

621. 316

M52

ПРАКТИЧЕСКІЯ  
УКАЗАНІЯ ПРИ УСТРОЙСТВѢ  
ГРОМОУВООДОВѢ.

---

Составилъ Г. К. Мерчингъ,

инженеръ путей сообщенія.

Съ 1 листомъ чертежей.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, 9.

1891.

1991

621.310  
M52

Ассигновка на закупку  
ГКХИ. №. и литературы  
Дата 2007

# ПРАКТИЧЕСКІЯ

# УКАЗАНІЯ ПРИ УСТРОЙСТВѢ

## ГРОМООТВОДОВѢ.

5мб24

Составилъ Г. К. Мерчингъ,  
инженеръ путей сообщенія.

Съ 1 листомъ чертежей.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.  
Типографія Ю. Н. Эглихъ, Садовая, 9.  
1891.

## ПРАКТИЧЕСКІЯ УКАЗАНІЯ

### ПРИ УСТРОЙСТВѢ ГРОМООТВОДОВЪ.

§ 1. Опасность пожара отъ удара молніи не представляется столь незначительною, какъ бы это могло показаться на первый взглядъ. По статистическимъ изслѣдованіямъ Holtz'a (Die Zunahme der Blitzgefahr) и Karsten'a (Elektr. Ztschrift 1885) пожары отъ ударовъ молніи причиняютъ въ Германіи ежегодно въ среднемъ отъ 6 до 8 милліоновъ германскихъ марокъ убытку. При этомъ замѣчено, что число вредныхъ разрядовъ атмосфернаго электричества увеличилось замѣтно, приблизительно въ *три раза*, въ послѣднее тридцатилѣтіе, противъ прежнихъ лѣтъ. У насъ нѣтъ подъ рукою статистическихъ данныхъ по этому вопросу для Россіи; но по всей вѣроятности получились бы цифры еще болѣе значительныя, особенно въ виду того, что постоянное сокращеніе покрытой лѣсами площади должно точно также какъ и въ Западной Европѣ вызвать какъ необходимое послѣдствіе увеличеніе опасности отъ молніи. Какъ показалъ многолѣтній опытъ и какъ впрочемъ легко объяснить теоретически, лѣсъ составляетъ родъ естественнаго громоотвода: многочисленныя иглы, листья и верхушки деревьевъ способствуютъ отведенію атмосфернаго электричества въ землю, чему въ свою очередь содѣйствуютъ влажныя испаренія преимущественно сосредоточенныя надъ пространствами покрытыми лѣсомъ.

До половины XVIII столѣтія недостаточное знакомство съ явленіями атмосфернаго электричества заставляло смотрѣть на ударъ молніи, какъ на бѣдствіе, котораго предотвратить нельзя. Только съ указанной эпохи, благодаря главнымъ образомъ изслѣдованіямъ Франклина было установлено, что разрядъ атмосфернаго электричества со-

провождаемый молніею и громомъ представляетъ по существу почти такія же явленія, какъ разрядъ кондуктора обыкновенной электростатической машины или лейденской банки, только конечно неизмѣримо болѣе сильныя. На этой аналогіи основанъ Франклиномъ его способъ защищать зданія отъ удара молніи посредствомъ устройства громоотводовъ. Извѣстно, что сильно заряженный кондукторъ или лейденскую банку, которая при приближеніи къ ней проводника даетъ сильную искру съ трескомъ, можно разрядить спокойно безъ всякихъ свѣтовыхъ и звуковыхъ эффектовъ, приближая къ ней металлическое остріе, соединенное съ землею, или еще лучше рядъ острій въ видѣ гребешка. Примѣняя этотъ способъ къ молніи, Франклинъ предложилъ снабжать крыши домовъ остроконечными металлическими шестами, соединенными съ землею, которые бы отводили накопившееся въ грозовыхъ тучахъ электричество въ землю.

По способу Франклина было устроено въ послѣдніе 150 лѣтъ весьма много громоотводовъ, и долготѣннй опытъ подтвердилъ предположенія изобрѣтателя. Хорошо устроенный громоотводъ по этому методу почти всегда защищаетъ зданіе, на которомъ онъ устроенъ, отъ разрушительныхъ дѣйствій атмосфернаго электричества.

Въ XIX столѣтіи Melsens въ Бельгіи предложилъ нѣкоторыя видоизмѣненія въ способѣ Франклина. Въмѣсто нѣсколькихъ высокихъ шестовъ съ одиночными остріями на каждомъ зданіи Melsens предложилъ употреблять значительное число короткихъ стержней, причемъ каждый изъ нихъ на концѣ снабжается не однимъ остріемъ, а цѣлою вѣерообразною кистью острій для отвода электричества въ землю. Основной принципъ въ обѣихъ системахъ тотъ-же — отводъ электричества помощью острій. Въ практическомъ примѣненіи видоизмѣненіе громоотводовъ по способу Melsens'a оказалось тоже цѣлесообразнымъ, хотя оно преимущественно до настоящаго времени примѣняется только въ Бельгіи, мѣстѣ своего изобрѣтенія. Во всѣхъ прочихъ государствахъ преимущественно строятъ громоотводы по способу Франклина, которые во всякомъ случаѣ болѣе испытаны долготѣннимъ опытомъ во всѣхъ почти странахъ земного шара. Въ виду этого въ настоящихъ практическихъ указаніяхъ мы ограничимся исключительно устройствомъ громоотводовъ по Франклину.

Въ послѣднее наконецъ время необходимо отмѣтить новое направление въ вопросѣ объ громоотводахъ. Изученіе явленій самоиндукціи и такъ называемой теоріи колебательныхъ разрядовъ привело

къ заключенію, что всякій электрической разрядъ при извѣстныхъ условіяхъ вызываетъ въ проводникѣ рядъ чрезвычайно быстрыхъ колебаній электричества (разрядовъ II-го порядка). Эти колебанія, которыя по всей вѣроятности вызываетъ и молнія, распространяются преимущественно не по сѣченію проводника, а по его периметру, причѣмъ является опасность бокового разряда. Въ примѣненіи этихъ идей къ практикѣ, главный защитникъ упомянутаго взгляда проф. Lodge считаетъ необходимымъ устраивать для отведенія молніи трубчатые проводники съ возможно большимъ периметромъ и притомъ обязательно изъ желѣза вмѣсто мѣди, которая въ этомъ отношеніи значительно хуже желѣза.

