

## Къ осмотру Центральной электрической станціи городскихъ желѣзныхъ дорогъ.

Центральная электрическая станція служитъ для снабженія трамвайной сѣти электрической энергіей.

Схема всего устройства слѣдующая: паръ изъ котловъ поступаетъ въ турбины, которыя, вращаясь, приводятъ въ дѣйствіе генераторы переменнаго трехфазнаго тока (6600 вольтъ). Полученный токъ передается по подземнымъ кабелямъ (фидерамъ) на подстанціи, гдѣ при помощи вращающихся преобразователей (конверторовъ) превращается въ постоянный токъ напряженіемъ въ 600 вольтъ. Этотъ токъ отъ подстанцій по подземнымъ кабелямъ подводится къ питательнымъ пунктамъ, въ которыхъ одинъ проводъ соединяется съ верхнимъ (воздушнымъ) рабочимъ проводомъ, а другой съ рельсами.

На станціи будутъ осматрѣны слѣдующія помѣщенія: котельное, экономайзерное, машинное, конденсаторное и помѣщеніе высокаго напряженія.

Въ котельномъ помѣщеніи установлено 12 водотрубныхъ котловъ фирмы Фицнеръ и Гамперъ (поверхность нагрѣва 300 кв. м., поверхность рѣшетокъ 6,55 кв. м.) съ перегрѣвателями для пара. Перегрѣватели эти состоятъ изъ змѣевиковъ, вмазанныхъ въ заднюю часть котловъ. Температура перегрѣтаго пара 330°—350°.

Давленіе въ котлахъ 13 атмосферъ; работаетъ обыкновенно 9—10 котловъ, а остальные находятся въ ремонтѣ.

Въ качествѣ топлива употребляется англійскій каменный уголь. Расходъ угля въ сутки около 6000 пудовъ. Рас-

ходъ этотъ составляетъ около 80<sup>0</sup>/<sub>0</sub> всѣхъ эксплуатаціонныхъ расходовъ.

Въ основу питанія котловъ положенъ принципъ замкнутой циркуляціи воды: вода котловъ расходуется въ видѣ пара въ турбинахъ, отработавшій паръ сгущается въ особыхъ конденсаторахъ и полученная вода, предварительно подогрѣтая въ особыхъ водоподогрѣвателяхъ и экономайзерахъ (см. ниже), поступаетъ обратно въ котлы.

Такая система питанія котловъ даетъ возможность постоянно пользоваться однимъ и тѣмъ же запасомъ чистой воды.

Въ котлахъ въ сутки превращается въ паръ около 800.000 литровъ воды. При помощи конденсаторовъ возвращается воды обратно около 93<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, а убыль пополняется или изъ городского водопровода, или же изъ особаго резервуара свѣжей воды.

Въ экономайзерномъ помѣщеніи собраны приспособленія для собиранія воды, полученной при конденсированіи пара, отработавшаго въ турбинахъ, а также для подогрѣванія этой воды до поступленія въ котлы.

На одномъ уровнѣ съ поломъ расположенъ резервуаръ теплой воды. Въ этотъ резервуаръ поступаетъ вода изъ конденсаторовъ турбинъ при помощи особыхъ конденсаціонныхъ насосовъ. Температура ея около 20<sup>0</sup>. Вода изъ резервуара поступаетъ при помощи питательныхъ насосовъ \*) въ общую трубу, отъ которой идутъ два отвѣтвленія къ двумъ совершенно одинаковымъ водоподогрѣвателямъ.

Водоподогрѣватели состоятъ изъ группы горизонтально расположенныхъ цилиндровъ (6 штукъ въ два ряда), въ которыхъ проходитъ рядъ трубокъ. По этимъ трубкамъ прогоняется вода, а снаружи ихъ согрѣваетъ

---

\*) Насосы паровые горизонтальные фирмы „Вортингтонъ“. Производительность ихъ отъ 3 до 5 тысячъ ведеръ въ часъ.

отработавшій въ питательныхъ насосахъ паръ. Температура воды въ этихъ подогревателяхъ доводится приблизительно до 50°.

Отъ водоподогревателей вода направляется или непосредственно въ котлы или же поступаетъ предварительно въ экономайзеры, гдѣ доводится почти до кипѣнія.

Въ экономайзерахъ вода нагревается топочными газами. Экономайзеры состоятъ изъ цѣлаго лѣса вертикально стоящихъ трубъ (560 шт. діам. 116 м/м), вмазанныхъ въ кирпичную кладку дымохода.

