

В. ЧИКОЛЕВЪ.

О БЕЗОПАСНОСТИ
ЭЛЕКТРИЧЕСКАГО
ОСВѢЩЕНІЯ.

Съ 6 рисунками.

Изданіе Ф. ПАВЛЕНКОВА.

Цѣна 25 коп.

Того-же автора:

1. Электрическое освѣщеніе съ 151 рис. Ц. 2 р. 50 к.
2. Электрическіе аккумуляторы. Ц. 20 к.
3. Справочная книжка по электротехникѣ. Ц. 75 к.
4. Чудеса техники и электричества. Ц. 30 к.

С. ПЕТЕРБУРГЪ.
1886.

О БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКАГО ОСВѢЩЕНІЯ.

Объ электрическомъ освѣщеніи со стороны его безопасности можно разсуждать въ двухъ отношеніяхъ: во первыхъ, какъ объ источникѣ болѣе или менѣе высокой температуры, неразлучной со способностью издавать сильный свѣтъ и во вторыхъ, относительно сильныхъ фізіологическихъ дѣйствій при случайномъ или умысленномъ прикосновеніи къ неизолированнымъ частямъ проводниковъ электрическаго тока.

Очень часто, въ разговорѣ съ неспеціалистами, приходится слышать выраженіе, что электрическій свѣтъ — „холодный“. Я не могу сказать, что это выраженіе нелѣпо; но обыкновенно, говоря такъ, ему придаютъ не то значеніе, которое оно имѣетъ въ дѣйствительности. Известно, что между всѣми способами электри-

ческаго освѣщенія весьма распространенный — освѣщеніе при помощи вольтовой дуги, которая даетъ самую высокую температуру. Нѣтъ въ мірѣ ни одного вещества, которое не плавилось-бы или не улетучивалось въ вольтовой дугѣ. Слѣдовательно, какимъ образомъ понятіе о холодномъ свѣтѣ соединить съ понятіемъ о самой высокой температурѣ въ мірѣ? Дѣло вотъ въ чемъ: выраженіе „холодный свѣтъ“ въ данномъ случаѣ имѣетъ относительное значеніе. Электрическій свѣтъ вольтовой дуги изъ всѣхъ другихъ источниковъ свѣта дѣйствительно самый холодный, т. е., давая извѣстное количество свѣта, онъ въ тоже время испускаетъ наименьшее количество тепловыхъ лучей, такъ что выраженіе „холодный свѣтъ“, будучи буквально невѣрно, служитъ характеристическимъ признакомъ электрическаго освѣщенія. Подобныя выраженія заставляютъ нѣкоторыхъ предполагать, что электрическій свѣтъ абсолютно безопасенъ въ пожарномъ отношеніи, и потому я желаю разрушить это заблужденіе, такъ какъ оно опасно для практики, влѣдствіе того, что всякій несчастный случай, можетъ быть обязанный своимъ происхожденіемъ подобной иллюзіи, можетъ повести къ еще болѣе неосновательнымъ заключеніямъ о пожарной опасности электрическаго освѣщенія.

Можно сказать, что у насъ, до сихъ поръ по крайней мѣрѣ, не существуетъ абсолютно безопаснаго освѣщенія. Для примѣра возьмемъ наше солнечное освѣщеніе, относительно котораго никто не станетъ утверждать, что оно опасно въ пожарномъ отношеніи. Помощью-жѣ зажигательнаго стекла или даже графина съ водою, случайно извѣстнымъ образомъ поставленнаго на окнѣ такъ, что онъ преломляетъ свѣтовые и теплые лучи, можетъ загорѣться, напримѣръ, занавѣска, подоконникъ и т. п., и произойти пожаръ. Такимъ образомъ даже солнечное освѣщеніе не абсолютно безопасно въ пожарномъ отношеніи. Отсюда слѣдуетъ, что на практикѣ не должно говорить объ абсолютной, а только объ относительной безопасности разныхъ родовъ освѣщенія. Въ этомъ смыслѣ я желаю разсмотрѣть вопросъ объ электрическомъ освѣщеніи, — насколько оно болѣе или менѣе безопасно, чѣмъ другіе способы освѣщенія.