Не отрицая, что многія мнѣнія проф. Lodge'a вполне вѣрны, недостаточное знакомство съ атмосферными электрическими процессами не позволило ихъ пока провѣрить экспериментальнымъ путемъ по отношенію къ разрядамъ молніи; а такъ какъ во всякомъ случаѣ, выработанные болѣе чѣмъ столѣтнею практикою размѣры громоотводовъ по системѣ Франклина оказываются цѣлесообразными, то громадное большинство ученыхъ и техниковъ до настоящаго времени придерживается еще прежней системы. На послѣднемъ электрическомъ международномъ конгрессѣ въ Парижѣ между прочимъ, разсматривался этотъ вопросъ въ присутствіи Sir William'a Thomson'a и другихъ знаменитѣйшихъ ученыхъ всѣхъ странъ; но пренія не привели къ окончательному рѣшенію. Для практики изъ изслѣдованій проф. Lodge'a можно сдѣлать только одно весьма важное въ экономическомъ отношеніи заключеніе, что для громоотводовъ желѣзо во всякомъ случаѣ предпочтительнѣе мѣди, даже при одинаковыхъ условіяхъ относительно электропроводимости и теплоемкости проводниковъ.

Нижеслѣдующія практическія указанія при устройствѣ громоотводовъ составлены главнымъ образомъ по новѣйшей работѣ по этому предмету *Waltenhofen'a Ueber Blitzableiter*, Вѣна 1890 г., пополняя ее нѣкоторыми данными изъ инструкціи *L. Weber'a*, составленной по порученію Берлинскаго электротехническаго Общества <sup>1)</sup> (1887 года).

§ 2. Какъ уже выше сказано задача устройства громоотводовъ на зданіяхъ состоитъ въ отведеніи въ землю по сѣти проводниковъ

<sup>1)</sup> Подробныя литературныя указанія помѣщены въ концѣ статьи.

разрядовъ вызванныхъ электрическими явленіями въ атмосферѣ. Громоотводъ значитъ долженъ представлять систему проводниковъ спеціально приспособленную для этой цѣли.

Въ каждомъ громоотводѣ необходимо различать *три* главныхъ составныхъ части: 1) *громоотводные стержни*, предназначенные такъ сказать непосредственно для „собиранія“ атмосфернаго электричества и помѣщаемые на крышѣ защищаемаго зданія; 2) *воздушные проводники*, по которымъ электричество направляется въ землю и 3) *соединеніе стѣи громоотвода съ землею*.

При составленіи проекта громоотвода необходимо сначала опредѣлить: а) количество и расположеніе необходимыхъ для зданія громоотводныхъ стержней и б) такъ называемыя мѣста наибѣроятнѣйшаго разряда атмосфернаго электричества по сосѣдству съ защищаемымъ зданіемъ. Съ этими мѣстами надо необходимо привести въ соединеніе громоотводную цѣпь, чѣмъ и опредѣляется мѣсто ея соединенія съ землею.

Прежде полагали, что громоотводный стержень защищаетъ отъ непосредственнаго разряда шаровое пространство, центръ котораго совпадаетъ съ остриемъ стержня. Позднѣйшіе опыты однако-жъ показали, что „защитительное дѣйствіе“ стержня ограничивается только пространствомъ конуса, ось котораго совпадаетъ съ осью стержня а вершина съ остриемъ. Поэтому *громоотводные стержни* должны быть такъ расположены на крышѣ зданія, чтобы ни одна часть его не находилась внѣ защитныхъ конусовъ отдѣльныхъ стержней. При этомъ однако не имѣется точныхъ данныхъ, какъ далеко простирается дѣйствіе стержней, т. е. каково отношеніе радіуса основанія „защитнаго конуса“ къ его высотѣ. Принимаютъ вообще, что для болѣе высокихъ частей зданій это отношеніе должно быть меньше, до 1:1; для частей болѣе близкихъ къ землѣ можно принять 1,5:1; 2:1 и даже 2,5:1. Болѣе употребительныя отношенія для разныхъ частныхъ случаевъ мы приводимъ ниже.

Наибѣроятнѣйшія мѣста разряда атмосфернаго электричества въ землю, съ которыми значитъ нужно соединить громоотводъ бываютъ смотря по своему значенію *двухъ* родовъ. Мѣстами разряда *первой степени* считаются между прочимъ: почвенная вода, стоячія и текучія воды за исключеніемъ прудовъ или каналовъ съ цементированнымъ (изолирующимъ) флютбетомъ, отводныя фабричныя канавы

большихъ размѣровъ, газо и водопроводныя трубы, желѣзные насосы, сообщающіеся съ почвенною водою и т. п.

Мѣста разряда *второй степени* составляютъ отводныя канавки отъ дождевыхъ и кухонныхъ спускныхъ трубъ, покрытыя травою, растеніями, дерномъ части огородовъ, садовъ, дворовъ и т. д., и вообще всѣ влажныя мѣста почвы.

Необходимо *всегда* соединять громоотводную сѣть съ мѣстами разряда первой степени, если таковыя имѣются по близости защищаемаго зданія; если же зданіе находится въ *большомъ* разстояніи отъ разрядныхъ мѣстъ первой степени, то обязательно соединеніе съ мѣстомъ разряда II-й степени. Такъ, напримѣръ, если зданіе построено на скалѣ, причѣмъ по сосѣдству нѣтъ воды, уровня почвенной воды можно достигнуть только съ большими расходами, и другихъ перво-степенныхъ мѣстъ разряда также не имѣется, то можно довольствоваться соединеніемъ сѣти съ однимъ изъ поименованныхъ мѣстъ разряда второй степени.

**Громоотводные стержни** приготовляются изъ желѣза, высокою обыкновенно отъ двухъ до пяти метровъ, причѣмъ они должны быть на столько сильно закрѣплены на крышѣ, чтобы они могли противостоятъ вѣтру во время бури.

