—2600	1500	13,2×8,4	62300	2450	5600
3000—3300	1500	13,4×8,6	74700	2700	7470
2440—2600	1000	14,5×8,6	80000	4350	8000
3000—4000	1000	14,8×8,8	91800	4700	9200
4000—5000	1000	15,5×9,4	117000	5000	11700

## Турбины „Парсона“.

(съ пошлиной и провозомъ).

Для 680 килоуаттъ вѣс. 2612 пуд. Стоить . 50025 руб.  
 Для 1600 килоуаттъ, вѣс. 5400 пудовъ . . 101480 „  
 Для 3000 килоуаттъ, вѣс. 5600 пудовъ . . 150250 „

## ПАРОВЫЕ КОТЛЫ.

Число килограммовъ пара, испаряемыхъ различными паровыми котлами.

въ 1 часъ съ 1 кв. метра поверхности нагрѣва:

Норм. раб. Форсиров. раб.  
 Водотрубные котлы (до 400 кв. метр. пов. нагрѣва). . . 12—17 17—26



	Норм. раб.	Форсиров. раб.
Котлы съ жаровыми трубами (до 120 кв. метр. поп. нагр.).	15—23	24—30
Комбинированные котлы съ дымогарными трубками .	12—18	19—22

**Примѣчаніе.** Для опредѣленія поверхности нагрѣва котловъ, необходимой для работы данной машины, слѣдуетъ расходъ пара на нее (опредѣленный изъ предыд. таблицъ) раздѣлить на число килогр. пара испаряемыхъ котломъ съ 1 кв. метра въ 1 часъ. На потери пара въ трубопроводахъ и вспомогатъ механизмахъ прибавляется отъ 10% (въ установкахъ до 100 л. с.) до 20% (до 1000 л. с.) Число котловъ, получится отъ раздѣленія найденной общей поверхности котловъ на поверхность нагрѣва одного котла. Къ полученному числу прибавляется 1 или 2 запасныхъ котла (на случай ремонта).

### Паропроизводительность различныхъ видовъ топлива.

въ килограммахъ пара на 1 килограммъ топлива.

1 килогр. нефти	даётъ отъ 12 до 13	кв. пара.
1 " кам. угля "	" 6 — 9,5	" "
1 " кокса "	" 4,5 — 8	" "
1 " бураго уг. "	" 2 — 4,5	" "
1 " дровъ "	" 2,5 — 3,5	" "
1 " торфа "	" 1,5 — 3	" "
1 " соломы, опилокъ. или коры. . . . .	1,5 — 2	" "

**Примѣчаніе:** Для опредѣленія числа килогр. топлива, необходимого для топки котловъ въ часъ слѣдуетъ общее число килогр. пара, испаряемого котлами въ часъ (см. предыдущ. таблицу), раздѣлить на паропроизводительность данного топлива.

### Расходъ угля въ локомотивахъ.

(на 1 дѣйств. силу въ часъ).

Одноцилиндровые съ перегрѣ- тымъ паромъ отъ . . . . .	12 — 40 л.с.	1,19—1,09	кв. гр.
Тоже . . . . .	45 — 130	"	1,06—1,01

ИНЖЕНЕРЪ

**В. А. Александровъ.**

Электротехническія установки.

Москва, Тверская, Благовѣщенскій пер.,  
д № 1, кв. 17.

ПОЛНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТР. СТАНЦІЙ.  
УСТРОЙСТВА

электрическаго освѣщенія, передачи силы и  
сигнализаци (телефоны, звонки, пожарная  
сигнализаци).

Испытаніе электр. машинъ и трансформато-  
ровъ (пріемка).

Обнаруженіе поврежденій машинъ и трансфор-  
маторовъ и исправленіе ихъ.

Исправленіе и вывѣрка измѣрительныхъ при-  
боровъ.

С О В ъ Т Ы по

Рациональному выбору системъ двигателей для различ-  
ныхъ условий производства;

Опредѣленію расходовъ при пользованіи электриче-  
ствомъ для тѣхъ или иныхъ цѣлей или при переходѣ  
съ механической силы на электрическую;

Обнаруженію и исправленію поврежденій въ машинахъ  
и приборахъ;

Опредѣленію наивыгоднѣйшихъ условий эксплуатаціи  
установокъ и пониженію расходовъ по содержанію ихъ.

**ВЫПИСКА ИЗЪ ЗАГРАНИЦЫ**

и доставка въ кратчайшій срокъ:

Динамо-машинъ и моторовъ, Приборовъ, Уста-  
новочныхъ матеріаловъ.

**Газовые двигатели малой мощности**  
всегда на складѣ.

Устройство рекламнаго освѣщенія (витринъ,  
вывѣсокъ и проч.

При всякаго рода запросахъ прилагать на отвѣтъ  
7-коп. марку; за совѣтъ (обычный) 2 р.

Компаундъ безъ конденса- цій отъ . . . . .	18 — 45	„	1,03—0,95	„
Тоже . . . . .	55 — 300	„	0,90—0,87	„
Компаундъ съ конденса- цій отъ . . . . .	22 — 50	„	0,85—0,77	„
Тоже . . . . .	65 — 500	„	0,68—0,66	„
Локомотивы системы Тан- демъ . . . . .	20 — 44	„	0,70—0,68	„
Тоже . . . . .	75 — 400	„	0,58—0,57	„
Локомотивы компаундъ съ двойн. перегрѣвомъ отъ . 400—750	„	„	0,55—	„

### Водотрубные котлы.

Поверхн. нагрѣва въ кв. фут.	Число цилиндровъ.	Стоимости въ рубляхъ.						Поставка.	Вѣсъ котла въ пу- ндахъ для 7—8 атм.
		Котла для		Провоза на 100 вер.		Доставки въ 10 вер.			
		7—8 атм.	11—12 атм.	Для 7—8 атм.	Для 11—12 атм.	Для 7—8 атм.	1 для 11 12 атм.		
119	1	1370	1400	10,50	10,70	8	8,12	210	175
150	1	1550	1580	11,00	11,13	9	9,14	250	200
219	1	1900	1940	13,72	14	10,6	10,75	300	240
293	1	2200	2245	15,40	15,62	12	12,23	300	275
343	1	2435	2480	16,80	17	13,20	13,40	380	305
401	1	2670	2720	18,20	18,47	14,40	14,66	440	330
593	1	3260	3325	22,40	22,73	17,40	17,65	650	400
735	1	3850	3920	26,60	27	20	20,30	650	465
1098	1	4750	4850	33	33,48	25,4	25,80	750	600
1265	1	5480	5590	37,80	38,37	29,8	30,25	900	690
1426	1	5940	6060	42	42,63	32,40	32,98	900	770
1619	1	6600	6730	49	49,73	36,40	37	1000	860
1741	2	7665	7820	56	56,86	41,40	41	1000	1039
1827	1	7615	7765	54,60	55,40	42	42,63	1000	1000
2010	1	8080	8240	57	57,80	44,8	45,46	1200	1070
2531	2	9835	10035	70	71	54	54,70	1500	1300
3140	2	11870	12110	81,20	82,40	62,8	63,73	1800	1510
4020	2	15300	15610	115	116,30	88	89,32	2200	2120
5540	2	18600	19390	130	133	105,2	106,78	2600	2550

Полный вѣсъ котла для давленія пара болѣе 8 атм. увеличивается на 0,5% за каждую атмосферу.

Арматура, гарнитура и связи на 1 кв. фут. поверхности нагрѣва котла: вѣсятъ пудовъ 0,55, — стоятъ рублей 2,20, стоимость одной арматуры 0,75 для котловъ съ поверх-

постью нагрѣва до 343 кв. фут., 0,50—до 870 кв. футъ 0,42—до 1260 кв. фут., 0,32—до 2010 кв. фут. и 0,27— для большихъ размѣровъ.

Стоимость фундамента 17% отъ стоимости постановки.

Котлы русскихъ заводъ въ цѣнѣхъ на 15% дешевле цѣнъ указанныхъ въ таблицахъ.

## ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЯГО

### СГОРАНИЯ.

Расходъ топлива на 1 дѣйствит. лощ. силу въ часъ.

Каменноугольнаго газа отъ 0,4 до 0,9 куб. метра  
Доменнаго газа . . . . . 2,35— 2,75 „ „ (для  
двигат. свыше 50 л.с.).

Нефти для мал. двигат. „ 0,22 килограммъ.

„ „ большихъ дв.

(свыше 75 л. с.) . . . . . 0,18 „

Торфа сухого . . . . . 1,3 „

Антрацита . . . . . 0,4 „ (для двигат.  
свыше 100 лощ. с.).

Расходъ воды для охлажденія цилиндровъ на 1 дѣйствит.  
лош. с. въ часъ.

Для двигат. среднихъ . . . . 20—30 литр. (при температ.  
входящей воды 15° Ц. выходящей 50° Ц.).

Для двигат. Дизеля . . . . . 12—15 литр. (при темп. вхо-  
дящей воды 10° Ц., вых. 60—70° Ц.).

Расходъ масла на 1 дѣйств. лощ. силу.

Для двигателей отъ 1 до 10 лощ. силъ отъ 18 до 6 граммъ.

„ „ „ 12—50 „ „ „ 6—2,5 „

„ „ „ 50—1000 „ „ „ 2,5—1,1 „

При примѣненіи маслоочистителей расходъ масла умень-  
шается на 30%.

# Шписъ и Тренъ,

Москва,

Варварка, 26. || Тел. 16-68.

## ДВИГАТЕЛИ.

Дизель.

Нефтяные.

Газогенераторные.

Лодочные.

Отъ 2-хъ до 1000 силъ.

Фабрика приводныхъ ремней.

### Двигатели типа „Дизель“.

Число действительныхъ силъ.	Всѣхъ худ.	Стоимость въ рубляхъ.						Всѣхъ худ.
		Одноцилиндровыхъ.			Двухцилиндровыхъ.			
		Двигат. съ упак. и отпавкой	Поста-новки.	Фунда-мента.	Двигат. съ упак. и отпавкой	Поста-новки.	Фунда-мента.	
6	80	2350	129	246	—	—	—	—
8	95	2750	151	288	—	—	—	—
10	120	3100	170	325	—	—	—	—
12	140	3500	192	367	—	—	—	—
15	215	4600	253	483	—	—	—	—
20	290	5400	297	567	—	—	—	—
25	360	6400	352	672	—	—	—	—
30	430	7300	401	766	10000	550	1050	375
35	515	8100	445	850	—	—	—	—
40	595	9000	495	945	12000	660	1260	500
50	735	11000	605	957	13680	752	1190	625
60	905	12900	709	993	15420	848	1187	755
70	1075	14480	796	1013	17220	947	1205	895
80	1250	16000	880	1040	18900	1039	1228	1040
100	1555	19200	1056	1056	22320	1227	1227	1305
120	—	—	—	—	25380	1395	1395	1600
140	—	—	—	—	28000	1540	1540	1900
160	—	—	—	—	31380	1725	1725	2170
200	—	—	—	—	37200	2046	2046	2730
250	—	—	—	—	43800	2409	2409	3360

Стоимости двигателей русскихъ заводовъ на 20% дешевле.

### Газо-генераторные двигатели.

Въ обозначенныя ниже цѣны входятъ стоимости двигателей, газогенераторовъ, насыщателей, очистителей, трубъ и другихъ необходимыхъ принадлежностей.

Число действительныхъ силъ.	Стоимость въ руб.			Число действительныхъ силъ.	Стоимость въ руб.		
	Заграничн.	Русскихъ.	Добав. цѣна за двиг. для электр. освѣщ.		Заграничн.	Русскихъ.	Добав. цѣна за двиг. для электр. освѣщ.
6	2640	2380	40	45	7770	6835	200
10	3060	2700	60	50	8840	7600	220
13	3300	3000	90	60	10000	8255	250

Продолженіе см. на слѣд. стр.