Самое существенное отличіе электрическаго освѣщенія и отличіе, которое, по моему мнѣнію, служить въ пользу увеличенія вѣроятности его безопасности, состоитъ въ томъ, что оно ни въ источникахъ электричества, ни въ своихъ проводникахъ, ни въ источникахъ свѣта не содержитъ никакого запаса горючихъ матеріаловъ,

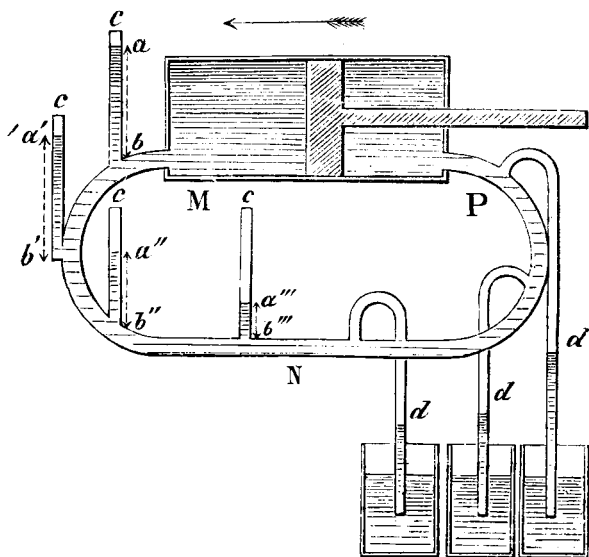
способныхъ къ взрыву или воспламененію ихъ и другихъ сосѣднихъ предметовъ. Самый электрическій токъ, который производитъ свѣтъ, не есть сгораемая или какая-либо вѣсовая матерія, доступная какому-либо изъ нашихъ чувствъ, — это просто особенное состояніе матеріи. Поясню свои слова однимъ, хотя и грубымъ, примѣромъ. Когда ядро лежитъ на землѣ въ спокойномъ состояніи, оно вполне безопасно; но если ему сообщить движеніе, оно пріобрѣтаетъ свойство пробивать преграды и пр. То-же самое и электрическіе проводники: когда приходитъ въ дѣйствіе электро-машина и развивается электрическая сила, проводники ея получаютъ извѣстное состояніе, въ которомъ они могутъ производить опредѣленныя явленія. Итакъ, повторяю, электрическое освѣщеніе отличается отъ другихъ способовъ освѣщенія отсутствіемъ потребной для освѣщенія матеріи, не говоря уже о какомъ-либо сгораемомъ веществѣ. На этомъ основаніи электрическое освѣщеніе представляетъ въ этомъ смыслѣ гарантію безопасности въ пожарномъ отношеніи, потому что оно не требуетъ сгорания какихъ-либо газовъ или другаго вещества. Вторая важная гарантія безопасности электрическаго освѣщенія состоитъ въ томъ, что оно не нуждается въ потребленіи

кислорода воздуха, такъ какъ электрической свѣтъ можетъ существовать въ приборахъ герметически закрытыхъ, не имѣющихъ никакого сообщенія съ воздухомъ. Системы электрическаго освѣщенія съ накаливаніемъ, напр., Эдисона и др., представляютъ герметически закрытый сосудъ. Подобная лампа, хотя въ ней и существуетъ высокая температура, не представляетъ опасности, потому что эта температура, по самому существу системы, ограждена непроницаемой перегородкой отъ всѣхъ другихъ предметовъ. Въ театрахъ такія лампы могутъ оказать громадную услугу; къ нимъ можно прикоснуться, можно завернуть ихъ въ кусокъ кисеи, и она не загорится, — конечно, если не будетъ пущенъ громадной силы токъ, при которомъ накалится внѣшняя оболочка. Когда послѣдняя разрушится почему-либо, уголекъ моментально сгораетъ и лампа перестаетъ служить источникомъ высокой температуры.

Чтобы, затѣмъ, хоть нѣсколько оцѣнить безопасность источниковъ и проводниковъ электрическаго тока, я позволю себѣ привести наглядное объясненіе электрической канализаціи. Объясненіе, которое я имѣю въ виду, очень удобно для всѣхъ, кто интересуется этимъ вопросомъ. Мнѣ кажется возможнымъ сравнить электри-

ческую канализацию съ канализациею воды. Представимъ себѣ цилиндръ съ поршнемъ, отъ противоположныхъ концовъ котораго идутъ соединяющіяся вмѣстѣ трубы. Намъ извѣстно, что въ однѣхъ частяхъ воды существуетъ напорное, а въ другихъ—всасывающее давленіе; другими словами, — положительное и отрицательное давленія. Если привести въ движеніе поршень, то отъ давленія положительнаго въ одной трубкѣ и отъ давленія отрицательнаго въ другой, вода течетъ по горизонтальной трубкѣ $M N P$ изъ одной части цилиндра въ противоположную (фиг. 1). Давленіе воды на стѣны трубъ въ разныхъ мѣстахъ можетъ быть опредѣлено вертикальными трубками c, c , которыя вставляются въ главную и — открытыя снизу, и сверху — наполняются водою на разныя высоты: $ab, a'b'$ $a''b''$ и т. д., выражающія мѣстное давленіе воды. Точно также всасывающее давленіе можетъ быть опредѣлено трубками d, d , которыя, будучи направлены сначала вверхъ, затѣмъ загибаются внизъ и опускаются открытыми концами въ сосуды съ водою. Здѣсь высоты, на которыя поднимается вода въ разныхъ трубкахъ, опредѣляютъ мѣстное всасывающее или отрицательное давленіе воды. Въ электрической канализациі мы имѣемъ то-же самое: элек-