**Остріе** должно быть мѣдное и устроено слѣдующимъ образомъ. Желѣзный стержень снабжается винтовою нарѣзкою какъ показано на черт. 1. На эту нарѣзку крѣпко навинчивается мѣдный цилиндръ, приблизительно длиною въ 20 сантиметровъ, діаметромъ въ 2 сантиметра (такая-же должна быть толщина желѣзнаго стержня у вершины; къ низу онъ можетъ быть толще). Мѣдный цилиндръ долженъ быть на верху снабженъ коническимъ остриемъ, котораго высота не меньше 4 сантиметровъ. Остріе можетъ быть вызолочено, хотя это впрочемъ необязательно. Во всякомъ случаѣ острій діаметромъ меньше двухъ сантиметровъ не слѣдуетъ допускать, такъ какъ они могутъ очень скоро попортиться отъ молніи. Точно также бесполезно покрытіе острія платиновымъ листомъ. Въ крайнемъ случаѣ можно даже для экономіи вмѣсто отдѣльнаго мѣднаго острія прямо снабдить желѣзный стержень коническимъ остриемъ указанныхъ размѣровъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ предпочтительно однако употребленіе цинковаго желѣза.

Иногда снабжаютъ громоотводный стержень нѣсколькими острия-

ми, расположенными въ видѣ вѣера; но, какъ кажется, одно остріе вполне достаточно.

Для опредѣленія числа и мѣсть расположенія громоотводныхъ стержней необходимо руководствоваться слѣдующими правилами.

1) Всѣ высшіе углы и угловатые выступы зданія должны находиться въ *одиночномъ* или *полупторномъ* защитительномъ конусѣ громоотводнаго стержня. Болѣе низко расположенные углы (напр. угловатые выступы ниже главнаго карниза) могутъ быть расположены въ конусѣ  $1:2\frac{1}{2}$ .

2) Всѣ высшіе ребра (коньки крышъ) должны лежать въ *двойномъ* конусѣ. Для нижележащихъ (напр. коньки крышъ выступовъ ниже карниза) можно довольствоваться *тройнымъ* конусомъ.

3) Вся площадь крышъ должна находиться въ *тройномъ* конусѣ. Для экономіи можно допустить защиту *четвернымъ* конусомъ въ тѣхъ мѣстахъ крышъ, которыя уже защищены воздушнымъ проводникомъ.

Для примѣра разсмотримъ черт. 2. Стержень  $PF$  достаточно для всего зданія, если только  $AF = PF = BF$ , потому что тогда углы  $A$  и  $B$  находятся въ *одиночномъ* конусѣ. Конекъ  $AB$  заключается въ томъ же конусѣ. Углы  $C, D, E$  находятся во всякомъ случаѣ въ *полупторномъ* конусѣ, точно также какъ и ребра  $CD, DE$ .

Очевидно, что приведеннымъ правиламъ можно удовлетворить, примѣняя или большое число низкихъ стержней, или малое число высокихъ стержней. Вообще надо однако стараться сократить число стержней, увеличивая ихъ высоту.

Въ случаѣ зданій съ высокими башнями (церковные колокольни и башни, фабричныя трубы) хотя бы даже все зданіе находилось въ *одиночномъ* конусѣ стержня на башнѣ, необходимо еще на крышѣ зданія устроить отдѣльный стержень, какъ будто бы дѣйствіе стержня на башнѣ на само зданіе не простиралось. Черт. 3 поясняетъ это правило. При этомъ воздушный проводъ долженъ быть необходимо соединенъ съ воздушнымъ проводомъ зданія.

Особенно выдѣляющіяся изъ массива зданія части (напр. надстройки на крышѣ, высокіе каминны и т. д.) требуютъ особенныхъ предосторожностей. Ихъ можно снабжать отдѣльными коротенькими громоотводными стержнями (до 0,3) метра, или вести по нимъ воздушный проводъ. Желѣзные каминны не требуютъ особенныхъ стержней: ихъ только нужно непосредственно соединить съ громоотводною сѣтью.

Въ случаѣ если въ непосредственномъ сосѣдствѣ зданія находятся высокія деревья, то необходимо обратить вниманіе, чтобы ихъ вѣтви *не прикасались* къ зданію, причемъ само дерево какъ мѣсто разряда первой степени должно быть въ соединеніи съ громоотводною сѣтью.

Громоотводный стержень можно для экономіи устраивать изъ свинченыхъ газопроводныхъ трубъ. Въ такомъ случаѣ воздушный проводъ соединяющій острие съ сѣтью можетъ быть проведенъ *внутри* стержня, какъ это показано на черт. 4. Изъ чертежа можно тоже усмотрѣть способъ прикрѣпленія стержня къ стропильнымъ прогонамъ; жолобъ не даетъ влажности доступа къ прогонамъ.

**Воздушные проводы** назначаются для того, чтобы соединить электрически между собою *всѣ громоотводные стержни* и отвести отъ нихъ электричество въ землю по возможно короткому пути. Въ сѣть воздушныхъ проводовъ должны быть обязательно введены всѣ большія металлическія массы, которыя заключаетъ въ себѣ зданіе, потому что иначе молнія могла бы прямо проложить себѣ дорогу отъ сѣти черезъ зданіе въ эти массы.

Воздушная сѣть проводниковъ состоитъ изъ двухъ частей: изъ проводниковъ непосредственно отводящихъ электричество въ землю, и проводниковъ соединяющихъ другъ съ другомъ стержни и металлическія части зданія.

Обыкновенно каждый стержень снабжается своимъ отводнымъ проводникомъ, верхній конецъ котораго непосредственно помощью муфты (черт. 5) или, какъ показано на черт. 4, соединяется со стержнемъ. Въ случаѣ однако, когда имѣется много громоотводныхъ стержней, допускается для упрощенія конструкціи отвѣтвленіе нѣкоторыхъ отводныхъ проводниковъ отъ прохода соединяющаго на крышѣ между собою два стержня, какъ показано на черт. 6.

Отводные проводники надо вести по коньку крыши и по крышѣ въ разстояніи отъ нея 20 до 25 сантиметровъ (въ случаѣ соломенной кровли это разстояніе надо увеличить до 50 сантиметровъ). Они удерживаются вилкообразными подпорками изъ цинкованнаго *жельза*. Вообще вся громоотводная сѣть должна быть *неизолирована* отъ массива зданія. При устройствѣ отводныхъ проводниковъ необходимо тщательно избѣгать всѣхъ крутыхъ поворотовъ, которые могутъ причинить опасность, вызвавъ боковой разрядъ. Поэтому въ такихъ слу-

чаяхъ (напр. переходя карнизъ крыши внизъ) надо *закруглять* профиль отводнаго проводника.