Топочные газы оставляютъ на трубахъ слой сажи и нагара, что ухудшаетъ ихъ теплопроводность. Поэтому нагаръ этотъ непрерывно удаляется при помощи особыхъ скребокъ (щетокъ), приводимыхъ въ дѣйствіе трехфазными электродвигателями въ 5 л. с.

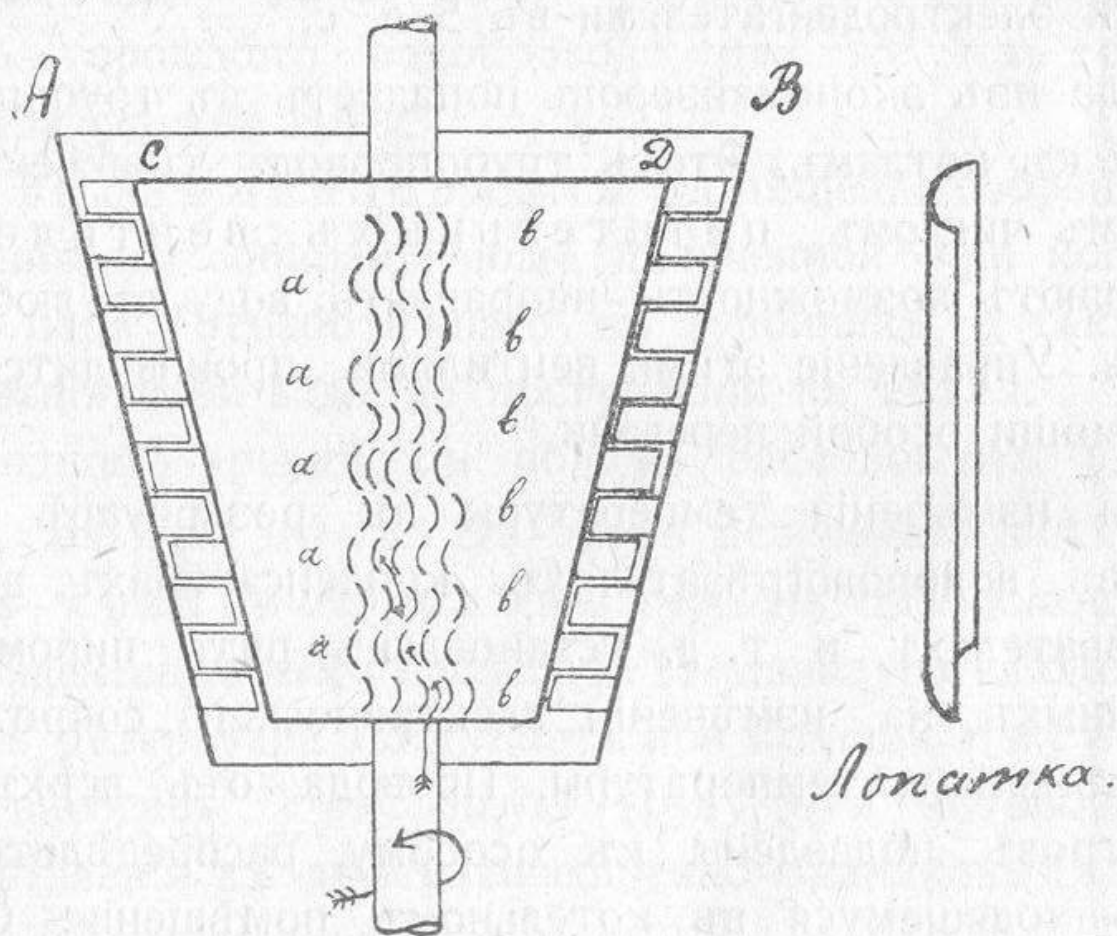
Вода изъ экономайзеровъ попадаетъ въ трубопроводъ, ведущій къ котламъ. Этотъ трубопроводъ снабженъ необходимымъ числомъ питательныхъ вентиляхъ, которые даютъ возможность направлять воду въ любой изъ котловъ. Управление этими вентилями производится снизу при помощи особой передачи.

Для измѣренія температуры въ резервуарѣ теплой воды, въ водоподогревателяхъ, конденсаторахъ, въ пароперегревателяхъ и т. д. установленъ рядъ пирометровъ, основанныхъ на измѣненіи электрическаго сопротивленія съ измѣненіемъ температуры. Провода отъ всѣхъ этихъ пирометровъ подведены къ особому распредѣлительному щиту, находящемуся въ котельномъ помѣщеніи. Отсчетъ температуры въ градусахъ производится соотвѣтственно градуированнымъ гальванометромъ.