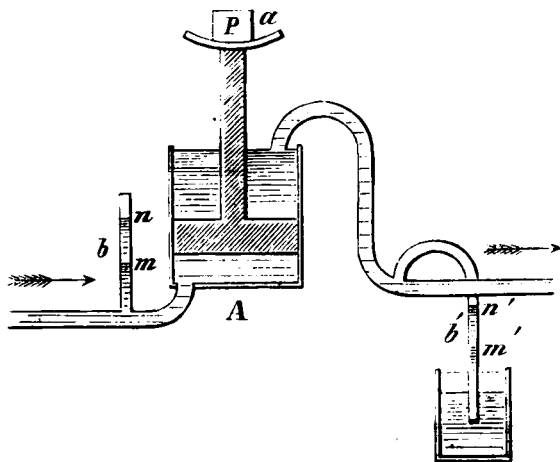
трическая машина есть вращающійся приборъ, который производитъ давленіе на электричество заставляющее массу проводовъ: съ одной стороны — положительное, съ другой — отрицательное. Величина давленія опредѣляется по-



Фиг. 1.

тенціаломъ и измѣряется особой абсолютной единицей, названной вольтомъ. Перейдемъ теперь опять къ канализациі воды. Представимъ себѣ, что въ какой-либо части сѣти мы заставили воду произвести работу. Пусть будетъ,

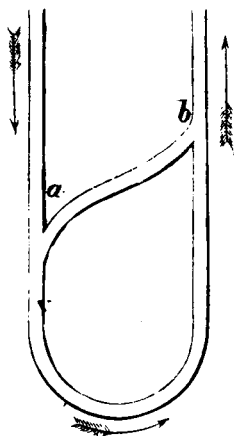
напр., на фиг. 2 цилиндръ *A* съ поршнемъ и чашкою. Если-бы не было поршня, то, притокъ воды, давленіе было-бы съ одной стороны, положительное, а съ другой — отрицательное, и вода въ трубкахъ поднялась-бы на известную небольшую высоту *m*. Если же на чашку



Фиг. 2.

положимъ грузъ *P*, то произойдетъ большая разность давленія положительнаго *n* и отрицательнаго *n'*; чѣмъ больше будетъ грузъ, тѣмъ больше будетъ и разность давленій. При электрическомъ освѣщеніи каждая лампа есть ничто иное, какъ предоставленная току работа;

чѣмъ больше работа, тѣмъ больше будетъ и разность потенціаловъ у входа и выхода тока изъ лампы. Въ цѣпи обыкновенно находится нѣсколько лампъ и каждая изъ нихъ должна потребить извѣстную работу; слѣдовательно, при бѣльшемъ числѣ лампъ должна быть пропорціонально бѣльшая разность давленія. Какъ въ системѣ водяной, такъ и электрической, наибѣльшая разность потенціаловъ существуетъ въ точкахъ выхода тока изъ источника и его обратнаго возвращенія. Если гдѣ-нибудь будетъ проведена поперечная труба въ водяной системѣ (фиг. 3), то произойдетъ болѣе или менѣе сильный токъ воды, зависящій отъ разности давленія воды



Фиг. 3.

на оконечностяхъ *a* и *b*, отъ площади сѣченія и длины трубы *ab*. То-же и въ электрической системѣ. Если мы соединимъ поперечнымъ проводомъ точку большаго положительнаго давленія системы проводниковъ электрическаго тока съ другой точкой, представляющей значительное отрицательное давленіе, то.

вслѣдствіе большой разности давленій или — какъ чаще говорятъ — большой разности потенціаловъ, по поперечному проводнику, въ случаѣ его незначительнаго сопротивленія, электричество будетъ проходить въ огромномъ количествѣ. Если мы сдѣлаемъ то-же самое, соединивъ проводникомъ два близко лежаще пункта проводовъ съ положительнымъ или отрицательнымъ давленіемъ, то, понятно, здѣсь будетъ слабый токъ электричества, даже при маломъ сопротивленіи проводника, потому что разность потенціаловъ здѣсь сравнительно мала. Словомъ, сильный токъ можетъ образоваться только въ такомъ проводникѣ, по концамъ котораго существуетъ большая разность потенціаловъ. Въ чемъ же, на основаніи этихъ соображеній, можетъ быть опасность отъ канализаціи электричества въ пожарномъ отношеніи? Опасность можетъ быть въ томъ, что между двумя рядами проводниковъ можетъ образоваться электрическій токъ, который пойдетъ по тому мѣсту, гдѣ ему не слѣдуетъ идти и образуетъ искры, вольтову дугу или накаливаніе. Напр., когда проводники лежатъ слишкомъ близко и между ними плоха изоляція, если проводники лежатъ близко къ металлическимъ предметамъ — между ними можетъ образоваться

сильный токъ, который можетъ зажечь окружающіе предметы. Такимъ образомъ, при прокладкѣ электрическихъ проводниковъ, первый вопросъ относительно безопасности состоитъ въ томъ, что мы не должны позволять рядомъ вести проводники, обладающіе большою разностью потенциаловъ.