Число действит. силъ.	Стоимость въ руб.			Число действит. силъ.	Стоимость въ руб.		
	Заграничн.	Русскихъ.	Добав. цѣна за двиг. для электр. освѣщ.		Заграничн.	Русскихъ.	Добав. цѣна за двиг. для электр. освѣщ.
14—15	3400	3100	100	75	10800	9850	280
16—19	3600	3300	110	85	11700	10635	335
22—24	4600	4380	140	100	13040	11860	450
26—30	5185	4800	160	115	15700	13708	675
31—35	5900	5300	168	130	16900	15365	760
36—39	6500	5990	175	150	18930	17575	1080
40—44	7700	6420	185	—	—	—	—

Ручной автопускатель—для двигателей въ 16"— 40 силъ  
140 руб.

Приводный автопускатель съ резервуаромъ для двигате-  
лей отъ 45 силъ—460 руб.

Автопускатель съ керосиновымъ двигателемъ 1200 руб.

Двигатели съ электрическимъ запаломъ дороже на 225 р.

## Водяныя турбины.

### Водяныя турбины системы „Жонваль“.

Число лоша- диныхъ силъ.	Высота паденія воды въ саж.							
	1,86	1,00	1,14	1,29	1,43	1,50	1,72	2,00
	Цѣны въ рубляхъ.							
8	1045	915	875	830	790	775	740	690
10	1070	930	890	850	810	790	740	705
12	1150	1020	975	930	890	865	815	750
14	1280	1115	1050	990	970	940	890	830
16	1380	1210	1150	1090	1030	1015	970	910
18	1480	1300	1270	1235	1165	1090	1050	990
20	1580	1395	1320	1250	1180	1142	1120	1070
25	1815	1580	1480	1385	1286	1250	1230	1163
30	1980	1675	1600	1520	1440	1420	1360	1280
35	2280	2000	1875	1755	1635	1614	1570	1465
40	2480	2115	2025	1930	1835	1814	1745	1650
45	2765	2290	2190	2095	2000	1975	1900	1800
50	2860	2465	2365	2265	2165	2140	2060	1953
60	3190	2745	2640	2535	2430	2395	2285	2140
70	3450	3000	2880	2765	2650	2600	2490	2325
80	3630	3160	3030	2900	2765	2745	2585	2400
100	4120	3630	3500	3365	3230	3160	2960	2790

Примѣчаніе: Турбины системы „Фурнейроизъ“ цѣнить на  
75% дороже, системы „Франсисъ“—на 50% доро-  
же, заграничныхъ заводовъ—на 15% дороже.

## ЕЖЕМЪСЯЧНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛЪ Извѣстія Южно-Русскаго Общества технологовъ.

Издается по слѣдующей программѣ:

1) Свѣдѣнія о дѣятельности Общества: протоколы  
общихъ собраній, адреса членовъ Общества, родъ ихъ  
службы и т. п. 2) Различныя статьи по вопросамъ тех-  
ники и промышленности. Электротехника. 3) Фабрич-  
ное и желѣзнодорожное дѣло. 4) Техническое образо-  
ваніе и техническія учебныя заведенія въ Россіи и за  
границей. 5) Политико-экономическія статьи по вопро-  
самъ промышленности. Статистика. Управление фабри-  
ками и заводами. Фабрично-заводская гигиена. 6) Глав-  
нѣйшія правительственныя распоряженія и мѣропріятія  
относительно фабрикъ и заводовъ. 7) Хроника. Обзоръ  
техническихъ журналовъ. Рецензіи. Библиографія и  
проч. 8) Полемика. Корреспонденціи. Вопросы и отвѣты.  
9) Смѣсь. Біографіи и некрологи. 10) Объясненія.

Подписная цѣна на журналъ съ доставкой и пересылкой:  
Для членовъ Общества 1 р. Для постороннихъ лицъ и  
учрежден. 5 р. Отдѣльн. № 45 к. За перем. адреса 25 к.

Подписка на журналъ принимается въ Харьковѣ,  
Петровский переулокъ, д. № 18.

### Двухнедѣльный иллюстрированный журналъ НОВОСТИ ТЕХНИКИ и ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Болѣе 400 страницъ текста въ годъ.

Программа: Сообщенія, распоряженія и узаконенія. Об-  
щества, собранія и съѣзды. Выставки, конкурсы и эк-  
спертизы. Теорія и практика въ техн. и промышл. От-  
крытія, изобрѣтенія и усовершен. Критика и библиогр.  
Послѣдніе номера журнала. Хроника и мелкія замѣтки.  
Подписная плата: 2 рубля въ годъ (24 №№) съ достав-  
кой и пересылкой. За границу—4 рубля.

Наложнымъ платежомъ на 20 к. дороже.

Подписная плата можетъ быть выслаема почтовыми  
марками въ заказномъ письмѣ. Пробный номеръ бесплатно.  
Адресъ Редакціи: Екатеринбургъ, Проспектъ, д. Паловской.

Ред.-Изд. Техн.-Инж. Я. Иванъевъ.

Принимается подписка на 1913 годъ на ежемѣсячный  
технический и профессиональный журналъ

### „Уральскій Техникъ“.

(Годъ изданія 7-й).

Подписная цѣна: на годъ съ доставкой и пересыл-  
кой—6 руб., на полгода—3 рубля.

Редакція и контора журнала: Екатеринбургъ, Воз-  
несенскій, 43.

Редакторъ-издатель С. И. Литвиновъ.

Стоимость упаковки, провоза и доставки определяется согласно расчету в 7<sup>0</sup>/<sub>100</sub> со стоимости турбины.

Стоимость постановки турбины и надзор за постройкой колода определяется в 20<sup>0</sup>/<sub>100</sub> со стоимости турбины до 2000 р., в 15<sup>0</sup>/<sub>100</sub>—до 4000 р. и для более дорогих—в 10 процентов.

Траверсы с подшипниками стоят 310 р. Передача к регулятору—60 р.

## ТРАНСМИССИЯ.

### Стоимость „трансмиссии“,

включая приводные валы, крошечные, подвески, стальные коробки и пр.).

Диаметр вала в дюйм.	Отъ. До.	Стоимости в рублях одного фута трансмиссии на:		
		Механических заводахъ.	Пивоваренныхъ и винокуренныхъ заводахъ.	Крупчатныхъ мельничныхъ вахъ.
2—2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>		15,65	19,30	30,75
3—3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		19,55	25,65	40,95
4		25,45	—	53,40
5—5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>		51,25	—	—

### Ремни кожаные.

Ширина в дюйм.	Английск.		Русские.		Ширина в дюйм.	Английск.		Русские.	
	Одинари.	Двойные.	Одинари.	Двойные.		Одинари.	Двойные.	Одинари.	Двойные.
1	28	—	20	—	4	140	280	105	220
1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	36	—	30	—	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	160	320	115	250
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	50	85	35	85	5	200	350	130	275
1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	60	100	40	95	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	240	405	150	310
2	70	120	50	110	6	260	455	160	335
2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	75	140	55	125	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	270	500	175	365
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	80	160	65	140	7	285	545	190	400
2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	90	180	70	150	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	300	590	200	430
3	100	195	75	165	8	320	635	215	460
3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	105	215	80	180	9	370	735	250	520
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	120	240	90	190	10	425	840	280	580
3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	125	260	100	210					

Примечаніе. 1. Прибавляется за каждый дюйм шири десяти: для одинарныхъ на арш. 55 к., а для двойныхъ—105 к.

2. Ремни клееные американскимъ цементомъ для динамо—и быстроходныхъ машинъ дороже на 10<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

## Яковъ Фабіановичъ Каганъ-Шабшай

инженеръ-консультантъ.

Постоянная консультація по электросиловымъ сооружениямъ.

Постоянный надзоръ за электросиловыми сооружениями.

Исслѣдованія и проекты при переоборудованіяхъ электросиловыхъ сооружений.

Разработка техническихъ условий и гарантій на предметы электросилового оборудованія.

Приѣмки, испытанія, экспертизы предметовъ электросилового оборудованія.

Справки, совѣты, указанія по вопросамъ электросилового хозяйства.

Разработка вопросовъ, связанныхъ съ электрическими концессіями.

## БЮРО ИЗДАЕТЪ

двухнедѣльный журналъ

„Извѣстія Московскаго Бюро Техническихъ  
Исслѣдованій и Консультацій“.

подъ редакціей Я. Ф. Каганъ-Шабшай.

Цѣна 3 руб. въ годъ (съ доставкой).

Москва, Мясницкая, Гусятниковъ пер., домъ 13.

Телефоны 41-55 и 41-97

### III. Электрическія машины, лампы, фонари и аккумуляторы.

Динамо и моторы постоянного тока  
115—110 в.

#### а) Д и н а м о .

Получаемая отъ динамо мощность въ ваттахъ.	Мощность лампы для динамо въ лоп. сил.	Кэфф. полез. дѣйствія въ %.	Число оборотовъ въ минуту при 115 в.	Размѣры шкива въ мм.		Цена въ рубл. съ реост.
				Діам.	Ширина.	
0,9	1,2	75	1860	100	50	175
2	3,5	78	1750	110	80	225
2,5	4,2	80	2200	110	80	265
2,5	4,3	79	1640	120	80	270
3	5	81	1950	120	80	300
4	6,8	80	1600	130	100	330
5	8,3	82	1900	130	100	370
6,2	10,5	81	1570	160	110	442
7,5	12,3	83	1940	160	110	532
9	15	82	1540	175	130	620
12	19,2	85	1250	230	160	730
15,5	25,2	84	1320	230	160	845
20	32	85	1200	260	170	1060
25	39,2	87	1460	260	170	1300
27	43	86	1150	305	200	1500
31	48	88	890	400	270	1690
41	64	87	930	400	270	1690
50	76,5	89	1140	400	270	2036
62,5	97	90,5	960	520	300	2250
68	105	89	830	520	300	2510
82	123	90,5	1000	520	300	3135

#### в) М о т о р ы .

Число силъ, развиваемое моторомъ.	Мощность тока, необходимая для питания мотора.	Сила тока въ амперахъ въ проводахъ при 110 в.	Число оборотовъ въ минуту.	Размѣры шкива въ мм.		Цена въ рубл. съ реост.
				Діам.	Ширина.	
0,5	0,5	4,5	1620	100	40	117
1	0,9	8,5	1440	120	60	152
2	1,9	17,2	1300	120	70	206
3	2,6	24	1500	120	70	250
3	2,8	26	1250	150	100	255
4,5	3,9	36	1450	150	100	315
5	4,4	40	1150	150	130	320
6	4,2	47	1200	150	130	365
8	6,8	72	1250	200	120	430
10	8,6	78,5	1030	245	150	520
11	9,3	85	1130	245	150	542
12,5	10,6	96,5	940	305	150	622
16	13,5	122	950	335	150	822
23	19,5	177	795	335	180	1052
30	24,7	224	830	335	180	1120
35	28,6	260	685	460	250	1345
47	38,5	350	655	460	320	1735
60	48,5	440	630	540	300	2080
78	63	572	515	600	360	2565
95	76,5	695	500	660	500	3405
120	96,5	875	460	760	550	3825



ЕЖЕМЪСЯЧНЫЙ ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛЪ  
электротехниковъ - практиковъ и  
электриковъ-любителей.

## Электричество и Жизнь.

Адресъ редакціи: г. Николаевъ (Херс. г.), Спасская, 7, св. д.  
Годовая подписная плата ТРИ руб., съ доставкой и перес.

Разсрочка: 2 руб. при подпискѣ и 1 руб. къ 1 июня.

Цѣль журнала: служить пособіемъ для самообразования  
лицъ, практически занимающихся электротехникой, ока-  
зывать помощь любителю въ устройствѣ приборовъ и ма-  
шинъ, сообщать о всѣхъ выдающ. открытіяхъ и изобрѣтен.

### Программа журнала:

- 1) Электричество и магнетизмъ. Общедоступн. статьи о теоретическ. данныхъ, необходим. каждому практику.
- 2) Изъ практики въ практику. Полезные совѣты по уходу, устройству и ремонту электрич. устан.
- 3) Элек-трикъ-любитель. Описан. самодѣл. прибор.
- 4) Научная хроника.
- 5) Технич. хроника.
- 6) Электричество и жизнь. Практич. примѣненія эл.—ва въ обыденн. жизни, медици-нинѣ, сельск. хоз., военн. и морскомъ дѣлѣ и пр.
- 7) Элек-тричество въ школѣ. Опыты, новыя приборы, практическ. занятія.
- 8) Обзоръ печати.
- 9) Смѣсь.
- 10) Справочн. указат.
- 11) Почтовый ящикъ.
- 12) Объявленія. Приложенія: книги и брошюры по электротехникѣ.