Вся сѣть проводниковъ должна составлять одно электрическое цѣлое, потому что только тогда она будетъ дѣйствительно „отводить“ молнію. Поэтому необходимо съ особенною тщательностью обратить вниманіе на устройство соединеній. Всѣ соединенія отдѣльныхъ частей сѣти должны быть сначала исполнены механическимъ путемъ, помощью винтовъ, заклепокъ и т. п., причемъ стыки соединяемыхъ частей должны быть тщательно вычищены. Если только возможно, необходимо затѣмъ еще спаять соединяемыя части, такъ какъ только тогда получается вполнѣ вѣрный электрическій контактъ. Во всякомъ случаѣ спайкѣ должно предшествовать механическое соединеніе частей.

По возможности нужно избѣгать введенія въ громоотводную сѣть различныхъ металловъ, какъ это напр. можетъ случиться если на зданіи желѣзная крыша, а проводники устроены изъ мѣди. Электрохимическія дѣйствія, которыя подъ вліяніемъ дождевой воды происходятъ въ мѣстахъ соединенія провода, могутъ оказать вредное дѣйствіе.

До послѣдняго времени воздушные провода громоотвода дѣлались изъ желѣза или изъ мѣди. При этомъ практика установила правило, что при одинаковыхъ прочихъ обстоятельствахъ мѣдный проводъ замѣняетъ собою желѣзный, сѣченіе котораго въ *два раза* больше. Такъ какъ мѣдь всетаки значительно дороже, то не смотря на это мѣдные громоотводы стоили больше желѣзныхъ. Въ настоящее время въ виду изслѣдованій проф. Лоджа употребленіе мѣди вообще не кажется желательнымъ, а такъ какъ при этомъ мѣдные громоотводы еще и дороже, то казалось бы правильнымъ громоотводную сѣть устраивать исключительно изъ *желѣза*.

Проводники могутъ быть приготовлены или изъ круглаго желѣза или же изъ желѣзнато каната, при чемъ діаметръ отдѣльныхъ проволокъ долженъ быть не меньше 2 миллиметровъ. Можно также употреблять для проводниковъ полосовое или квадратное желѣзо: толщину полосы нельзя брать меньше 2—3 миллиметровъ. Вообще самый удобный по своей гибкости въ конструктивномъ отношеніи проводъ представляетъ проволочный канатъ, хотя конечно, при томъ же полезномъ сѣченіи расходъ матеріала въ проволочномъ канатѣ больше, чѣмъ напр. въ полосовомъ желѣзѣ. Желѣзныя части громоотводовъ должны быть обязательно цинкованы для предотвращенія окисленія поверхности.

Въ отношеніи матеріала, изъ котораго можно приготовить проводники слѣдуетъ еще сказать, что латунь безусловно не должна быть допускаема. Латунные проводники, какъ показала практика, совершенно не пригодны.

Полезное сѣченіе желѣзнаго проводника должно быть *не меньше*  $1\frac{1}{2}$  квадратнаго сантиметра, такъ что въ случаѣ круглаго желѣза надо употреблять стержни діаметромъ приблизительно въ 14 миллиметровъ. Въ случаѣ если отъ громоотводнаго стержня проведены не одинъ, а два отводныхъ проводника въ землю (причемъ предполагается что каждый изъ нихъ снабженъ *отдѣльнымъ* соединеніемъ съ землею), то ихъ можно взять тоньше, такимъ образомъ, чтобы сумма сѣченій отводныхъ проводниковъ отъ одного громоотвода стержня не была меньше  $1\frac{1}{2}$  кв. сант. Въ случаѣ напр.: круглаго желѣза одинъ отводный проводникъ 14 миллим. діаметра, можетъ быть замѣненъ двумя, діаметръ которыхъ 10 миллиметровъ, или тремя, діаметръ которыхъ 8 миллиметровъ. Во всякомъ случаѣ проводники не должны быть тоньше 8 миллиметровъ.

Въ случаѣ если зданіе снабжено не однимъ, а нѣсколькими громоотводными стержнями, надо соблюдать правило, что на каждую пару стержней надо полагать  $1\frac{1}{2}$  кв. сантиметра сѣченія отводныхъ проводниковъ, причемъ на каждую пару можно полагать также по одному, по два или по три отводныхъ проводниковъ.

Въ случаѣ если зданія, которыя защищаются громоотводомъ, особенно цѣнны или же вслѣдствіе своего положенія (напр. на вершинѣ горы) подвержены особенной опасности, то можно увеличить полезное сѣченіе отводнаго проводника до 2 кв. сантиметровъ, т. е. на каждую пару громоотводныхъ стержней полагать по одному отводному проводу изъ круглаго желѣза, діаметромъ въ 16 миллиметровъ, или по два діаметромъ въ 11 миллим., или по 4 діаметромъ въ 8 миллим. Для пороховыхъ погребовъ число отводныхъ проводовъ нужно еще удвоить; напротивъ того для очень низкихъ строеній можно въ случаѣ одного или двухъ стержней употребить одинъ 10-ти миллиметровый проводъ.

Уже выше сказано какъ тщательно должны быть устроены всѣ соединенія, причемъ ихъ число должно быть по возможности незначительное. Для отвѣтвленій отводнаго провода отъ воздушнаго провода по крышѣ употребляется Т-образная муфта представленная на чертежѣ 5. Проводы изъ проволочнаго каната соединяются такимъ

образомъ, что канатъ сращивается на протяженіи какихъ нибудь 20 сант. и затѣмъ всѣ отдѣльныя проволоки подвергаются спаиванію.

Всѣ подверженныя дѣйствію воздуха части громоотводной сѣти, за исключеніемъ только острій стержней весьма полезно покрывать масляною краскою, которая защищаетъ ихъ отъ ржавчины.