Я долженъ сказать, что электричество даетъ еще одну гарантію безопасности въ пожарномъ отношеніи. Именно: для тока газа существуютъ трубы, которыя имѣютъ внутреннюю пустоту, а стѣнки ихъ должны быть довольно плотны и крѣпки, чтобы выдерживать давленіе; для электрическаго тока пустота есть сплошная масса проводящей матеріи. — всякій металлъ для него есть пустота, конечно, не абсолютная, но относительная, такъ какъ разные металлы неодинаково способны проводить электричество; для электрическаго тока стѣнками является изоляція и ею служитъ все окружающее проводники пространство воздуха, которое является почти абсолютнымъ сопротивленіемъ въ видѣ необъятныхъ стѣнъ. Напр., если проведена по комнатѣ въ воздухѣ голая мѣдная проволока, то можно пропустить чрезъ нее громадной силы токъ электричества, не заботясь объ изоляціи проволоки. Только при громадной разности

потенціаловъ электричество способно давать искру въ воздухѣ на разстояніи. — примѣръ: молнія и электростатическія явленія электричества; но при токѣ столь небольшого, сравнительно, давленія, какое употребляется для цѣлей освѣщенія, электричество не въ состояніи дать само искры на разстояніи даже 0,01 миллиметра, — нѣтъ ни одного проводника, гдѣ-бы искра могла перескочить это разстояніе. Такимъ образомъ, при электрическомъ освѣщеніи въ этомъ смыслѣ нѣтъ надобности заботиться о толщинѣ стѣнокъ трубъ тока.

Но здѣсь является другое обстоятельство, которое говоритъ не въ пользу электрическаго освѣщенія, именно: хотя нѣтъ надобности въ стѣнкахъ, но за то для электрическаго освѣщенія всякій проводникъ тока есть пустота. Представимъ себѣ, что въ этой комнатѣ два электрическихъ проводника на разстояніи сажени; слой воздуха абсолютно непроницаемъ для электричества; но предположимъ, что проводники случайно лежатъ на водопроводныхъ трубахъ, которыя имѣютъ общую металлическую связь между собою; какъ скоро проводники прикоснутся къ трубѣ, тотчасъ же по ней пойдетъ электричество, произойдетъ болѣе или менѣе сильная искра и возможно загораніе.

И такъ, хотя воздухъ и другіе окружающіе предметы, большею частью, суть преграды, непроницаемыя стѣны для электрическаго тока, но иногда въ этомъ окружающемъ пространствѣ оказывается предметъ, который можетъ прикоснуться къ проводникамъ и произвести искру и огонь. Но и здѣсь есть особенность: большая искра, помимо вліянія разности потенциаловъ, получается только въ томъ случаѣ, если къ одному проводнику прикоснутся проводники одной и той же цѣпи тока. Все это показываетъ, что прокладку электрическихъ проводниковъ дѣлать не такъ просто, какъ говорятъ; ее надо производить съ извѣстными предосторожностями. До какой степени несправедливъ взглядъ по этому предмету въ обществѣ, я могу привести примѣръ. Во Франціи были изданы правила относительно электрическаго освѣщенія, изъ нихъ главная тенденція та, что проводники должны быть хорошо изолированы, тогда какъ извѣстно, что воздухъ—самый хорошій изоляторъ, а слѣдовательно и нѣтъ никакой надобности въ искусственной изоляціи. Если же проводникъ близко проходить отъ металла, то ни какая изоляція не гарантируетъ насъ абсолютно, если къ нему прикасаются проводники съ большою разностью потен-

ціаловъ. Всякая изоляція легко портится, и мы отнюдь не можемъ быть гарантированы ею отъ опасности въ пожарномъ отношеніи. (Объ изоляціи я еңце скажу ниже нѣсколько словъ.)