Въ первый же годъ издан. журналъ удостоился весьма лестныхъ отзывовъ критики, а на Екатериносл. выст. награжденъ похвальнымъ листомъ.

Требуйте объявл. о журналѣ на текущ. подписн. годъ!

Ред.-изд., инженеръ В. В. Рюминъ.

Ежемѣсячный журналъ

## Электротехническое Дѣло.

Подписная плата съ доставкой и пересылкой  
во всѣ города Россійской Имперіи:

на годъ—5 руб., на  $\frac{1}{2}$  года—3 руб.  
(за границу—8 руб.)

Въ данное время журналъ выходитъ въ ко-  
личествомъ 3000 экземпляровъ.

Адресъ редакціи: Москва, Б. Златоустинскій, 6.

Телефочъ 51-33

## Генераторы (альтернаторы) трехфаз- наго тока.

(Съ возбудителями на одномъ валу).

Мощность въ кило- вольтъ-амперахъ.	Число оборотовъ въ минуту.	Максимальное на- пряженіе вольтъ.	Коэффициентъ полезнаго дѣйствія въ 0/0.	Углы, потребные для возбужденія.	Размѣры шкива.		Цѣна въ рубляхъ съ реост. в салазк.
					Диаметръ.	Шарана.	
25	1000	3000	88,5	1175	540	210	2250
50	1000	4000	91,0	1650	560	350	2900
70	1000	4000	92,0	2100	580	460	3300
100	1000	5000	92,5	2400	580	450	4000
52	750	4000	91,0	1800	700	280	3400
100	750	5000	92,5	2500	800	470	4700
140	750	6000	93,0	3200	860	550	5500
100	600	6000	92,5	2500	900	430	5600
155	600	6000	93,0	3300	1000	590	7000
210	600	6000	93,5	4000	1200	600	8100

Генераторы (альтернаторы) однофазнаго и трехфазнаго  
тока съ паровыми машинами (см. стр. 173).

Паро-динамо (см. стр. 172).

Турбо-генераторы (см. стр. 173).

Электромоторы однофазн. и 3-х-фазного тока для напряженія въ 120 вольтъ.

Мощность мотора въ лоша- динахъ силахъ.	При полной нагрузкѣ.						Размѣры		Цѣна въ руб- ляхъ съ рео- статомъ (отъ 3 лощ. силъ) при оборо- тахъ.												
	Расходъ тока въ гек- тоуатахъ.	Коэффициентъ полез- ной работы въ %.	Cos. φ			Сила тока въ амперахъ въ каждомъ про- водѣ.			шквпа въ мм.	Диаметръ. Шпирала.	Цѣна въ руб- ляхъ съ рео- статомъ (отъ 3 лощ. силъ) при оборо- тахъ.										
			При числѣ обо- ротовъ.			При числѣ оборотовъ.					Цѣна въ руб- ляхъ съ рео- статомъ (отъ 3 лощ. силъ) при оборо- тахъ.										
			1300 1500	1000	750	1300 1500	1000	750			1300 1500	1000	750								
<b>О д н о ф а з н ы е.</b>																					
0,1	1,6	45	0,60	—	—	1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,125	1,8	57	0,61	—	—	1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,2	2,4	62	0,63	—	—	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Т р е х ф а з н ы е.</b>																					
0,25	2,8	65	0,65	—	—	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,33	3,5	68	0,67	—	—	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5	5,1	72	0,70	—	—	3,5	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,66	6,7	72	0,72	—	—	4,5	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,75	7,5	73	0,75	—	—	4,8	5,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	10	74	0,80	—	—	6,0	6,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	15	75	0,80	—	—	9,0	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,0	19	76	0,81	—	—	11,5	12,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	23,5	77	0,81	—	—	14	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,0	28	78	0,82	—	—	16,5	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,5	32	79	0,82	—	—	19	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,0	36,3	80	0,83	—	—	21	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,5	41	81	0,84	—	—	24	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,0	45	81	0,84	—	—	26	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,0	52	82	0,84	—	—	30	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7,0	61	84	0,85	—	—	35	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8,0	69	84	0,86	—	—	39	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	85	86	0,87	—	—	47	49	54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	102	87	0,87	—	—	57	59	61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	127	87	0,89	—	—	69	72	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	167	87	0,89	—	—	92	98	98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	210	87	—	—	—	115	124	400	200	885	930	1140	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	250	88	—	—	—	137	145	400	200	920	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	292	88	—	—	—	158	168	450	210	1070	116	1235	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	330	88	—	—	—	178	189	480	230	1225	1380	1475	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	410	88	—	—	—	220	228	480	230	1275	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	490	89	—	—	—	262	275	500	200	1330	1495	1715	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	570	90	—	—	—	305	320	560	300	1550	1655	1855	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	650	90	—	—	—	344	356	600	400	1700	1830	2050	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Московское Товарищество  
„ВЛАДИМИРЪ АЛЕКСѢЕВЪ“

—) и (—  
„П. ВИШНЯКОВЪ и А. ШАМШИНЪ.“

МОСКВА.

Рогожская, М. Алексѣевская, № 17.



КАБЕЛЬНЫЙ И МѢДНОПРОКАТНЫЙ  
ЗАВОДЫ.

Издѣлія кабельнаго Завода:

ИЗОЛИРОВАННЫЕ ПРОВОДА, ШНУРЫ и КАБЕЛИ всѣхъ родовъ изоляціи, для электрическаго освѣщенія и передачи электрической энергіи.

ОСВИНЦОВАННЫЕ и БРОНИРОВАННЫЕ КАБЕЛИ для сильныхъ токовъ

ШАХТОВЫЕ КАБЕЛИ. ТЕЛЕФОННЫЕ КАБЕЛИ съ воздушно-бумажной, резиновой и волокнист. изоляціей. ТЕЛЕГРАФНЫЕ КАБЕЛИ съ гуттаперчевой и джутовой изоляціей, подводные и подзмныс.

СИГНАЛЬНЫЕ и МИННЫЕ КАБЕЛИ. Кабельные ящики и муфты.



Издѣлія Мѣднопрокатнаго Завода:

МѢДНАЯ ПРОВОЛОКА и КАБЕЛИ. ПОЛОСЫ, ПРУТЬЯ и ЛЕНТЫ.

ШИНЫ для РАСПРЕДѢЛИТЕЛЬНЫХЪ ДОСОКЪ. ПЛАСТИНЫ для КОЛЛЕКТОРОВЪ. ПРОВОЛОКА для БОСТАТОВЪ. ТРОЛЛЕЙНАЯ ПРОВОЛОКА круглая и фасонная.

БРОНЗОВАЯ ПРОВОЛОКА. РЕЛЬСОВЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ. АЛЮМИНИЕВЫЕ ПРОВОЛОКА и КАБЕЛИ.



ПРЕДСТАВИТЕЛИ:

Петербургъ— К. Шпанъ и Сыновья, Почтамтская, 4. Рига—А. Мслись, Александровская, 14 Варшава—Э. Тувимъ, Лешно, 12. Сосновицы—Инж. Гдешъ и Гурциманъ. Енагеринославъ—Южное Техническое Промышленн. Т-во Одесса—Т.д. Горенштейнъ и Кессельманъ, Ремсленная, 2. Ростовъ на Дону—Ф. Гснгстъ, Б. Садовая, 81. Баку—Т. д. Гольдлюстъ и Сынъ. Тифлисъ—Т-во Инженеръ, Головинскій пр., 11. Томскъ—1.1. Капслъ, Вульварная, 6. Вильна—К-ра „Молнія“, Трокская, 11. Кіевъ—А. Д. Шварцбротъ, Николаевская, 9. Ташментъ—К. Шпанъ и Сыновья, Воронцовская, 23.

## МОТОРЪ-ГЕНЕРАТОРЫ

(моторъ 3-хъ фазн. тона съ динамо пост. тона  
отъ 60 до 125 вольтъ при 1500 оборотахъ.)

Число силъ мотора .	1	1,5	2	3	4	5	6,5	7,5
Нагрузка динамо въ килоуаттахъ .	0,50	0,90	1,20	1,80	2,50	3,15	3,80	4,70
Цѣна съ реоста- тами въ руб. . .	300	340	375	440	480	525	600	700
							780	

### СРЕДНІЯ ДАННЫЯ.

а) для моторовъ постоянного тока.

Мощность въ лошадиныхъ силахъ.	Потребленіе энергіи въ килоуаттахъ	Коэффициентъ полезнаго дѣй- ствія въ %
0,5	0,49	72
1	0,98	75
2	1,94	76
5	4,54	81
10	8,66	85
35	29,30	88
100	80,90	99

в) для 3-хъ фазныхъ моторовъ.

Лошадиныя силы.	1	10	30	100
Число оборотовъ.	1420 700	1450 720	1450 725	1470 730
Коэффициентъ по- лезнаго дѣй- ствія . . . . .	0,82 0,77	0,87 0,86	0,90 0,89	0,92 0,92
Коэффиц. мощ- ности (Cosφ).	0,86 0,70	0,87 0,86	0,89 0,87	0,91 0,89

## ТРАНСФОРМАТОРЫ

3-хъ фазнаго тона до 7500 вольтъ при 50 періодахъ.

Мощность въ кило- вольтъ амперахъ.	Отдача при инд- дуктивной нагрузкѣ.			Наденіе напряже- ніи при Cos φ=1.	Трансформа- торный ком- плектъ съ ушиновкой безъ масла.			
	Полной.	Половиной.	Четвертной.		Цѣна.	Вѣсъ съ ушиновк.	Вѣсъ масла.	
KVA	%	%	%	%	Руб.	Пуд.	Пуд.	
Въ сосудѣхъ залитыхъ масломъ.	10	94,5	93,5	90	2,6	265	16	10
	20	94,5	93,5	90	2,5	314	20	13
	30	95,5	94,5	91	2,1	383	25	16
	40	95,5	94,5	91	2,1	560	47	25
	60	96	95	92	1,8	656	57	36
	80	96	95	92	1,8	766	67	47
	100	96	95	92	1,8	854	75	60
	150	96,5	96	93,5	1,6	1010	91	75
	200	96,5	96	93,5	1,6	1190	108	94
	250	97	96,5	95	1,2	1454	152	120
Въ сосудѣхъ съ масломъ и охлажденіемъ циркули- рующей водой.	350	97,5	97	96	1,1	1796	192	81
	450	97,5	97	96	1,1	2100	220	88
	550	97,5	97	96	1	2325	240	94
	700	97,5	97	96	1	2630	276	106
	850	98	97,5	96,5	0,9	3000	320	120
	950	98	97,5	96,5	0,9	3170	340	131

При опредѣленіи полной стоимости за граничныхъ трансформаторовъ слѣдуетъ къ указаннымъ цѣнамъ прибавить на каждый пудъ пошлины 8 руб. 50 коп. и провозъ.



**„ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“**

Органъ VI Отдѣла Императ. Русскаго Технич. Общества.  
Органъ Всероссийскаго Электротехническаго Съѣздовъ.  
Органъ Общества Электротехниковъ въ Москвѣ.

Журналъ „ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“ издается VI (Электротехническимъ) Отд. И. Р. Т. О. съ цѣлью распространенія свѣдѣній о современномъ состояніи ученія объ электрической энергіи и объ ея приложеніяхъ къ потребностямъ жизни, техники и промышленности.

Журналъ редактируется особымъ редакціоннымъ комитетомъ, избраннымъ VI Отдѣломъ.