Одно изъ основныхъ условій при устройствѣ громоотводовъ состоитъ *въ включеніи въ громоотводную сѣть* всѣхъ болѣе значительныхъ металлическихъ массъ, находящихся въ защищаемомъ зданіи или на его поверхности. Къ послѣднимъ относятся — металлическая кровля домовъ, оловяные листы на конькахъ кровель изъ другого матеріала, металлическія дождевыя трубы, желѣзные прогоны и скобы, террасы и балконы покрытые металлическими листами, оконныя желѣзныя рѣшетки и т. п. Всѣ эти части должны быть соединены съ громоотводною сѣтью помощью особыхъ проводниковъ, причемъ однакожь точка отвѣтвленія провода должна лежать *ниже* предмета, который включается въ цѣпь.

Металлическія массы съ большимъ линейнымъ протяженіемъ, особенно если они расположены параллельно громоотводу должны соединяться съ сѣтью *обоима концами*. Въ церквахъ колокола и башенные часы должны быть тоже включены въ громоотводную сѣть.

Вообще включеніе большихъ металлическихъ массъ находящихся *внутри* зданій тѣмъ менѣе необходимо, чѣмъ эти массы меньше, занимаютъ болѣе отдѣленное другъ отъ друга положеніе, чѣмъ они болѣе находятся внутри зданій и лучше изолированы отъ земли. Въ такомъ случаѣ надо громоотводную сѣть проводить по возможности далеко отъ указанныхъ предметовъ. Но включеніе ихъ въ сѣть вообще предпочтительнѣе.

Размѣры проводниковъ которыми надо соединить металлические массы на поверхности съ громоотводною сѣтью, опредѣляются въ зависимости отъ того, находится ли включаемая *внѣшняя* масса въ защитномъ конусѣ стержня или нѣтъ. Въ послѣднемъ случаѣ сѣченіе желѣзнаго проводника должно быть  $1\frac{1}{2}$  кв. сантиметра; въ первомъ и въ случаѣ всѣхъ внутреннихъ массъ достаточно употребить желѣзную проволоку діаметромъ въ 8 миллиметровъ.

**Газо- и водопроводныя трубы** находящіяся въ зданіи должны быть *обязательно* включены въ громоотводную сѣть. При этомъ соединеніе должно быть двойное; одинъ проводъ долженъ соединять самую верхнюю часть водо- и газопроводной сѣти съ громоотводомъ;

другой низшую — лучше всего уличную трубу. При этомъ необходимо обратить вниманіе на обстоятельство, составляютъ ли газо- и водопроводныя трубы непрерывную сѣть въ электрическомъ отношеніи, т. е. нѣтъ ли между ними изолирующихъ прокладокъ, напр. въ мѣстахъ соединеній. Въ такомъ случаѣ эти мѣста надо обойти особымъ электрическимъ проводникомъ. Соединенія проводниковъ съ трубою лучше всего сдѣлать помощью муфтъ и затѣмъ спайки.

При очень развитой газо- и водопроводной сѣти полезно соединеніе ея съ громоотводомъ устраивать даже въ нѣсколькихъ точкахъ.

Электрическія установки для освѣщенія или передачи работы не вызываютъ особенной опасности для зданія въ отношеніи молніи, при этомъ конечно внѣшніе электрическіе проводники должны быть снабжены громоотводами по телеграфному образцу, которые должны имѣть общую „землю“ съ громоотводною сѣтью дома. Во всякомъ случаѣ надо обратить вниманіе на то, чтобы внѣшніе электрическіе проводники не были проведены въ зданіе съ той стороны, съ которой проведень громоотводъ.

Зданія съ *металлическою кровлею* не нуждаются въ особыхъ громоотводныхъ стержняхъ: отводные проводники прикрѣпляются непосредственно къ кровлѣ. Ихъ число и размѣры полагаются такіе, какіе бы получились, еслибы зданіе было защищено громоотводными стержнями. Если металлическая крыша не составляетъ цѣлою, а состоитъ изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ частей, тогда всѣ эти части помощью проводниковъ необходимо соединить въ одно электрическое цѣлое.

**Устройство соединенія съ землею. Земной проводъ.** Земнымъ проводомъ называется подземное соединеніе воздушной сѣти съ электродомъ, который составляетъ соединеніе сѣти съ землею и окончательно даетъ молніи возможность уйдти въ землю. Воздушные отводные проводники обыкновенно у поверхности земли заканчиваются цинкованнымъ шестомъ, который погружается въ землю. Съ этимъ шестомъ соединяется въ землѣ земной проводъ, причемъ обыкновенно это соединеніе устраивается въ погруженномъ въ землю деревянномъ ящикѣ, для того чтобы мѣсто соединенія было доступно при изслѣдованіи состоянія громоотвода.

Земные проводы устраиваются изъ цинкованнаго желѣза, причемъ они укладываются или прямо въ землю или же помѣщаются внутри оловянныхъ трубъ. Укладка провода въ цементированномъ,

кирпичномъ, каменномъ и т. п. каналъ изъ плохо проводящаго вещества *недопускается*. Соединеніе съ землею обязательно и въ такомъ случаѣ, когда отводные проводы уже соединены съ газо-или водопроводною сѣтью. Во всякомъ случаѣ громоотводная сѣть необходимо должна имѣть свое отдѣльное земное соединеніе.

**Электродами** громоотвода обыкновенно служатъ *плоскія доски* изъ цинкованнаго желѣза или мѣди, не меньше 1 квадр. метра площади, и толщиною желѣзныя не меньше 3 миллиметровъ, мѣдныя—2 милл. Доска должна быть въ землѣ уложена *горизонтально*. Можно также одну большую доску замѣнить нѣсколькими маленькими съ равновеликою площадью; такого рода устройство даже выгоднѣе одной доски.

Еще удобнѣе употреблять вмѣсто досокъ *мѣдныя проволочныя рѣшетки*, какъ показано на чертежѣ 7. Эти рѣшетки, 5—10 метровъ длиною, 40 сантиметровъ шириною, изъ проволоки діаметромъ 3,5 миллиметра, при величинѣ панели 5—8 сантиметровъ, представляютъ электрическому току при его переходѣ въ землю весьма незначительное сопротивленіе.