Какая сравнительная опасность можетъ быть отъ газовой канализаціи? Самая важная, это—порча стѣнъ или трубъ; въ случаѣ разрыва трубы, помѣщеніе можетъ наполниться газомъ; тогда достаточно искры, чтобы произошелъ взрывъ и пожаръ. Что же произойдетъ въ случаѣ разрыва электрическаго проводника? Разрывъ только нарушитъ непрерывность проводника тока. Если это случится до начала зажиганія освѣщенія, то никакого тока не получится, такъ какъ для электрическаго тока необходимъ непрерывный проводникъ отъ источника положительнаго давленія до источника отрицательнаго. Безъ этой непрерывности электрической токъ, служащій для цѣлей освѣщенія, — абсолютно невозможенъ. Если же разрывъ случится во время освѣщенія, то произойдетъ потуханіе и, слѣдовательно, въ обоихъ случаяхъ разрывъ непремѣнно, немедленно, рѣзко обнаруживается и всякая опасность загоранія устраняется. Впрочемъ, оговорюсь: можетъ случиться и такой полуразрывъ или разрывъ проводника что появится въ мѣстѣ разрыва вольтова дуга, ко-

торая погаснетъ, только оплавивъ металлъ до такой степени, что концы проводника удалятся другъ отъ друга на такое разстояніе, при которомъ вольтова дуга погаснетъ. Повторяю, что токъ для освѣщенія не можетъ образовать вольтовой дуги даже на разстояніи 0,01 мм., но онъ можетъ продолжаться въ видѣ вольтовой дуги *тогда* только, если предварительно довести разрывъ до прикосновенія. Поэтому, опасенъ разрывъ недостаточно большой и *только во время самаго хода освѣщенія*. Слѣдовательно, канализація электрическаго тока, за извѣстнымъ исключеніемъ, въ сравненіи съ газовой — въ случаяхъ разрыва — предупреждаетъ всякую опасность въ пожарномъ отношеніи. Безусловная потребность для электрическаго тока въ обратномъ къ электро-возбудителю проводникѣ дѣлаетъ то, что прикосновеніе металлическими предметами, руками, нарушеніе изоляціи на одномъ проводникѣ не ведутъ ни къ чему, если одновременно *тотъ же* проводящій токъ предметъ не прикасается къ проводнику *той же* самой цѣпи, *тоже* къ мѣсту съ отсутствіемъ изолировки и къ мѣсту весьма отличающемуся по величинѣ потенціала. Эти сложныя требованія придаютъ особыя гарантіи безопасности электрической канализаціи и должны служить руководствомъ къ

раціональному, въ смыслѣ безопасности, распредѣленію системы проводовъ. При системахъ электрическихъ проводниковъ есть одинъ элементъ, который всегда даетъ искру и можетъ поэтому привести если не къ пожару, то къ чему-либо подобному; именно: на практикѣ употребляется приборъ — коммутаторъ; при зажиганіи освѣщенія, при перерывѣ тока, отъ него всегда получаютъ искры, которыя могли бы произвести пожаръ. Для избѣжанія такихъ случайностей необходимо, чтобы коммутаторы, способные давать сильныя искры, были поставлены въ такихъ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ горючихъ матеріаловъ, и притомъ на мраморныхъ и т. п. негоряемыхъ подставкахъ. Но я долженъ прибавить, что этотъ приборъ сравнительно рѣдко употребляется въ мѣстахъ самаго освѣщенія; только особенныя обстоятельства заставляютъ прибѣгать къ нему гдѣ-либо, помимо машиннаго отдѣленія, въ которомъ помѣщаются источники электрическаго тока.

Далѣе, я не раздѣляю того мнѣнія, что проводники должны быть хорошо изолированы. Не отрицая необходимости изолировки въ определенныхъ случаяхъ, я утверждаю, что на практикѣ вообще лучше обходиться совсѣмъ безъ изоляціи; такіе проводники гораздо лучше

гарантируютъ безопасность въ пожарномъ отношеніи. Въ чемъ же удобство голыхъ проводниковъ? Когда они подъ изоляціей, мы не можемъ быть увѣрены, что мѣдныя жилы цѣлы, а когда проводники голые, это легко можно провѣрить по наружному осмотру. Для того чтобы предохранить такіе проводники отъ случайныхъ поврежденій, ихъ всего лучше, гдѣ то возможно, закрывать деревянными покрывками. Стоитъ только отодвинуть или открыть доску, чтобы убѣдиться, что проводники цѣлы. Я считалъ нужнымъ упомянуть объ этомъ, потому что во многихъ странахъ поднятъ вопросъ о томъ, какія правила ставить компаніямъ относительно проводки проводниковъ.

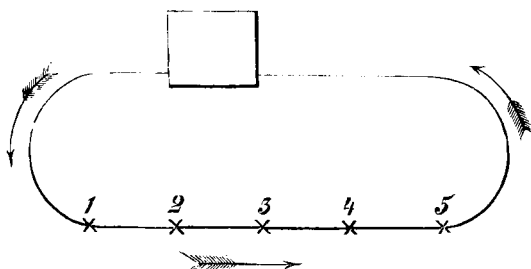
Въ канализаціи электрическаго тока есть еще одно условіе, отъ котораго зависитъ безопасность этого освѣщенія въ пожарномъ отношеніи. Извѣстно, что всякій проводникъ электрическаго тока нагревается. Спрашивается, до какихъ предѣловъ можно допускать нагреваніе проводниковъ, чтобы они не были опасны въ пожарномъ отношеніи? Въ этомъ отношеніи электрическое освѣщеніе отличается отъ газоваго: газовые проводники не нагреваются, а электрическіе подвергаются дѣйствию нагреванія. Если я скажу, что при правильномъ устройствѣ