**ПРОГРАММА ИЗДАНИЯ:**

1) Состоянію и развитію электротехники и электрической промышленности въ Россіи и за границей. 2) Отчеты о дѣятельности VI (Электротехническаго) Отдѣла И. Р. Т. О., Всероссийскихъ электротехническихъ Съѣздовъ и Общества Электротехниковъ въ Москвѣ, труды ихъ членовъ, а также отчеты о засѣданіяхъ ученыхъ, техническихъ и промышленныхъ обществъ. 3) Теорія и практика электричества и его примѣненій. 4) Теорія и практика областей техники, связанныхъ съ электротехникой, какъ-то: паровыя и газовыя машины, турбины, гидравлическія сооруженія, подъемники, пути сообщенія и т. д. 5) Техническое оборудованіе устройствъ и эксплуатация электрическихъ сооруженій въ Россіи и за границей, статистика. 6) Обзоръ литературы, хроника, мелкія извѣстія, привилегіи и письма въ редакцію. 7) Библиографія сочиненій по электротехникѣ.

Съ 1910 года журналъ выходитъ два раза въ мѣсяцъ (въ исключеніемъ дѣтскихъ мѣсяцевъ)—всего 20 №№ въ годъ.

**ОБЪЕМЪ ЖУРНАЛА ЗНАЧИТЕЛЬНО УВЕЛИЧЕНЪ.**

Къ журналу прилагается сборникъ докладовъ, читавшихся въ VI-мъ Всероссийскомъ Электротехническомъ Съѣздѣ. Подписка принимается въ Редакціи, въ Техническомъ О въ (Навтедеймоиская, 2) и во всѣхъ книжн. магазинахъ.

**ПОДПИСНАЯ ЦѢНА** на годовой экземпляръ съ доставкой и пересылкой внутри Россіи 8 руб., за полгода—5 руб. За границу 12 руб. При перемѣнѣ адреса необходимо указать № бандероли и уплатить 50 коп.

Отдѣльныя №№ продаются въ Редакціи по 60 к.

Разсрочка допускается лишь по взаимному соглашенію съ редакціей. Студентамъ высшихъ техническихъ учебныхъ заведеній журналъ высылается за 4 руб. въ годъ.

Журналъ и его изданія по электротехникѣ на Всероссийской Художественно-Промышленной выставкѣ 1896 г. въ Нижнемъ-Поигородѣ удостоены высшей награды—диплома перваго разряда. Журналъ „ЭЛЕКТРИЧЕСТВО“ рекомендованъ Учебнымъ Комитетомъ Мин. Нар. Просвѣщенія для фундаментальныхъ библиотекъ, мужскихъ гимназій и реальныхъ училищъ. Редакція открыта для личныхъ переговоровъ по средамъ и субботамъ отъ 5 до 7<sup>1/2</sup> ч. иеч.

Адресъ Редакціи: С.-Петербургъ, 7-я Рождественская, № 4, кв. 12. Тѣлфонъ 37-65.

**Электрическіе вентиляторы.**

Кол-ч. перемѣнъ часоваго воздуха въ кубич. метрахъ въ минуту.	Диаметръ крыль- севъ въ мм.	Расходъ тока въ уаттахъ.	Цѣна въ рубляхъ.		
			Постоян- наго тока.	Однофазн. перемѣн.	3-хъ-фазн.
14	250	25	18	—	—
14	240	35	—	18	—
25	300	45	25	—	—
25	300	70	—	40	—
40	360	35	—	—	—
50	360	85	—	—	—
55	360	100	—	55	46
75	450	275	75	—	—
110	475	230	200	—	140
300	710	720	375	—	285
650	1060	1600	740	—	610
1150	1440	3100	1300	—	1250
1500	1680	4500	1670	—	1600

Полная стоимость дуговыхъ фонарей со всѣми принадлежностями и установкой (по 3 шт.).

Для 6—9 амперъ . . . вт	82 руб.
„ 10—15 „ . . . „	93 „
„ 16—24 „ . . . „	159 „
„ 25—35 „ . . . „	163 „

**Стоимость лампъ накаливанія.**

Угольныхъ отъ 5—16 св. до 135 вольтъ . . .	р. 27 к.
„ „ 25—32 „ „ . . .	„ 29 „
„ „ 50 „ „ . . .	„ 80 „
„ „ 100 „ „ . . .	„ 1 „ 60 „
Металлич. „ 5—50 „ „ . . .	отъ 0,70—1,50
„ „ 100 „ „ . . .	2 р. 10 к.
„ „ 200 „ „ . . .	4 „ 50 „
„ „ 400 „ „ . . .	7 „ 50 „
„ „ 1000 „ „ . . .	— „ — „
Многосвѣчныя металлическія лампы съ арматурой . . . . .	отъ 10 „ — „

(Всѣмъ типъ дуговыхъ фонарей).

## Аккумуляторы „Тюдоръ“ для разряда отъ 3 до 10 час.

Типъ.	Емкость въ амперъ-часахъ.	Максимальная сила тока въ амперахъ при зарядѣ, разрядѣ.		Свѣлая кислота уд. вѣса 1,21 для одного элемента.	Цѣна одного элемента.	Установка, включеніе, паяльный материалъ.	Нормальный зарядъ съ напольной при не менѣе 36 элементовъ, въ элементъ.	Необходимое по-мѣненіе въ м-м для 60 элементовъ.
		зарядѣ.	разрядѣ.					
		Въ	стекля	литр.	Рубли.	Гублы.	Рубли.	Д а х ъ.
1	30	9	6	4	8.—	0.95	0.60	1850—2160—2300
2	60	18	12	6	12.—	1.05	0.70	2605—2160—2300
3	90	27	18	9	16.50	1.15	0.90	3355—2160—2300
4	120	36	24	11	20.50	1.35	1.—	4400—1980—2300
5	150	45	30	13	25.—	1.45	1.10	4400—2080—2300
6	180	54	36	16	30.—	1.55	1.15	5250—2840—2000
10	300	90	60	18	45.50	1.75	1.20	5250—3025—2000
14	420	126	84	26	61.50	2.—	1.30	5250—3410—2000
18	540	162	108	31	77.50	2.25	1.35	5250—3660—2000
в) Въ деревянныхъ ящикахъ, выложенныхъ свинцомъ.								
24	720	216	144	58	105.—	2.30	1.55	8400—3425—2200
36	1050	324	216	78	152.50	3.—	1.60	8400—3840—2200
48	1440	432	288	99	199.—	3.70	1.80	8500—6360—2200
60	1800	540	360	119	245.—	4.45	2.40	8550—7090—2200
72	2160	648	432	140	290.50	5.20	2.80	8700—7940—2200
84	2520	756	504	167	336.50	5.90	3.—	8930—8935—2200
116	3450	1044	696	222	459.—	8.10	3.30	9250—10710—2200
144	4320	1296	864	276	568.—	8.60	4.45	9500—8590—2700
200	6000	1800	1200	361	785.—	11.50	5.70	9790—10465—2700
240	7199	2160	1440	420	939.—	14.20	6.05	10070—11775—2700

Стоимость наполненія аккумуляторовъ кислотой и припененія ихъ въ дѣйствіе 25 руб.

## Въ магазинъ учебныхъ пособій „Сотрудникъ Школъ“

А. К. Залѣвской.

Воздвиженка, д. Армандь.

Приборъ инж. И. Д. Власова для получения магнитнаго спектра.

Этотъ приборъ даетъ возможность весьма ясно демонстрировать классу распределеніе магнитныхъ силовыхъ линій при смежныхъ однородныхъ и разнородныхъ магнитныхъ полюсахъ. Въ виду того, что магнитный силовой потокъ является первопричиной многихъ явленій въ электротехникѣ, то вышеозначенный приборъ будетъ очень полезнымъ нагляднымъ пособиемъ для тѣхъ техническихъ учебныхъ заведеній, гдѣ введено преподаваніе электротехники

ГОТОВЯТСЯ КЪ ПЕЧАТИ:

Инж. И. Д. Власовъ.

Курсъ общей и прикладной механики для техническихъ желѣзнодорожныхъ училищъ.

Задачникъ по механикѣ и сопротивленію материаловъ,

содержащій 300 задачъ, уясняющихъ законы механики, съ примѣрами рѣшенія наиболѣе типичныхъ изъ нихъ. Пособіе для техническихъ желѣзнодорожныхъ и ремеслен. училищъ и для самообученія.

## Автоматическое

умноженіе, дѣленіе, возведеніе въ степень, извлеченіе корня и пр. при помощи

## Счетной линейки.

Цѣна 85 к.

Руководство къ ней 35 к.

Складъ: Москва, Тверская, Благовѣщенскій пер., д. 1, кв. 17, у инженера В. А. Александрова.



## IV. Электрическая проводка и установка электрич. машинъ.

### 1. Прокладка магистралей за погонную сажень.

	На роли- кахъ.	Въ Берг- мавскихъ трубахъ.
	Р. К.	Р. К.
2 × 4 кв. мм.	1.43	1.83
2 × 6 " "	1.62	2.00
2 × 10 " "	1.78	2.30
3 × 16 " "	4.25	5.32
3 × 25 " "	5.44	6.80
3 × 35 " "	6.37	7.70
3 × 50 " "	9.77	10.20
3 × 70 " "	10.63	12.97
3 × 95 " "	13.60	15.93

### 2. Предохранители съ установкой.

Коробка для перехода съ 3 × 2 фазы съ 2-мя пробками . . . . .	3 р. 82 к.
Коробка для перехода съ 3 × 3 фазы съ 3-мя пробками . . . . .	4 " 25 "

### 3. Внутренняя проводка къ лампамъ накаливанія.

Распределительные провода, включая групповые щитки съ предохранителями (пробками), установочный и изоляционный материалы, шнуры, проводники, выключатели, переключатели, штепсельные и потолочные розетки съ деревянными розетками подъ нихъ съ работою монтеровъ за каждую лампу накаливанія . . . . . отъ 2 р. 50 к. до 3 р. — к.  
Работа монтера (безъ материала) съ лампы . . . . . 50—70 к.

### 4. Проводка къ моторамъ (на 1 лощ. силу).

(Отъ своей центр. станція или отъ „ввода“.)

При одиночномъ приводѣ (на каждый ставокъ по мотору) . . . . .	20 р. — к.
При средне-групповомъ приводѣ (нѣсколько станковъ на приводной валъ отъ общаго мотора) . . . . .	10 " — "
При крупно-групповомъ приводѣ . . . . .	5 " — "

## Акціонерное Общество „Соединенные Кабельные ЗАВОДЫ“,

въ С. - ПЕТЕРБУРГЪ.



Адресъ для телеграммъ:  
Кабель-Петербургъ.

Для писемъ: Почтовый  
ящ. № 218.

### Трубчатые провода системы „КУЛО“.

Одно, двухъ и трехжильные провода, изолированные вулканизированной резиной, бронированные гибкой металлической оболочкой, для рудниковъ, складовъ, театровъ и т. д.

Проволока мѣдная и бронзовая.

Проводники изолированные всякаго рода.

Кабели всякаго рода для сильнаго и слабаго токовъ.

Арматурная части къ кабелямъ.



### Установка электрических машин и фундамента подъ нихъ.

- а) Для машинъ до 200 руб. 10% съ общей стоимости.  
 " " 800 " 9 1/2% " "  
 " " 2000 " 9% " "

в) Для моторовъ (на 1 лошади. силу) включая стоимость  
пузконыхъ аппаратовъ:

- При одиночномъ приводѣ (см. выше стр. 198) 15 руб.  
 " среднегрупповомъ приводѣ . . . . . 8 "  
 " крупногрупповомъ " . . . . . 4 "

#### Стоимость мраморной доски.

За квадратный першокъ по 6 коп., если доска меньше  
1 кв. арп. и по 4 коп. при большихъ размѣрахъ. Распре-  
дѣлительная доска съ необходимыми принадлежностями съ  
постановкой обходится въ 22% отъ стоимости динамо, если  
ея стоимость не превышаетъ 1000 руб., 20% при стоимости  
машинъ до 5000 р. и 18% при большей стоимости.

Стоимость проводовъ отъ машины къ доскѣ—3% стои-  
мости машины.

## Много времени и труда

съэкономить каждый электротехникъ,  
пользующійся

„Таблицами для быстрого находже-  
нія и исправленія поврежденій въ  
электрическихъ установкахъ“

**Инженера В. А. Александрова,**

(МОСКВА, Тверская, Благонѣщен. пер., д. 1, кв. 17).

Цѣна 75 к.