Въ машинной залѣ, состоящей изъ двухъ помѣщеній (верхняго и нижняго) расположены четыре турбогенератора съ соотвѣтствующими конденсаціонными устройствами, паро-динамо постоянного тока, два моторъ-генератора, дополнительная группа для подзарядки аккумулято-

ровъ, коммутационный столъ и распредѣлительная доска постоянного и переменнаго тока.

Турбины расположены въ верхнемъ помѣщеніи. Всѣ онѣ многоступенчатая (многократнаго расширенія) и дѣлають по 1500 оборотовъ въ минуту. Самая большая изъ нихъ мощностью въ 5000 киловаттъ двухцилиндровая чисто-реактивная, остальные три мощностью въ 2200 киловаттъ каждая — активно - реактивныя. Чертежъ даетъ представленіе объ устройствѣ реактивной турбины. Турбина состоитъ изъ двухъ усѣченныхъ конусовъ: наружнаго неподвижнаго конуса *АВ*—статора и подвижнаго *СД*—ротора. На всей внутренней поверхности статора и наружной поверхности ротора расположены рядами лопатки. Внѣшній видъ лопатокъ изображенъ на отдѣльномъ рисункѣ. Всѣ



лопатки *а* ротора загнуты въ одну сторону, а лопатки *в* статора въ противоположную. На схематическомъ (не строгомъ) чертежѣ изображено взаимное расположеніе лопатокъ, для чего удалена часть поверхности статора, но сохранены его лопатки *в* (не всѣ). Паръ поступаетъ въ турбину въ направленіи, указанномъ стрѣлкой, параллельно оси турбины *ЕF*. Встрѣтивъ лопатку *в* статора, струя пара

отражается от нея и изменивъ направленіе попадаетъ на лопатку *a* ротора, приводя его въ движеніе. Отразившись въ свою очередь отъ лопатки *a* ротора, струя пара попадаетъ на слѣдующую лопатку статора, снова отражается и т. д. Лопатки эти около 10—12 см. длиной и 10—12 м/м. шириной. Онѣ расположены на очень близкомъ разстояніи другъ отъ друга (8—10 м/м.) и зазоръ между подвижными и неподвижными рядами лопатокъ сдѣланъ возможно малымъ. Коническую форму ротору и статору придаютъ для наилучшаго использованія энергіи пара. Свѣжій паръ попадаетъ прежде всего въ ту часть турбины, діаметръ которой наименьшій, а затѣмъ постепенно переходитъ въ части (ступени) бѣльшаго діаметра и, хотя скорость поступающаго пара все падаетъ, работа, которую онъ можетъ произвести въ силу увеличенія діаметра остается примѣрно прежней. Такъ устроенная турбина называется многоступенчатой реактивной. Роторъ и статоръ вмѣстѣ называются цилиндромъ турбины. Данная турбина состоитъ изъ двухъ цилиндровъ — меньшаго и бѣльшаго, которые являются какъ бы продолженіемъ одинъ другаго и изъ меньшаго паръ переходитъ въ бѣльшій.

Какъ уже указывалось остальные три турбины активно-реактивныя. Активная часть устроена слѣдующимъ образомъ. Вращающаяся часть (роторъ) имѣетъ видъ диска, на окружности котораго расположены два ряда лопатокъ. Въ неподвижной части турбины (статорѣ) имѣется камера, снабженная рядомъ отверстій—с о п е л ь. Изъ этихъ отверстій съ очень большой скоростью (около 6000 м. въ секунду) вырываются струи пара, которыя направляются непосредственно на лопатки ротора. Паръ отработавшій въ активной части турбины поступаетъ, въ реактивныя. Реактивныхъ частей въ данныхъ турбинахъ три и всѣ онѣ многоступенчатаго типа.

Для правильной работы турбинъ необходимо возможно сухой и чистый паръ. Для этой цѣли паропроводныя трубы снабжены водоотдѣлителями, паръ предварительно

перегрѣвается въ упомянутыхъ выше перегрѣвателяхъ и, кромѣ того, передъ поступленіемъ въ турбины проходитъ черезъ металлическія сѣтки, назначеніе которыхъ удерживать механически увлеченныя твердыя частицы (главнымъ образомъ окислы желѣза изъ паропровода).