проводниковъ нагрѣваніе ихъ настолько незначи- тельно, что даже нечувствительно для руки, то вы согласитесь со мною, что оно ни въ малѣйшей степени не опасно въ пожарномъ отношеніи. Впрочемъ, проводники могутъ нагрѣться гораздо выше нормальной темпера- туры, конечно, въ томъ случаѣ, если они про- ложены лицомъ, не знающимъ основныхъ условій проводки. Чтобы не произошло накаливанія проволоки, нужно принимать во вниманіе слѣ- дующій законъ: нагрѣваніе проводника пропор- ціально его сопротивленію; если проводникъ сдѣланъ изъ мѣди, т. е., металла, оказываю- щаго незначительное сопротивленіе, то онъ на- грѣвается до извѣстной температуры, если — изъ желѣза, которое оказываетъ большее сопро- тивленіе, то нагрѣваніе будетъ въ той же про- порціи больше и т. д. Второй законъ состоитъ въ томъ, что всякій проводникъ накаливается пропорціонально квадратамъ силъ тока. Поль- зуясь этими законами, мы всегда можемъ из- бѣжать излишняго нагрѣванія проводниковъ. Прежде всего, надо замѣтить, что проводники рѣдко дѣлаются изъ другихъ металловъ, кромѣ мѣди; желѣзо — худшій проводникъ и оно въ 7 разъ оказываетъ большее сопротивленіе, чѣмъ мѣдь; поэтому желѣзный проводникъ одного

сѣченія съ мѣднымъ нагрѣвается въ 7 разъ больше. Кромѣ того, изъ одного и того же металла можно взять проводникъ слишкомъ тонкій, и тогда также получится сильное нагрѣваніе; слѣдовательно, въ данномъ случаѣ, задача сводится къ тому, чтобы рѣшить, насколько намъ возможно экономить металломъ. Въ этомъ отношеніи нужно пользоваться расчетомъ, чтобы проводники нагрѣвались только до известной степени. Если они будутъ слишкомъ холодные, то мы безъ нужды, въ смыслѣ опасности, потратимъ массу излишняго дорогаго матеріала, т. е. мѣди. Но намъ и не надо стараться совершенно избѣгать нагрѣванія; необходимо только, чтобы оно не дошло до степени, опасной въ пожарномъ отношеніи. Въ настоящее время, мы имѣемъ возможность опредѣлять силу тока самымъ точнымъ образомъ въ абсолютныхъ единицахъ, носящихъ названіе „ампера“, такъ что мы можемъ сказать, напр., что существуетъ сила тока, равная 1, 2, 3, 4 и т. д. амперамъ. Мы должны брать известную площадь сѣченія на каждый амперъ. Если на 1 квадр. миллиметр сѣченія проводника красной мѣди не приходится болѣе 8 амперовъ, то нагрѣваніе не можетъ представлять никакой опасности. Въ каждой лампѣ Эдисона сила тока должна рав-

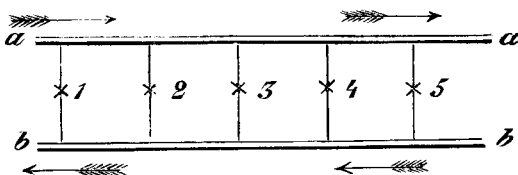
няться менѣе одного ампера, и такимъ образомъ мы и должны разсчитывать толщину проводниковъ для опредѣленнаго числа лампъ. Конечно, можно загубить всегда излишнюю массу мѣди, но это не будетъ экономическимъ устройствомъ. Съ другой стороны, невѣжда и чрезъ одинъ квадрат. миллиметръ можетъ пропустить токъ до 40 амперовъ; въ такомъ случаѣ нечего удивляться, что будетъ чрезвычайное накаливаніе. Зная законъ, всегда можно разсчитать сѣтъ проводниковъ такимъ образомъ, что никакая часть ихъ не нагрѣется свыше нормальной температуры. Но не можетъ ли случиться, что и по этимъ проводникамъ при какихъ либо обстоятельствахъ, пойдетъ другой токъ, гораздо большій? Такой случай на практикѣ можетъ быть и противъ него надо принимать мѣры. Извѣстно, что существуютъ двѣ главныя системы включенія лампъ въ проводники: послѣдовательная и параллельная; въ первомъ случаѣ токъ пускается послѣдовательно сначала въ 1-ю лампу, затѣмъ 2-ю, 3-ю и т. д. (фиг. 4); во второмъ поступаютъ иначе: токъ пускается сначала въ два магистральныя проводника, а затѣмъ между магистралями *a* и *b* вставляются параллельно лампы (фиг. 5). Когда зажигается электрическій свѣтъ въ послѣдовательной цѣпи лампъ,

токъ не можетъ вдругъ возрасти въ сильной степени. Можно сдѣлать, чтобы при гашеніи части лампъ токъ оставался постоянно въ одинаковой силѣ; для этого существуетъ регуля-



Фиг. 4.