**Гребешки изъ мѣдныхъ полосъ**, какъ показано на черт. 8 могутъ также служить электродами. Они бываютъ длиною до 10 метровъ и больше, съ заклепочными соединеніями или спайками и приготавливаются изъ мѣдныхъ полосъ шириною 4 сантиметра, толщиною 2 миллиметра. Каждый „зубъ“ гребешка длиною въ 50 сантиметровъ находится въ такомъ же разстояніи отъ сосѣднихъ полосъ.

Эти „гребешки“ опускаются зубьями вертикально въ землю, и также сравнительно съ плоскими досками представляютъ незначительное сопротивленіе переходу тока въ землю.

Электродами могутъ также служить желѣзные или мѣдные листы свернутые въ цилиндръ; но плоскіе электроды всегда предпочтительнѣе. Можно также устраивать электроды изъ желѣзныхъ рельсовъ, поперечинъ или желѣзныхъ трубъ шириною 15 сантиметровъ, длиною не меньше 2—4 метровъ; такого рода электроды надо всегда помѣщать въ грунтовую воду или влажную почву и вообще примѣнять тогда, когда имѣются на лицо хорошіе мѣста разряда первой степени.

Вообще число и размѣры электродовъ необходимо сообразовать съ одной стороны съ тѣмъ, представляетъ ли почва больше или

меньше сопротивленія переходу тока съ электрода въ землю, съ другой стороны съ размѣрами защищаемаго зданія. Чѣмъ меньше сопротивление, т. е. если имѣются на лицо хорошія мѣста разряда 1-ой степени, тѣмъ меньше нужно устривать электродовъ и, въ случаѣ меньшаго зданія, можно даже ограничиться однимъ; наоборотъ если напр.: мѣсть разряда 1-ой степени вовсе не имѣется на лицо, и необходимо электроды помѣстить въ мѣстахъ разряда второй степени, тогда приходится увеличить число отдѣльныхъ электродовъ и соединеній съ землею, что также слѣдуетъ сдѣлать въ случаѣ большихъ размѣровъ защищаемаго зданія.

Помѣщая электроды въ почвѣ необходимо стараться, чтобы они лежали *по крайней мѣрѣ* на 1 метръ ниже уровня грунтовыхъ водъ; если электроды помѣщаются въ водѣ, (напр. въ рѣкахъ, колодцахъ и т. п.) то они должны быть все таки *въ непосредственномъ соприкосновеніи* съ почвою и лежать на днѣ. Въ колодцахъ, изъ которыхъ берутъ воду для питья, электродовъ помѣщать не слѣдуетъ; если даже колодезь находится въ подвалѣ зданія, то онъ можетъ служить мѣстомъ для помѣщенія электродовъ и для соединенія съ землею.

Въ случаѣ если не имѣется вовсе мѣсть разряда 1-ой степени и электроды нужно помѣстить въ второстепенныхъ мѣстахъ разряда, то всѣ электроды должны быть другъ съ другомъ соединены помощью проводниковъ.

Весьма важенъ вопросъ о соединеніи земного провода съ электродами, причѣмъ опять находятъ примѣненіе то, что выше сказано о соединеніяхъ вообще: они должны представлять по возможности мало сопротивленія и поэтому должны быть сдѣланы сначала механическимъ путемъ (помощью винтовъ, заклепокъ, муфтъ и т. п.), а потомъ еще уплотнены спайкою. При этомъ надо по возможности избѣгать соединенія разнородныхъ металловъ.

Для большей наглядности примѣненія всѣхъ предыдущихъ правилъ представлень на черт. 9 фасадъ и планъ большого зданія снабженнаго громоотводами (по Karsten'у). Зданіе построено въ Килѣ въ Германіи для училища. Длина зданія 67 метровъ, ширина по срединѣ 23 метра, высота 25 метровъ. Громоотводная сѣть состоитъ изъ трехъ стержней и двухъ соединеній съ землею. Правильная форма средней части зданія и ея сравнительно значительная высота вызвали необходимость устройства главнаго стержня именно на этой части. Стержень высотой 7 метровъ поставлень на конькѣ

крыши, причём, какъ показано на планѣ, защитительное пространство стержня простирается и на часть главнаго корпуса зданія. Поэтому и стержни на флигеляхъ могли бы сдѣланы короче, причёмъ однако все зданіе находится въ защищенномъ пространствѣ. Значительная длина зданія сдѣлала необходимыми два соединенія съ землею, причёмъ каждое изъ этихъ соединеній соединено другъ съ другомъ и со стержнями. Воздушные проводы проведены по конькамъ крышъ.

**Испытанія исправнаго состоянія громоотводной сѣти.** Громоотводная сѣть, какъ можно уже заключить изъ предыдущаго находится въ исправномъ состояніи только тогда когда: 1) она нигдѣ не прервана и 2) сопротивление току при переходѣ въ землю незначительно. Между тѣмъ, хотя и громоотводъ первоначально былъ построенъ вполне правильно, съ теченіемъ времени онъ перестаетъ быть исправнымъ, и можетъ даже принести вредъ защищаемому имъ зданію. Въ виду этого необходимо по крайней мѣрѣ разъ въ годъ испытывать исправность громоотводной сѣти.

Для того, чтобы узнать не произошелъ ли гдѣ нибудь разрывъ провода, поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Токъ отъ одного или нѣсколькихъ гальваническихъ элементовъ отводятъ съ одной стороны въ землю (напр.: соединяя одинъ изъ полюсовъ съ газо-или водопроводною трубою), а другой полюсъ черезъ обмотку какого нибудь гальваноскопа или гальванометра соединяютъ <sup>1)</sup> съ остриемъ громоотводнаго стержня (если громоотводъ состоитъ изъ нѣсколькихъ отводныхъ проводовъ, нужно испытывать каждый въ отдѣльности, разъединивъ ихъ предварительно). Если при этомъ стрѣлка гальванометра отклонится, то значить громоотводъ (или по крайней мѣрѣ данный отводный проводъ) въ исправности. Въ противоположномъ случаѣ надо соединеніе съ полюсомъ перемѣщать внизъ по стержню и затѣмъ по отводному проводу до тѣхъ поръ, пока не получится отклоненія; тогда значить поврежденіе находится выше этого мѣста, и его можно отыскать непосредственно.