Учебнымъ Комитетомъ при Учебномъ отдѣлѣ Мини-  
стерства Путей Сообщенія рекомендована для при-  
обрѣтенія технич. желѣзнодорож. училищами въ каче-  
ствѣ пособія для преподавателей, руководящихъ  
практическими занятіями по электротехникѣ.

### V. ВВОЗНЫЯ ПОШЛИНЫ.

Съ пуда р. к.

Абажуры эмалированные ст. 153 <sup>1</sup> . . . . .	4 20
Аккумуляторы ст. 169 <sup>1</sup> . . . . .	9 —
Измѣрительные приборы (амперметры, вольтметры, ваттметры, счетчики и т. п.) ст. 169 <sup>2</sup> . . . . .	12 —
Динамомашины и трансформаторы ст. 167 <sup>3</sup> . . . . .	8 50
Катушки для динамомашинъ ст. 167 <sup>10a</sup> . . . . .	17 70
Якоря и коллектора ст. 167 <sup>10b</sup> . . . . .	12 75
Кабеля электрическіе ст. 156 <sup>3</sup> . . . . .	6 70
Лампы накалыванія ст. 169 <sup>3a</sup> . . . . .	30 —
Локомобили, машины газовыя, calorическія, кероси- ноныя, нефтяныя ст. 161 <sup>18</sup> . . . . .	3 20
Мѣдь, алюминій, никкель ст. 143 <sup>1</sup> . . . . .	5 —
„ въ слиткахъ, ломъ . . . . .	5 —
„ въ прутьяхъ и листахъ до 0,5 мм. толщиной 143 <sup>2a</sup> . . . . .	6 —
Мѣдь отъ 0,5 мм. до 1/3 мм. ст. 143 <sup>2b</sup> . . . . .	6 40
„ тоньше 1/3 мм. ст. 143 <sup>2н</sup> . . . . .	7 10
Предохранители, выключатели и принадлежности элек- трич. освѣщенія ст. 169 <sup>2</sup> . . . . .	9 —
Прозолочка изолированная до 0,2 мм. ст. 156 <sup>2a</sup> . . . . .	16 20
Рельсы желѣзные и стальные ст. 140 <sup>2</sup> . . . . .	— 90
Ремень машинный съ пуда ст. 57 <sup>6</sup> . . . . .	10 —
Свѣчи угольныя для фонарей ст. 71 <sup>5a</sup> . . . . .	6 —
Слюда въ листахъ ст. 66 <sup>7b</sup> . . . . .	— 22 1/2
Сѣрная кислота камерная ст. 108 <sup>1a</sup> . . . . .	— 36
„ „ дымящаяся ст. 108 <sup>1b</sup> . . . . .	1 65
Телефонныя части ст. 167 <sup>1</sup> . . . . .	9 —
Фарфоровыя издѣлія бѣлыя и одноцвѣтныя, хоты бы съ цвѣтн. и позолоч. краями и майолика ст. 76 . . . . .	7 —
Фаянсовыя издѣлія съ одноцвѣтными узорами ст. 75 . . . . .	1 87 1/2
Шнуры телефонныя съ наконечниками изъ металла ст. 169. (Ц. 1895 г. № 16597) . . . . .	12 —
Элементы гальваническіе ст. 169 <sup>1</sup> . . . . .	12 —

ТАБЛИЦА для перевода русских мѣръ въ метрическія и обратно.

Сажени въ метры.		Метры въ сажени.		Килограммы въ пуды.		Пуды въ килограммы.	
Саж.	Метры.	Метр.	Сажени.	Килог.	Пуды.	Пуды.	Килог.
1	2,134	1	0,469	1	0,061	1	16,38
2	4,267	2	0,937	2	0,122	2	32,70
3	6,401	3	1,406	3	0,183	3	49,14
4	8,534	4	1,875	4	0,244	4	65,52
5	10,668	5	1,343	5	0,305	5	81,90
6	12,801	6	1,812	6	0,366	6	98,28
7	14,935	7	3,281	7	0,427	7	114,66
8	17,068	8	3,750	8	0,488	8	131,04
9	19,202	9	4,219	9	0,549	9	147,42
10	21,336	10	4,687	10	0,610	10	163,80
20	42,671	20	9,874	20	1,221	20	327,60
30	64,007	30	14,061	30	1,831	30	491,40
40	85,342	40	18,748	40	2,442	40	655,20
50	106,678	50	23,435	50	3,052	50	818,99
60	128,014	60	28,122	60	3,663	60	982,79
70	149,349	70	32,809	70	4,273	70	1146,59
80	170,685	80	37,496	80	4,884	80	1310,39
90	192,020	90	42,183	90	5,494	90	1474,2
100	213,356	100	46,870	100	6,105	100	1638,0
200	416,712	200	93,740	200	12,210	200	3276,0
300	640,068	300	140,610	300	18,315	300	4914,0
400	853,424	400	187,480	400	24,420	400	6552,0
500	1066,780	500	234,350	500	30,525	500	8189,9
600	1180,136	600	281,220	600	36,630	600	9827,9
700	1493,492	700	328,090	700	42,735	700	11465,9
800	1706,85	800	374,960	800	48,840	800	13103,9
900	1920,20	900	421,830	900	54,945	900	14741,9
1000	2133,56	1000	468,700	1000	61,050	1000	16379,9

РУССКОЕ ОБЩЕСТВО

Шуккертъ и К<sup>о</sup>.

МОСКВА, Театральный пр., 3.

УСТРОЙСТВА:

ЭЛЕКТРИЧЕСКАГО ОСВѢЩЕНІЯ.  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ СИЛЫ.

динамо-машинъ,  
проводовъ, лампо-  
вой декоративн. ар-  
матуры и всѣхъ при-  
надлежностей элек-  
трич. установокъ.

Постоянный  
складъ:

Экономическія лампочки  
ВОТАНЪ и ТАНТАЛЬ.

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО  
ТЕПЛОВЫХЪ ДВИГАТЕЛЕЙ  
ЗАВОДА

Бр. Кросслей  
въ Манчестерѣ.

ДЛЯ ЗАМЪТОКЪ.

---

Русское Электрическое Общество

## ВЕСТИНГАУЗЪ.

ГЛАВНАЯ КОШТОРА и МАГАЗИНЪ:

МОСКВА, Мясницкій пр., 2; тел. 257-85.

ОТДѢЛЕНІЯ: въ С.-Петербурѣ, Варшавѣ, Екате-  
ринославѣ, Юзовкѣ и Лодзи.

Продажа со склада динамо-машинъ, моторовъ,  
всякаго рода установочнаго матеріала, счет-  
чиковъ сист. Вестингаузъ, вентиляторовъ, ду-  
говыхъ фонарей. экономич. лампъ накалива-  
нія сист. Вестингаузъ и пр.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ БРОНЗОВАЯ АРМАТУРА.

Кварцовыя лампы „Силика“ (дугов. лампы  
безъ углей). Ртутныя лампы сист. Купера-  
Юатта (190% экономіи).

Гг перепродавцамъ большія скидки.

А. А. СПИЦЫНЪ.

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

МОСКВА, Мясницкая, 32. кв. 2. Телеф. 43-66.

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО

АККУМУЛЯТОРОВЪ СИСТЕМЫ

„Джіованни Тессембергеръ“

Переносныя батареи для разн. цѣлей.

ЗАРЯДКА и РЕМОНТЪ автомо-  
бильныхъ, каретныхъ и другихъ  
аккумуляторовъ.



# Имѣются въ продажѣ.

МОСКВА, Тверская, Благовѣщенскій пер., д. 1, кв. 17.

Инж. В. Александровъ.

**В. А. АЛЕКСАНДРОВЪ**, инж. Практическія работы по электротехникѣ. Доступное руководство для монтеровъ и учащ. 824 стр., 237 черт. Одобрено Министерствомъ Торговли и промышленности. Цѣна 2 р. 25 к. Готовится 2е изд.

**ЕГО-ЖЕ.** Проектирование электрическихъ установокъ и составленіе смѣтъ къ нимъ. 340 стр. текста и 89 черт. и план. въ перев. съ К. Wernicke. Одобрено Министерствомъ Народнаго Просвѣщенія. Ц. 1 р. 85 к.

**ЕГО-ЖЕ.** Монтажъ электрическихъ установокъ. (Проводка наружная и внутренняя и установка машинъ и распределительныхъ досокъ). Необходимое руководство для монтер. и учащ. Въ основу руковод. положены правила и нормы для электротехн. устр., принятія послѣднимъ Всероссійск. Электротехн. Съѣздомъ и Законополож. объ устр. электрич. установокъ и порядкѣ ихъ разрѣш. Ц. 1 р. 80 к. (Въ печати).

**ЕГО-ЖЕ.** Приборъ для опытнаго доказательства законовъ электрич. тока, дающій возможн. наглядно иллюстрир. законы электрич. тока при объяснен. въ классѣ), благодаря чему отвлеченныя понятія о токъ, напряженіи, электродвижущей силѣ, законѣ Ома, законахъ Кирхгофа и пр. становятся осязательными и чрезвычайно легко усваиваются. Цѣна съ принадлежи. и руководств. 23 руб.

**ЕГО-ЖЕ.** Практическій расчетъ проводовъ постоянного и переменнаго тока и составленіе чертежа электрич. установ. Со многими примѣрными подсчетами и планами. Цѣна 1 р. 65 к.

**ЕГО-ЖЕ.** Таблицы для быстрого нахождения и исправленія поврежденій въ электрич. установкахъ (машинъ постоянного и переменн. тока, трансформаторахъ, аккумуляторахъ и осветительныхъ установкахъ съ лампами накаливанія и дугowymi фонарями). Одобрено Министерствомъ Путей Сообщенія. Ц. 75 к.

**ЕГО-ЖЕ** и инженера Ильинскаго. Практическая электротехника. Перев. съ 12-го изданія Witz и Erfurt.

Часть I. Техника слабыхъ токовъ. Ц. 1 р. 15 к.

Часть II. Техника сильныхъ (постоянн. и переменнаго) токовъ. Ц. 1 р. 35 к. (безъ перепл.).

Каждая часть самостоятельна

**ЕГО ЖЕ.** Что долженъ знать каждый, имѣющій электричество или желающій устроить его у себя. Необходимая свѣдѣнія для абонентовъ и лицъ думающихъ переходить на электричество (освѣщеніе, передачу и пр.). 134 стр. текста и 118 рис. Цѣна 57 коп.

Тамъ же на складѣ **СЧЕТНАЯ ЛИНЕЙКА** для автоматическаго умнож. дѣленія, возведенія въ степень, извлеченія корня и пр. Цѣна 85 к., руководство къ ней 35 к.

# Вицъ и Ерфуртъ

ПРАКТИЧЕСКАЯ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



**ТОЛЬКО ЧТО ВЫШЛА ИЗЪ ПЕЧАТИ.**

Авторизованный переводъ съ 12-го нѣмецк. изданія

ИНЖЕНЕРОВЪ

**В. А. Александрова и И. ф. Ильинскаго.**

Пособіе для электромонтеровъ, техниковъ и самообученіе въ общедоступномъ изложеніи.

**Часть I. Техника слабыхъ токовъ.**

Цѣна 1 руб. 15 коп.

**Часть II. Техника сильныхъ токовъ.**

Цѣна 1 руб. 35 коп.

Каждая часть вполне самостоятельна.

СКЛАДЪ ИЗДАНИЯ: Москва, Тверская, Благовѣщ. пер., д. № 1, кв. 17, у инж. Александрова.

**СКЛАДЪ ИЗДАНІЯ:**

**МОСКВА, Тверская, Благовѣщ., п.  
д. № 1, кв. 17.**

**Инж. В. А. АЛЕКСАНДРОВЪ.**

**СКЛАДЪ ИЗДАНІЯ:**

МОСКВА, Тверская, Благовѣщ, п.  
д. № 1, кв. 17.

Инж. В. А. АЛЕКСАНДРОВЪ.