торъ, который поддерживаетъ силу тока на известной величинѣ. Точно также, если мы гасимъ одну лампу, то для предотвращенія усиленія

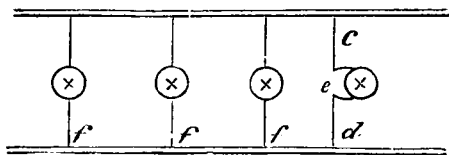


Фиг. 5.

тока можемъ ввести сопротивленіе, равносильно уменьшающее токъ.

Я скажу, что если, при послѣдовательномъ соединеніи, одна изъ 20 лампъ сама погасла, то нѣтъ никакой опасности въ пожарномъ от-

ношеніи; тогда увеличеніе тока поднимается не болѣе, какъ на $\frac{1}{20}$, что не можетъ вести къ сильному нагрѣванію провода; опасность могла бы явиться, если бы, по какимъ-либо обстоятельствамъ, сразу погасло болѣе половины лампъ,—случай, вполнѣ невѣроятный на практикѣ и устранимый введеніемъ въ цѣпь предохранителей, о которыхъ далѣе скажу подробнѣе. Слѣдовательно, послѣдовательное соединеніе лампъ представляетъ большія гарантіи для безопасно-



Фиг. 6.

сти. Совсѣмъ другое дѣло при параллельномъ соединеніи, употребляемомъ для лампъ Эдисона. Свана и т. п. Угольки въ этихъ лампахъ представляютъ какъ бы чрезвычайно тонкій и большой длины каналъ для тока. Если между двумя параллельными проводами вставить много такихъ лампъ, то когда произойдетъ соединеніе двухъ проводниковъ, *c* и *d* (фиг. 6) въ точкѣ *e*, помимо одной изъ лампъ, то это будетъ равносильно тому случаю, какъ бы въ водяной ка-

нализации, съ сильнымъ давленіемъ, вдругъ случился широкій прорывъ трубы, и тогда по проводнику *cd*, представляющему всегда ничтожное сопротивление току сравнительно съ лампой, разовьется чрезвычайно сильный токъ, способный накалить проводникъ значительно выше нормальной температуры. Положимъ, у насъ 1000 лампъ соединены параллельно; тогда, при соединеніи двухъ проволокъ, нагрѣваніе ихъ можетъ возрасти въ 1.000.000 разъ. Такимъ образомъ, параллельное соединеніе представляетъ большую опасность въ пожарномъ отношеніи. Напр., весьма опасно, если въ театрѣ на сценѣ гдѣ либо произошло соединеніе двухъ такихъ проволокъ и мгновенно устремляется въ эту точку токъ всѣхъ лампъ общей сѣти. Но и противъ такой случайности уже изобрѣтены средства,—именно, такъ называемый, предохранительный приборъ, состоящій изъ небольшихъ кусковъ свинцовой легкоплавкой проволоки, которая плавится при температурѣ, неспособной зажигать окружающіе предметы. Такіе предохранители ставятся во всѣ параллельныя отвѣтвленія побочныхъ проводниковъ отъ магистралей, въ точкахъ *f.f.f...* Такимъ образомъ, если произошло соединеніе двухъ проволокъ, тогда, раньше нагрѣванія провода, предохра-

тель быстро плавится и токъ прерывается. Если при параллельномъ соединеніи не употреблять предохранителя, то этотъ способъ на практикѣ представляетъ несомнѣнно большую опасность. Эта случайность — самая большая опасность, какая вообще можетъ быть при электрическомъ освѣщеніи. При послѣдовательномъ же соединеніи, на практикѣ, если не абсолютно отсутствуетъ такая опасность, то она сводится къ такимъ минимальнымъ размѣрамъ, что о ней не стоить и говорить.