Впускъ пара въ турбины производится отдѣльно слѣдующими другъ за другомъ толчками при помощи автоматическихъ вентиляхъ, которые управляются центробѣжными регуляторами. Съ каждымъ измѣненіемъ нагрузки турбины, а значитъ и скорости ея вращенія, измѣняется величина отверстія для впуска пара.

Для контроля работы турбинъ при послѣднихъ установлены тахометры (число оборотовъ), манометры для пара, манометры для масла (смазка подшипниковъ), а также баровакууметры (давленіе въ конденсаторахъ).

Расходъ пара въ большой турбинѣ около 6 кгр., въ малыхъ около 8 кгр. на 1 к.-у.-ч. Около 80% всей вырабатываемой энергіи доставляется большой турбиной. Обыкновенно работаетъ она одна, остальные же находятся въ прогрѣтомъ состояніи, чтобы въ любой моментъ каждую изъ нихъ можно было немедленно пустить въ ходъ.

Паръ, отработавшій въ турбинахъ, поступаетъ въ конденсаторы (холодильники).

Конденсаторъ (нижнее помѣщеніе) представляетъ собою горизонтально лежащій большой желѣзный цилиндръ, въ которомъ расположены въ большомъ количествѣ трубки (въ конденсаторѣ большой турбины 2.500 штукъ діам. въ 1"). По этимъ трубкамъ при помощи центробѣжнаго насоса все время прогоняется холодная вода. Отработавшій паръ, встрѣчаясь со столь большой холодной поверхностью, быстро сгущается и полученная вода при помощи конденсационнаго насоса откачивается въ экономайзерное помѣщеніе въ резервуаръ теплой воды.

Такъ какъ вмѣстѣ съ паромъ изъ котловъ попадаетъ въ конденсаторы и воздухъ, растворенный въ питательной водѣ, то для полученія хорошаго вакуума этотъ воздухъ все

время откачивается при помощи водоструйного аппарата (ижектора). Степень разряженія въ конденсаторѣ указываетъ ртутный манометръ (баровакууметръ), помѣщенный у турбины.

Въ той же машинной залѣ съ каждой изъ четырехъ турбинъ соединены непосредственно на одной фундаментарной плитѣ генераторы трехфазнаго тока.

Генераторъ состоитъ изъ вращающейся части—ротора (индуктора), который представляетъ собою чугунное колесо, на окружности котораго имѣется четное число желѣзныхъ выступовъ. Выступы эти обмотаны проволокой такимъ образомъ, что при пропусканіи черезъ нее постояннаго тока роторъ превращается въ сложный магнитъ съ чередующимися полюсами (N, S, N, S...). Неподвижная часть генератора—статоръ (якорь) состоитъ изъ ряда отдѣльныхъ катушекъ, образующихъ три группы, соединенныя другъ съ другомъ такимъ образомъ, что при вращеніи индуктора, возникаютъ въ статорѣ три однофазныхъ переменныхъ тока, сдвинутыхъ другъ относительно друга по фазѣ на  $120^\circ$ . Благодаря особому способу соединеній отъ зажимовъ статора идутъ вмѣсто 6 проводовъ (три переменныхъ тока) только три, остальные же три соединены между собой въ одной точкѣ. Такой способъ соединенія называется соединеніемъ звѣздой, точка соединенія—нейтральной (нулевой).

Нейтральная точка при помощи нейтральнаго провода соединена съ землей—заземлена.

Постоянный токъ подводится при помощи щетокъ къ двумъ стальнымъ контактнымъ кольцамъ, отъ которыхъ и попадаетъ въ обмотки индуктора. Кольца эти расположены симметрично по обѣ стороны генератора.

Генераторы дѣлаютъ по 1.500 оборотовъ въ минуту при 25 періодахъ въ секунду. Обычно встрѣчающееся въ практикѣ (освѣщеніе) число періодовъ—50. При меньшемъ числѣ замѣтно миганіе источниковъ свѣта. Въ данномъ случаѣ такое относительно малое число періодовъ имѣло

въ виду болѣе выгодныя условія для работы трансформаторовъ (меньше потери на гистерезисъ, токи Фуко и т. д.).