ИНЖЕНЕРЪ

**В. А. АЛЕКСАНДРОВЪ.**



**Практическій**

**разсчетъ**

**проводовъ и станцій**

постояннаго и переменнаго токовъ

— и —

**составленіе чертежа**

**электричesk. установокъ.**

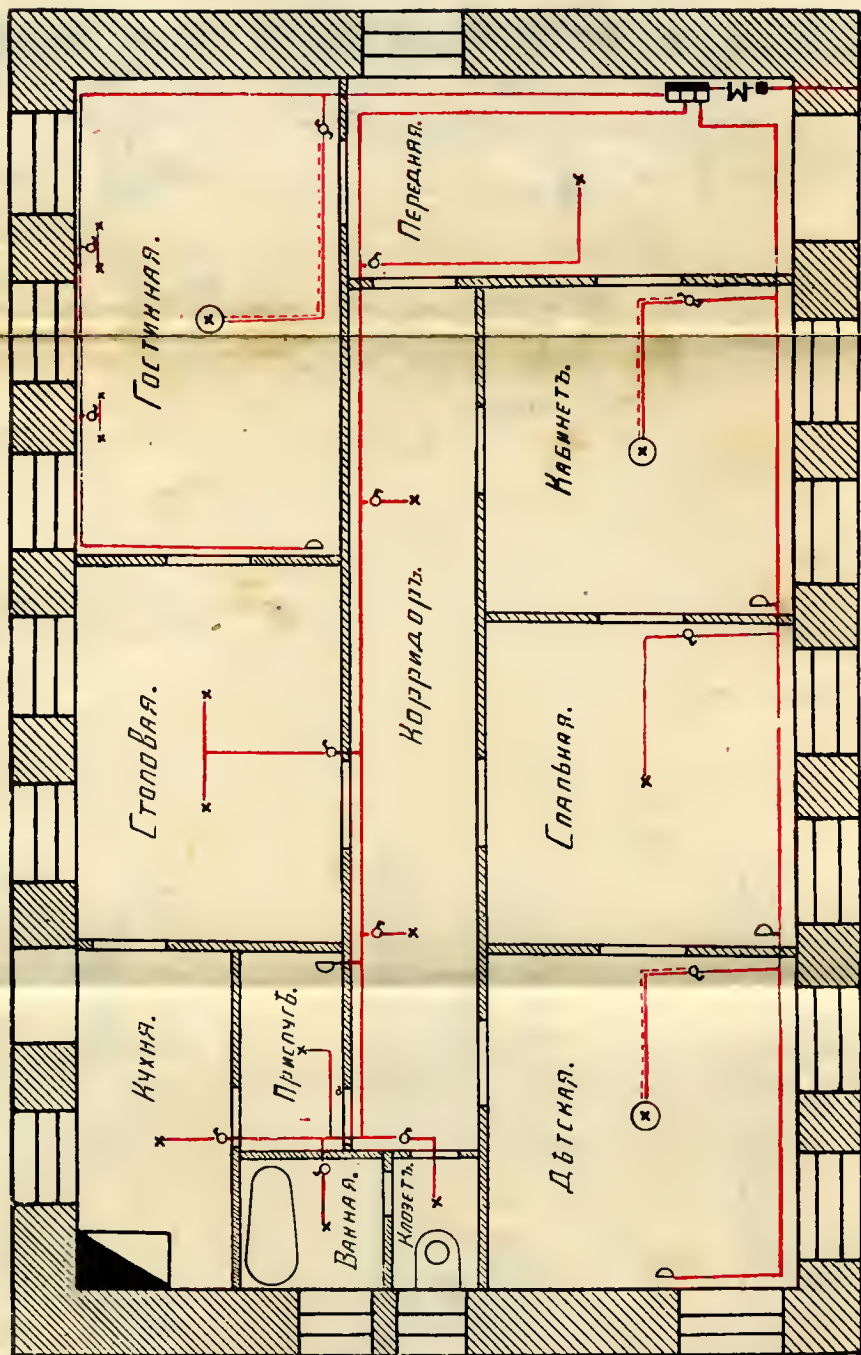
Необходимое настольное руководство для  
технич. конторъ, инженеровъ, монтеровъ,  
учащихся въ техническихъ школахъ  
**самообученія.**

Со многими графиками, таблицами, планами и  
примѣрными подсчетами.



Устройство электрич. освѣщенія

въ кв. Г. ...., по Благовѣщ. пер., въ д. № 1 кв. 17.



Благовѣщенскій пер.

Лампъ накаливанія 16 св. 29 шт. [Л.ж.]

Кабель городской сѣти.

Черт. 8.



Подпись производителя работъ

*В. Александровъ*

С.ж. на оборотѣ.



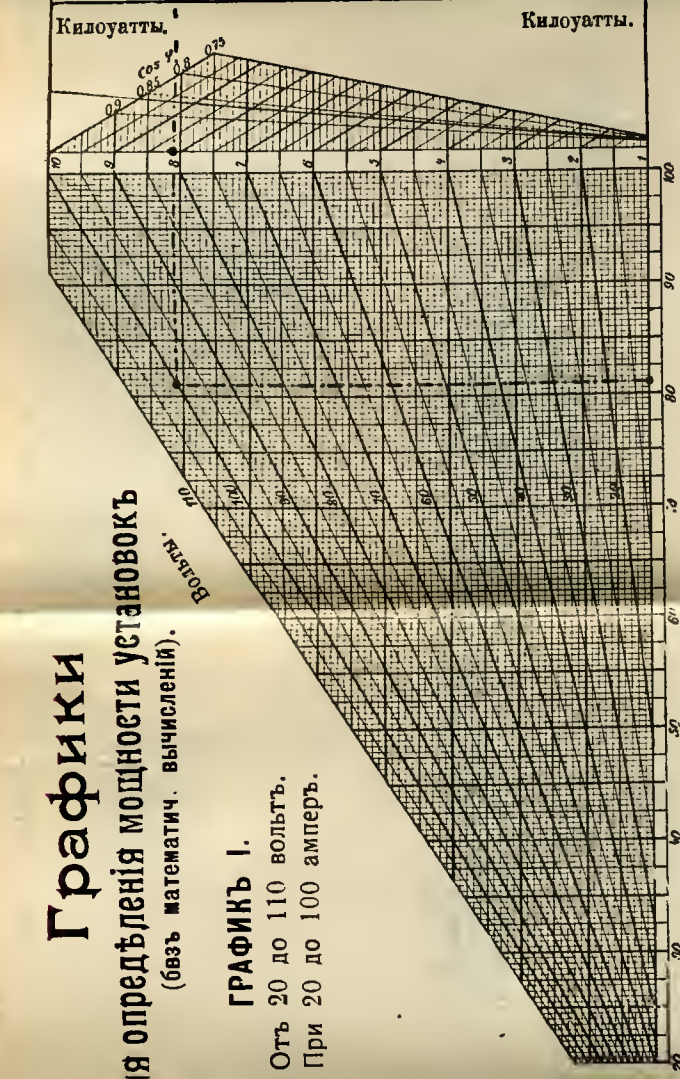


# Графики

я определения мощности установок  
(без математич. вычислений).

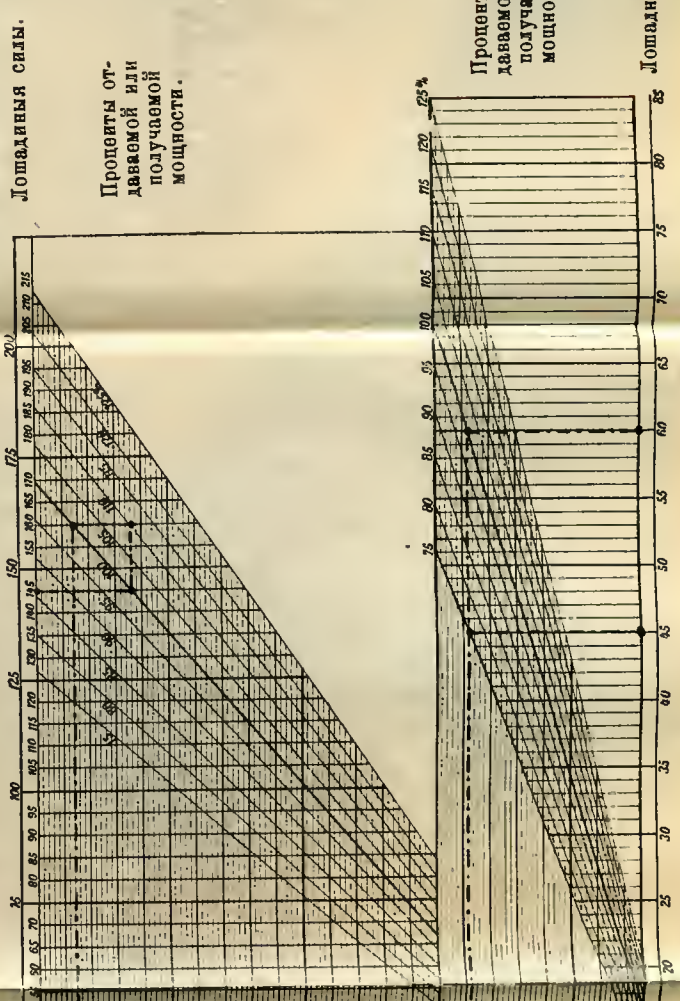
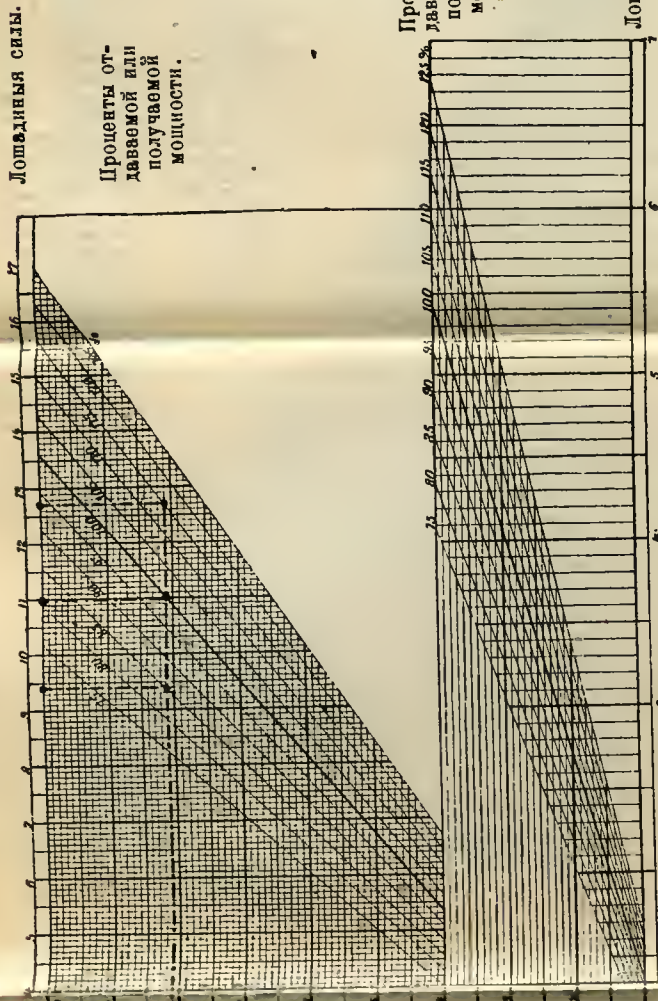
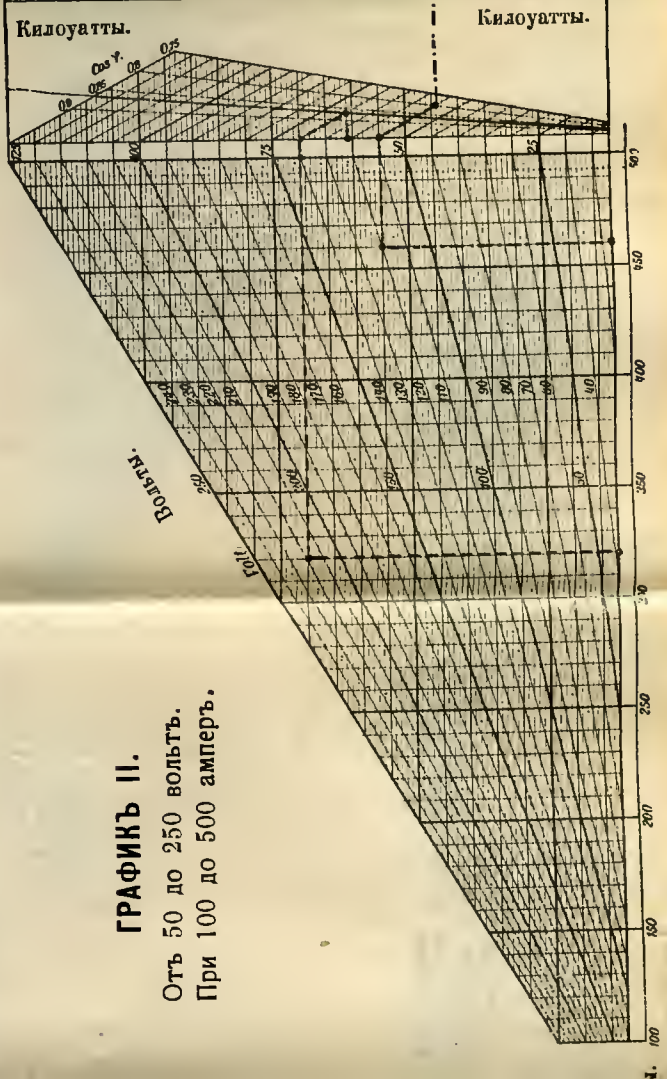
## ГРАФИКЪ I.