Испытаніе и опредѣленіе сопротивленія переходу тока изъ электродовъ громоотводной сѣти въ землю можетъ быть сдѣлано по способу извѣстному въ физикѣ подъ названіемъ мостика Уитстона, для чего

---

<sup>1)</sup> Стержень или громоотводный проводъ долженъ быть при этомъ въ мѣстѣ соединенія освобожденъ отъ ржавчины.

необходимо имѣть баттарею, гальванометръ и ящикъ сопротивленій. Въ послѣднее время вмѣсто гальванометра иногда употребляютъ телефонъ въ связи съ магнитоэлектрическою машинкою и сопротивленіями.

Такого рода аппараты приготавливаются Nippoldt'омъ, Weinhold'омъ и другими. Вообще сопротивленіе „земли“ въ одинъ или нѣсколько омовъ считается очень хорошимъ, въ 10 или 20 омовъ посредственнымъ, а больше того худымъ; хотя съ другой стороны всѣ эти данныя имѣютъ только относительное значеніе, такъ какъ, если вблизи зданія нѣтъ лучшихъ мѣстъ разряда, то сопротивленіе въ 20 омовъ можетъ быть еще очень хорошимъ, между тѣмъ какъ въ присутствіи болѣе совершенныхъ мѣстъ разряда сопротивленіе въ 2 ома не обезпечиваетъ зданія.

Заканчивая, остается еще сказать нѣсколько словъ о *стоимости устройства* громоотводовъ. Изъ всего вышесказаннаго можно заключить, что такъ какъ устройство громоотвода въ большой зависимости отъ условій, въ которыхъ находится данное зданіе, то довольно трудно дать какія нибудь общія цифры въ этомъ отношеніи. По Карстену въ Германіи устройство громоотвода на неособенно большомъ трехъэтажномъ домѣ стоитъ отъ 100 германскихъ марокъ, на небольшой церкви до 500—700 марокъ.

\* \* \*

Перечень нѣкоторыхъ болѣе важныхъ сочиненій по громоотводамъ (кромѣ указанныхъ выше).

Instruction sur les paratonnerres adoptée par l'Académie Royale des Sciences le 23 avril 1823.

Instruction sur les paratonnerres de 1855.

A. Caland. Traité des paratonnerres. Paris 1874.

Melsens. Paratonnerres, notes et commentaires. Bruxelles. 1882.

Larroque Firmin. La foudre et les paratonnerres. Lumière électrique v. XIV.

Courtoy et Baudoin. De la foudre et des moyens d'en prévenir les dangers.

Karsten. Gemeinfassliche Bemerkungen über die Electricität des Gewitters und die Wirkung der Blitzableiter. 1880.

Holtz. Über die Theorie, die Anlage und die Prüfung der Blitzableiter.

Urbanitsky. Blitz und Blitzschutzvorrichtungen.

Büchner. Die Construction der Blitzableiter.

Весьма почтенный русский труд по этому вопросу: „*Кирьевскій Опытъ изложенія теоріи и устройства громовыхъ отводовъ*. Москва 1855“ уже въ нѣкоторыхъ частяхъ въ настоящее время устарѣлъ.

**Прибавленіе. Громоотводы для судовъ.** Судно находясь въ морѣ составляетъ единственное возвышеніе надъ поверхностью моря на большое разстояніе кругомъ. Вслѣдствіе этого удары молніи въ суда гораздо даже чаще чѣмъ въ обыкновенные дома. Защита кораблей отъ грома не представляетъ при этомъ большихъ затрудненій, такъ какъ внѣшняя металлическая обшивка корабля всегда даетъ возможность хорошаго соединенія съ „землею“ Мы приводимъ здѣсь въ кратцѣ правила устройства громоотводовъ на судахъ по сочиненію *Кирьевскаго* (стр. 62—63).

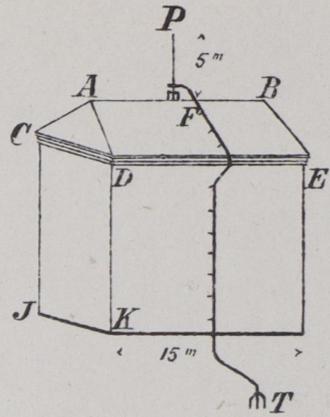
Для огражденія корабля стержень ставится надъ гротмачтою. Прикрѣпленныя къ нижнему концу его желѣзная полоса спускается внизъ и оканчивается крючкомъ или кольцомъ, къ коему привѣшивается проводникъ, состоящій обыкновенно изъ металлической веревки, которая въ нѣсколькихъ мѣстахъ прикрѣпляется къ концамъ и соединяется у борта съ металлической полосой, проведенной до мѣдной обшивки корабля. На судахъ незначительной длины устраиваютъ лишь одинъ отводъ на большой мачтѣ, на большихъ еще другой на фокъ-мачтѣ; устройство отводовъ на каждой мачтѣ производятъ совершенно одинаково.

Вилліамъ Харрисъ въ 1851 г. представилъ на Лондонскую Выставку другой проектъ устройства громоотводовъ на корабляхъ. Этотъ проектъ былъ принятъ англійскимъ правительствомъ и приведенъ въ исполненіе на военныхъ корабляхъ. Онъ состоитъ въ томъ, что нижній конецъ проводника не пускается черезъ бортъ, а соединяется съ мѣдными листами, коими обшито дно корабля.

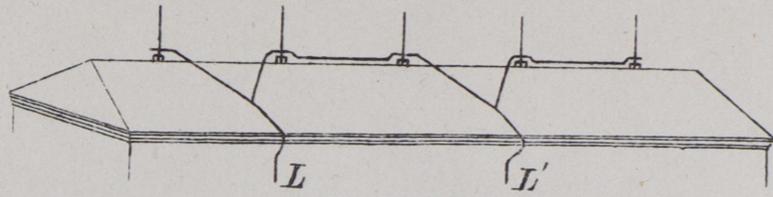
По мнѣнію французской Комиссіи 1855 г. проводъ отъ стержня на мачтѣ къ морю долженъ быть сдѣланъ изъ мѣднаго каната, отдѣльныя жилы котораго не тоньше 1 миллиметра, и вѣсъ не меньше 0,9 килограмма на погонный метръ. (*Urbanitzky*, 190).