Напряженіе на зажимахъ генераторовъ 6.600 вольтъ. Для уменьшенія нагрѣванія машины блуждающими токами роторъ генератора снабженъ вентиляторомъ, насаженн. на самой оси ротора. Воздухъ, просасываемый черезъ генераторъ, предварительно проходитъ черезъ фильтры для удержанія пыли. Эти фильтры, состоящіе изъ рамокъ, обтянутыхъ матеріей, находятся внизу рядомъ съ конденсаторами. Благодаря такому устройству температура держится значительно ниже допустимой. Термометръ, помѣщ. въ статорѣ даетъ возможность слѣдить за этой температурой.

Трехфазный токъ отъ генераторовъ поступаетъ непосредственно по хорошо защищеннымъ отъ прикосновенія проводамъ въ помещеніе высокаго напряженія. Здѣсь небольшая часть тока (для нуждъ самой станціи) трансформируется. Напряженіе съ 6.600 вольтъ понижается до 220 и токъ съ пониженнымъ напряженіемъ поступаетъ къ распредѣлительной доскѣ въ машинную залу.

Такъ какъ для возбужденія генераторовъ, а также для дѣйствія нѣкоторыхъ механизмовъ необходимъ постоянный токъ, то для полученія такового въ машинной залѣ имѣется нѣсколько установокъ: паро-динамо и моторъ-генераторы.

Паро-динамо представляетъ собою паровую машину, приводящую въ движеніе динамо-машину постоянного тока мощностью въ 60 kw. при напряженіи на зажимахъ въ 220 вольтъ. Кромѣ того, имѣются двѣ группы моторъ-генераторовъ по 60 kw. каждый, а также дополнительная группа для подзарядки аккумуляторовъ, энергіей которыхъ иногда пользуются вмѣсто динамо-машинъ постоянного тока.

Моторъ-генераторы состоятъ изъ синхронныхъ моторовъ трехфазнаго тока, вращающихъ динамо-машину постоянного тока.



Генераторъ переменнаго тока, работающій, какъ моторъ, называется синхроннымъ электродвигателемъ.

Для работы синхроннаго трехфазнаго двигателя недостаточно пропускать переменный токъ въ статоръ, но необходимо кромѣ того пропустить постоянный токъ въ роторъ (индукторъ) двигателя, аналогично тому, какъ нельзя получить переменный токъ изъ статора генератора не пропуская постоянного тока черезъ вращающійся роторъ (индукторъ) генератора. Синхронные двигатели отличаются постоянствомъ числа оборотовъ, но боятся перегрузки.

Кромѣ синхронныхъ моторовъ въ машинной залѣ (нижнее отдѣленіе) находятся моторы, такъ называемые асинхронные трехфазнаго тока. Они не нуждаются въ подведеніи постоянного тока, вращаются при разной нагрузкѣ съ разными скоростями, не боятся перегрузки и приходятъ въ движеніе сейчасъ же по включеніи въ сѣть трехфазнаго тока. Моторы эти приводятъ въ движеніе центробѣжные водяные насосы для охлажденія конденсаторныхъ трубъ, а также насосы для подачи воды въ водоструйные аппараты конденсаторовъ. Такіе же моторы поставлены въ экономайзерномъ отдѣленіи, для приведенія въ дѣйствіе скребковъ (щетокъ), а также въ помѣщеніи водокачки (осмотру не подлежитъ).

Для управленія всѣми механизмами установки, а также для контроля какъ общаго расхода электрической энергіи, такъ и расхода по отдѣльнымъ подстанціямъ, и расхода для нуждъ самой станціи (освѣщеніе, электродвигатели и т. д.) установлены распредѣлительныя доски постоянного и переменнаго тока и коммутаціонный столъ. Всѣ аппараты для управленія и контроля установки находятся подъ низкимъ напряженіемъ. Пониженіе это достигается при помощи шунтовыхъ трансформаторовъ. На распредѣлительной доскѣ для каждой подстанціи имѣется своя группа измѣрительныхъ приборовъ, что даетъ возможность слѣдить за работой каждой подстанціи въ отдѣльности. На коммутаціонномъ столѣ собраны всѣ приспособ-

собленія для управленія возбужденіемъ генераторовъ, для приведенія въ дѣйствіе масляныхъ выключателей, находящихся въ помѣщеніи високаго напряженія, а также для частичной регулировки турбинъ. Отъ этого стола подаются сигналы для пуска въ ходъ новыхъ (очередныхъ) турбинъ, для включенія генераторовъ для параллельной работы и т. д. Рядъ цвѣтныхъ контрольных лампъ, вспыхивая, констатируютъ, что желаемое включеніе или регулировка дѣйствительно происходитъ, а также указываютъ, какіе провода находятся подъ напряженіемъ. Кромѣ того, въ комнатѣ рядомъ съ машинной залой установлены приборы съ непрерывной регистраціей рабочаго напряженія.