Отъ 20 до 110 вольтъ.  
При 20 до 100 амперъ.



## ГРАФИКЪ II.

Отъ 50 до 250 вольтъ.  
При 100 до 500 амперъ.





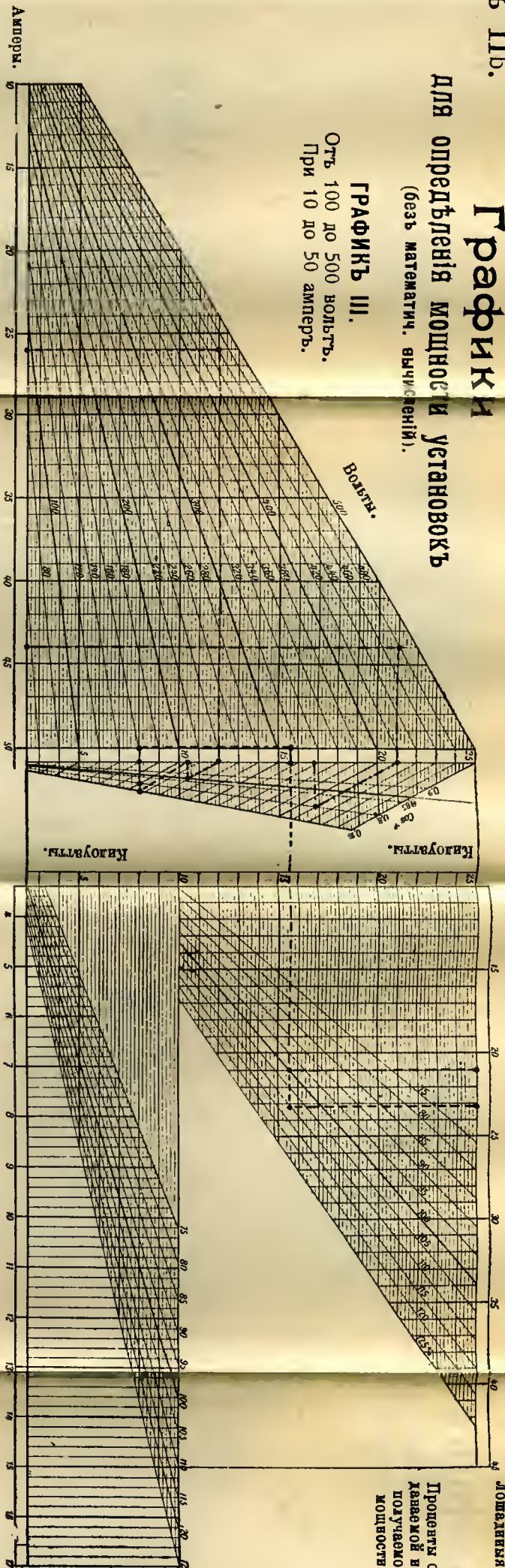
# Графики

## для определения мощности установок

(без математич. вычислений).

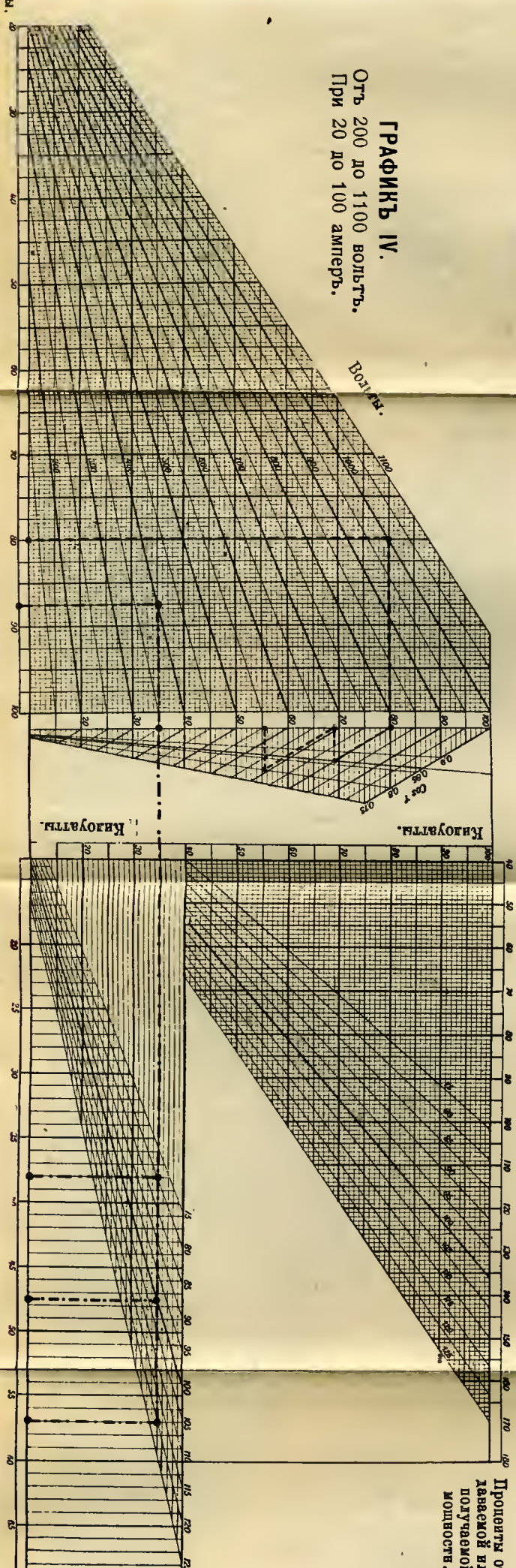
### ГРАФИКЪ III.

Отъ 100 до 500 вольтъ.  
При 10 до 50 амперъ.



### ГРАФИКЪ IV.

Отъ 200 до 1100 вольтъ.  
При 20 до 100 амперъ.

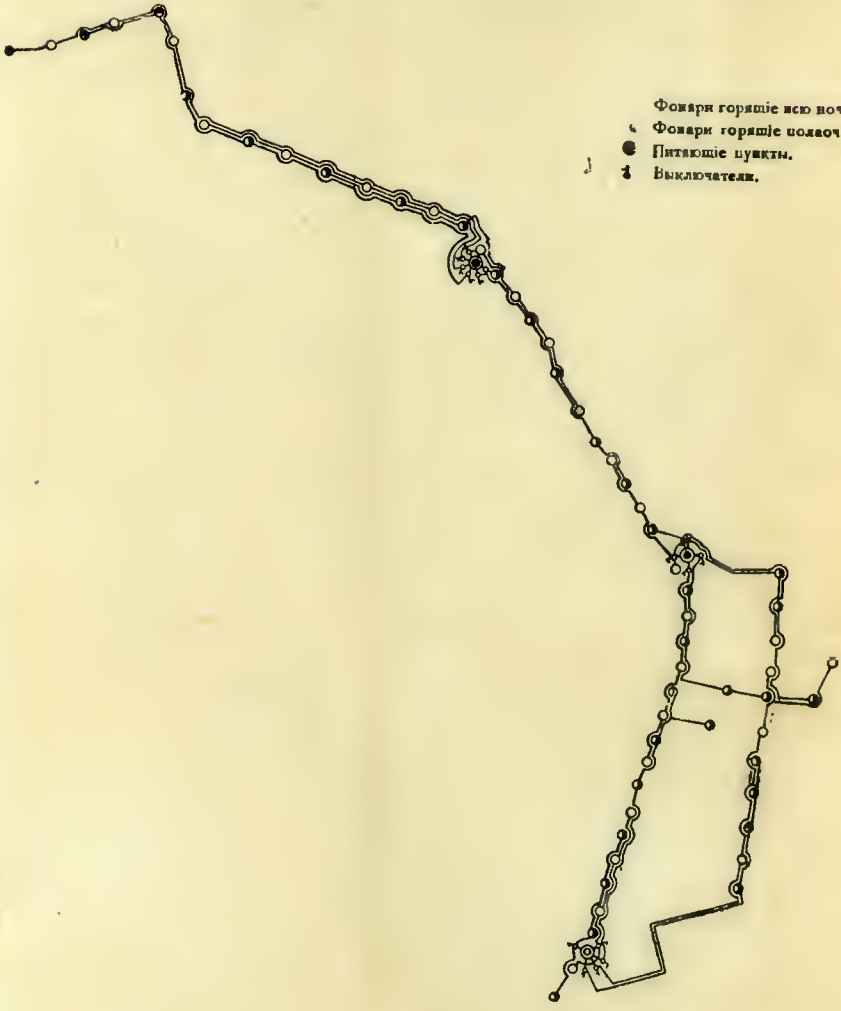


См. на оборотъ.





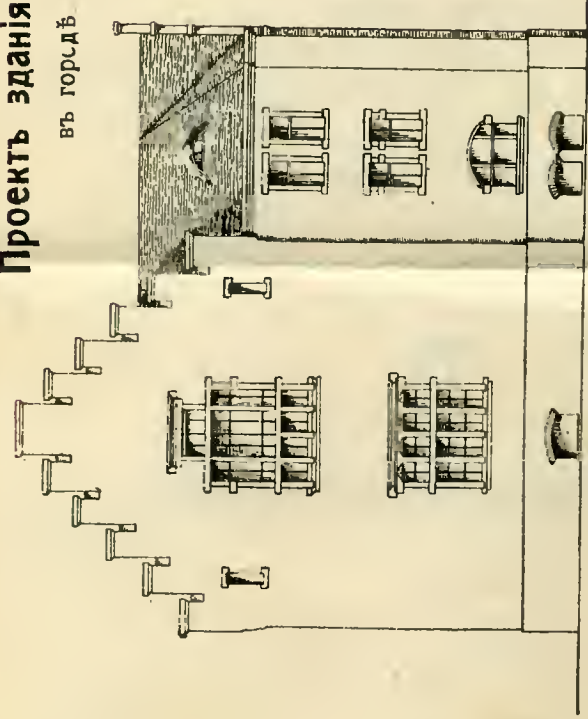
**Сѣть освѣщенія дуговыми фонарями.**  
(Къ плану города).