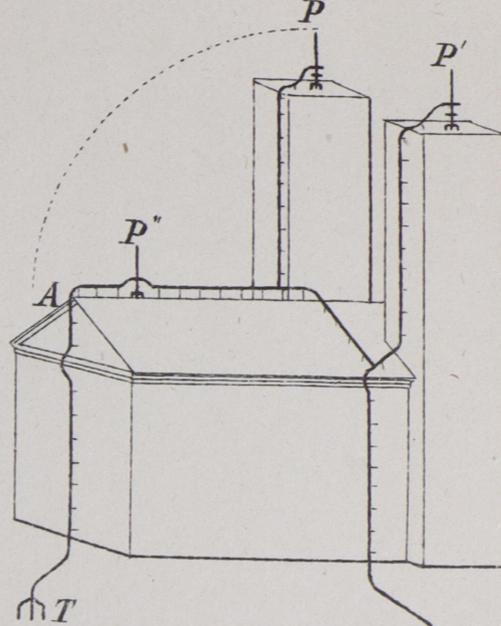
Чер. 2.



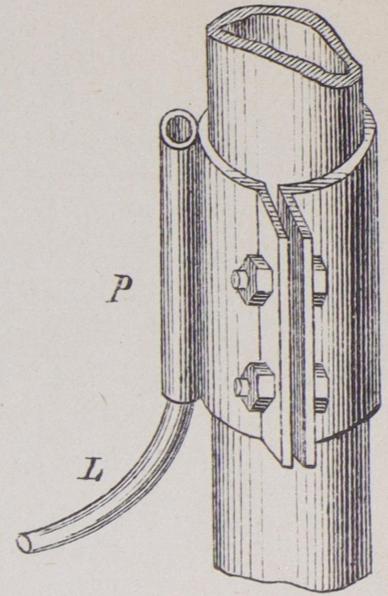
Чер. 6.



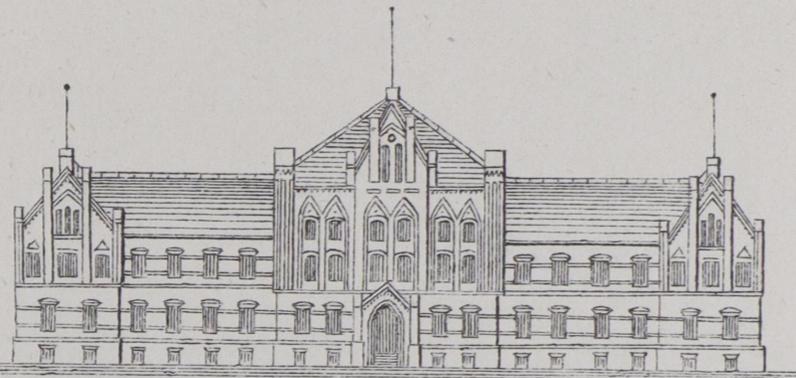
Чер. 3.



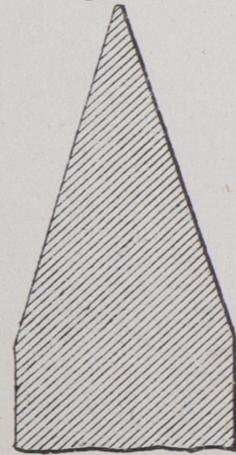
Чер. 5.



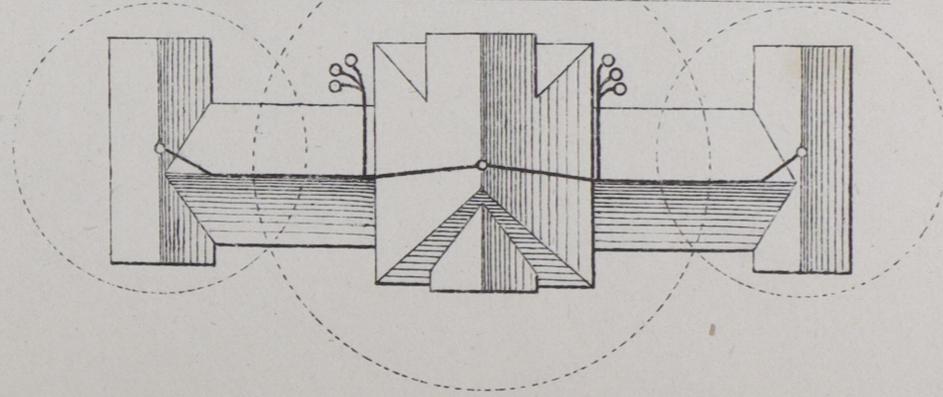
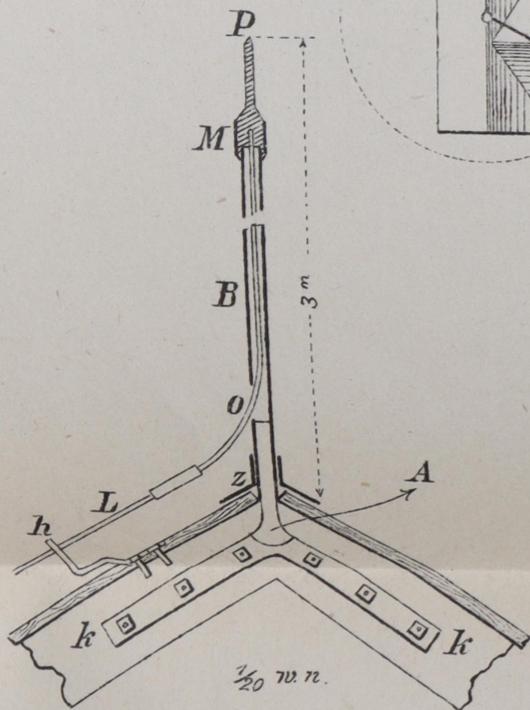
Чер. 9.



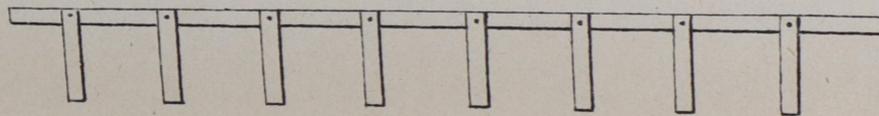
Чер. 1.



Чер. 4.



Чер. 7.



Чер. 8.