Относительно физиологическаго дѣйствія электрическаго тока на человѣка говорятъ, будто при электрическомъ освѣщеніи токъ можетъ убить, если прикоснуться къ проводникамъ. Я долженъ сказать, что прикасаться къ проводникамъ абсолютно безопасно, если нѣтъ возможности обратнаго движенія тока. Если проводникъ совершенно не изолированъ, и вы прикоснетесь къ нему, то съ вами ничего не произойдетъ, если въ тоже время, вы не прикоснетесь къ другому проводнику одной и той же цѣпи (тоже не изолированному) и къ мѣсту, значительно отличающемуся отъ перваго по величинѣ потенціала. Другое дѣло, если прикоснуться къ двумъ проводникамъ, идущимъ изъ одной и той же цѣпи, съ большой разностью

потенціаловъ: тогда опасность можетъ быть. Но самая опасность и безопасность — понятія условныя. Существуетъ, какъ извѣстно, два тока: постоянный, который всегда идетъ въ одномъ и томъ же направленіи, съ одинаковой силой, и переменный. Когда вы прикоснетесь къ проводнику съ постояннымъ токомъ, то въ моментъ прикосновенія вы почувствуете сотрясеніе; затѣмъ вы ничего или очень мало чувствуете, когда чрезъ васъ проходитъ токъ; только когда вы отнимете руки отъ проводниковъ, вы снова испытаете такое-же сотрясеніе. Я самъ много разъ нарочно прикасался къ проводникамъ, чтобы разсѣять этотъ страхъ, всегда вполне увѣренный, что ничего со мною не произойдетъ. Совсѣмъ другое значеніе имѣетъ переменный токъ *), который измѣняетъ свое направленіе и силу отъ 5000 до 10000 разъ въ минуту. Прикосновеніе къ такимъ проводникамъ дѣйствительно производитъ громадныя сотрясенія. Физиологическое дѣйствіе постояннаго тока можно сравнить съ сильнымъ механическимъ толчкомъ или ударомъ, который опасенъ при очень громадномъ напряженіи удара. Но во сколько разъ слабѣе могутъ быть толчки.

*) Или токъ постояннаго направленія, но переменной силы, — какъ напр., у машины Брѣша.

которые потрясутъ васъ 10000 разъ въ минуту, чтобы вы испытали страшное разстройство, — таково послѣдствіе условнаго прикосновенія къ проводникамъ съ переменнымъ токомъ. Такимъ образомъ, опасность существуетъ не столько отъ силы тока, который пройдетъ черезъ васъ, сколько отъ того, будетъ ли это токъ постоянный или переменный. Для городской канализаціи я считаю пока возможными къ употребленію только проводники съ постояннымъ токомъ; въ этомъ случаѣ страхъ опасности не существуетъ; впрочемъ не слѣдуетъ употреблять источниковъ электричества развивающихъ *слишкомъ* сильныя давленія электрическаго тока, при которыхъ уже и постоянный токъ можетъ становиться опаснымъ. Наоборотъ, при незначительныхъ давленіяхъ (разности потенціаловъ) даже и переменный токъ сравнительно безопасенъ. До сихъ поръ еще не было смертныхъ случаевъ отъ *постояннаго* тока, но таковыя были отъ переменныхъ токовъ по силѣ или по направленію.

Итакъ, я прихожу къ слѣдующимъ заключеніямъ: электрическое освѣщеніе, въ пожарномъ отношеніи, противъ всѣхъ другихъ родовъ освѣщенія представляетъ тѣ гарантіи безопасности, что въ канализаціи и резервуарахъ

оно не содержитъ матеріаловъ, способныхъ къ горѣнію или взрыву; что разрывъ въ канализаціи на практикѣ не можетъ вести къ тѣмъ послѣдствіямъ, какъ разрывъ газовой канализаціи или разбитіе керосиновой лампы; напротивъ, перерывъ электрической сѣти ведетъ къ вѣроятному прекращенію возможности пожара: электрическіе источники свѣта не требуютъ кислорода воздуха—слѣдовательно, могутъ быть герметически закрыты. Что касается до опасности отъ электрическаго освѣщенія, то она зависитъ отъ прокладки рядомъ проводниковъ съ большою разностию потенціаловъ, отъ невведенія предохранителей,—словомъ, отъ неумѣнья употребить электричество въ дѣло. Я не могу сказать, чтобы не были возможны здѣсь злоупотребленія: можно искусственно соединить проводники и вызвать опасность. Но если нѣтъ этихъ злоупотребленій, то почти всѣ случаи, гдѣ возможенъ пожаръ, могутъ быть отнесены къ невѣжеству или неумѣнью распорядиться электрической канализаціей. Въ заключеніе приведу примѣръ: представимъ себѣ, что у насъ въ настоящее время происходитъ обратное явленіе,—что у насъ повсюду было распространено электрическое освѣщеніе и теперь предполагается ввести газовое. Если электрическое освѣщеніе

вызываетъ вопросъ объ опасности, то какую бурю сомнѣній должно было бы поднять освѣщеніе, которое требуетъ проведенія по всему городу трубъ, наполненныхъ горючимъ веществомъ, которое — въ смѣшеніи съ воздухомъ — можетъ давать взрывъ; во сколько разъ справедливѣе было-бы возникновеніе сомнѣній, страховъ и недовѣрія къ газовому освѣщенію, чѣмъ къ электрическому?!