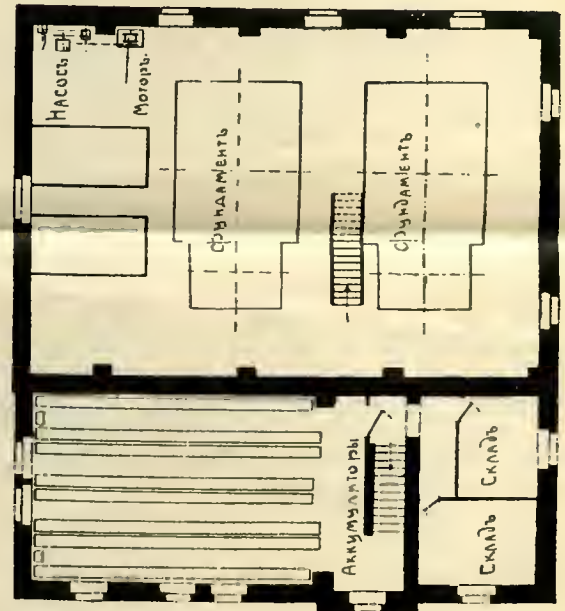
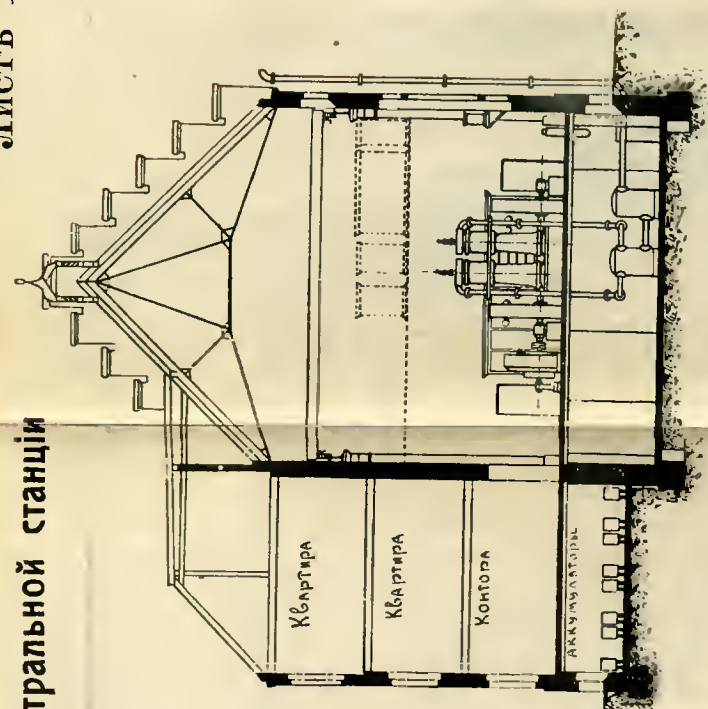
- Фонари горящіе всю ночь.
- ◐ Фонари горящіе по ночамъ.
- Питающіе пункты.
- ⚡ Выключатели.



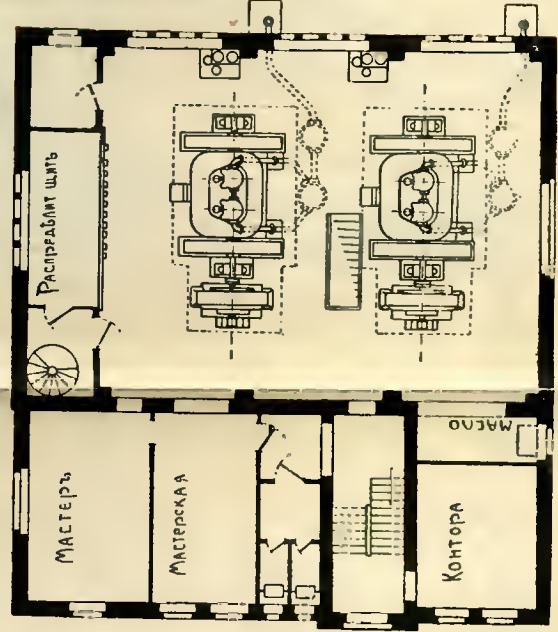
Проектъ здания центральной станціи въ гордѣ



МАСШТАБЪ 1:40

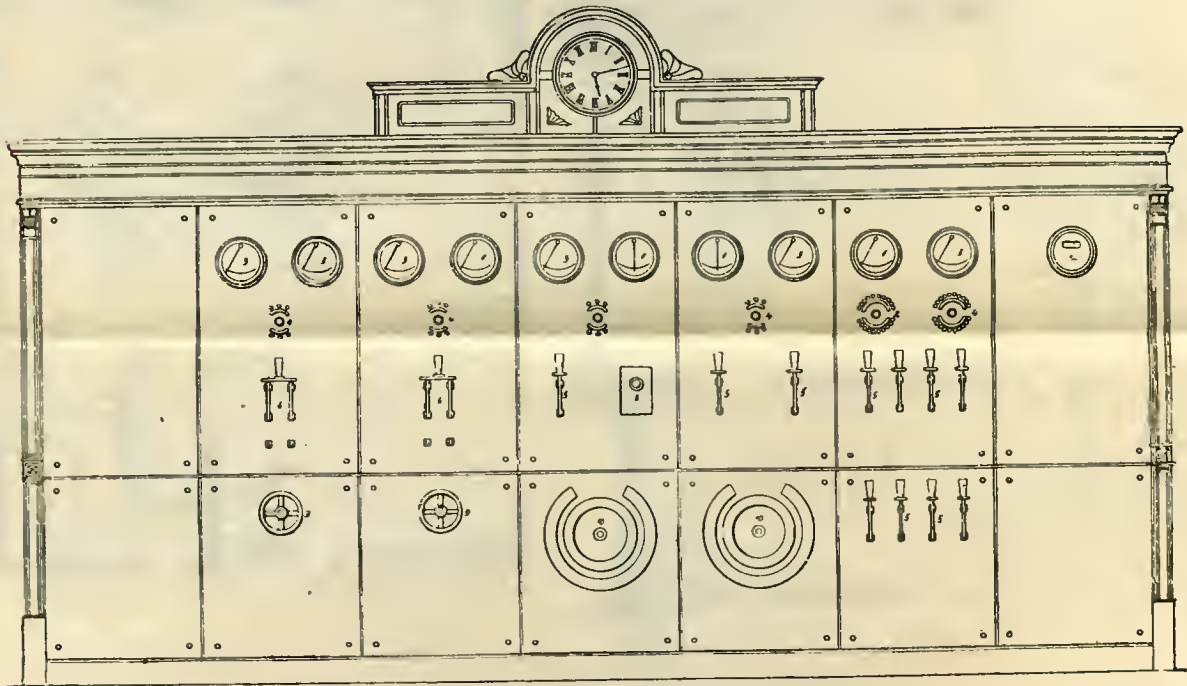


1-й этажъ



2-й этажъ

Къ проекту центральной станціи  
въ городѣ .....



Наружный видъ распределит. щита.

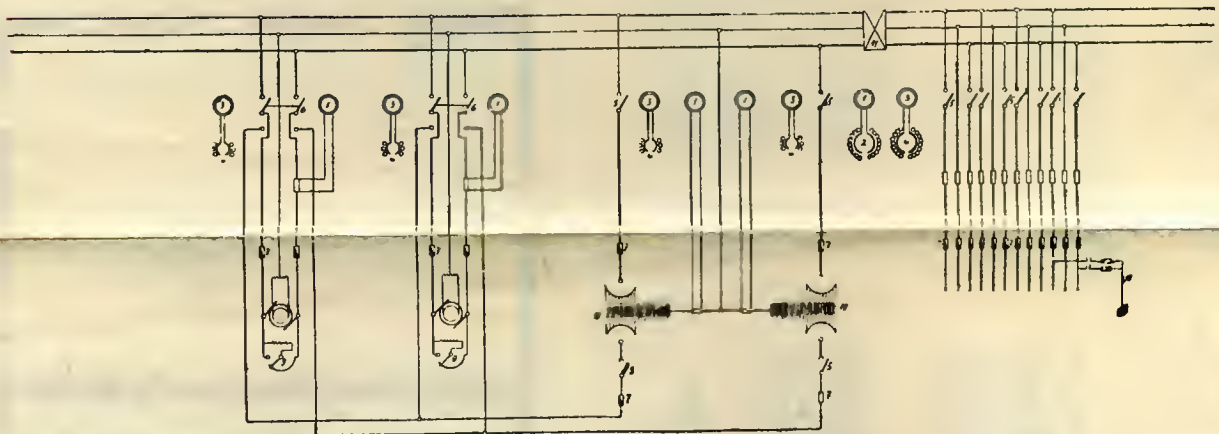
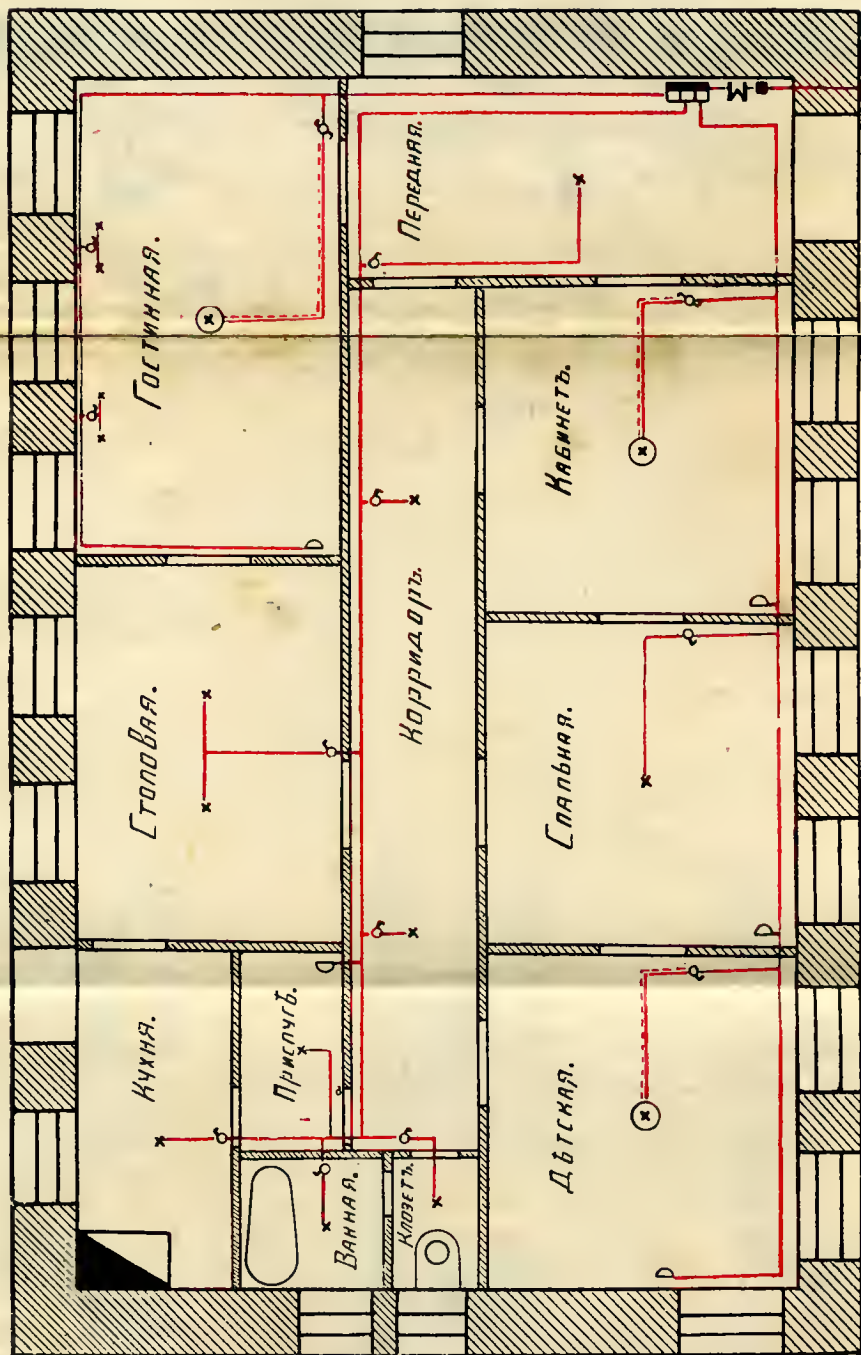


Схема соединеній машинъ и приборовъ станціи со щитомъ.

*См. на оборотѣ*

# Устройство электрич. освѣщенія

въ кв. Г. ...., по Благовѣщ. пер., въ д. № 1 кв. 17.

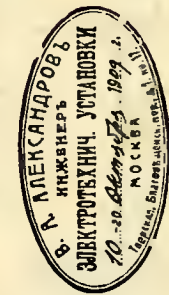


Лампъ накаливанія 16 св. 29 шт.

Благовѣщенскій пер.

Кабель городской сѣти.

Черт. 8.



Подпись производителя работъ

С.м. на оборотѣ.