Помѣщеніе високаго напряженія расположено въ двухъ этажахъ. Сюда поступаетъ по хорошо защищеннымъ проводамъ трехфазный токъ отъ генераторовъ съ напряженіемъ въ 6.600 вольтъ. Для учета общаго количества электрической энергіи, расходуемой каждымъ генераторомъ, на пути проводовъ поставлены шунтовые и серіесъ-трансформаторы, низкое напряженіе которыхъ посылається къ распредѣлительной доскѣ, гдѣ подводится къ соотвѣтствующимъ приборамъ. Далѣе провода съ высокимъ напряженіемъ подходятъ отъ cadaго генератора къ своему главному масляному выключателю, который при неисправности въ цѣпи (обратный токъ) дѣйствуетъ автоматически. Устроенъ онъ такимъ образомъ, что выключающіе ножи расположены въ цилиндрахъ, наполненныхъ трансформаторнымъ масломъ, которое гаситъ вольтову дугу, возникающую при размыканіи. Управлять этими автоматическими выключателями можно также изъ машинной залы съ коммутаціоннаго стола при помощи постояннаго тока, дѣйствующаго на соленоидъ, который втягиваетъ сердечникъ, связанный при помощи рычаговъ съ ножами выключателя. Съ размыканіемъ этого выключателя связано прекращеніе подачи энергіи отъ даннаго генератора. За этимъ главнымъ выключателемъ поставлены реакціонныя катушки, назначеніе которыхъ защищать генераторъ отъ возникновенія

очень сильныхъ токовъ въ случаѣ какой-нибудь неисправности въ установкѣ (короткое замыканіе, ударъ молніи и т. д.). Здѣсь провода отъ cadaго генератора развѣтвляются на двѣ тождественныхъ вѣтви. На каждой вѣтви установленъ ручной разъединитель (выключатель) высокаго напряженія, а затѣмъ масляные выключатели (неавтоматическіе), управляемые изъ машиннаго зала. Отъ этихъ выключателей токъ поступаетъ на двѣ группы собирательныхъ проводовъ (шинъ): отъ одного на нижнія шины (второй этажъ), отъ другого—на верхнія шины (третій этажъ). Такое распределеніе тока на двѣ группы шинъ дѣлалось въ предположеніи пользоваться обычно только одной группой шинъ и прибѣгать къ другой при неисправности первой. Шины представляютъ собой широкія полосы красной мѣди, которыя, во избѣжаніе короткихъ замыканій, находятся въ отдѣльныхъ бетонныхъ ящикахъ. Для предохраненія генераторовъ отъ грозovýchъ разрядовъ на шинахъ поставлены громоотводы (разрядники). Для указанія, находятся ли шины подъ токомъ, устроены контрольныя лампочки.

Отъ шинъ электрическая энергія распределяется по мѣстамъ потребленія. Незначительная часть энергіи, вырабатываемой станціей, утилизируется для мѣстныхъ нуждъ самой станціи. Для этой цѣли установлены три группы трехфазныхъ трансформаторовъ по 75 kw. и двѣ группы однофазныхъ, соединенныхъ звѣздой, по 150 kw. При помощи этихъ трансформаторовъ напряженіе съ 6600 вольтъ понижается до 220 вольтъ, и токъ съ такихъ напряженіемъ поступаетъ для питанія синхронныхъ и асинхронныхъ моторовъ. Главная часть энергіи съ шинъ высокаго напряженія поступаетъ по подземнымъ кабелямъ (фидерамъ) на подстанціи. Кабели эти, до выхода изъ помещенія высокаго напряженія, снабжены масляными автоматическими выключателями, которые, въ случаѣ поврежденія кабеля (короткое замыканіе), сами выключаютъ поврежденную цѣпь. Управлять ими можно также отъ коммутаціоннаго стола машинной залы. За выключателями стоятъ серіесъ - трансформаторы. низкое

напряженіе которыхъ подводится къ измѣрительнымъ приборамъ распредѣлительной доски. Эти приборы ведутъ учетъ энергіи расходуемой каждой подстанціей. За упомянутыми трансформаторами слѣдуетъ ручной разъединитель высокаго напряженія, затѣмъ громоотводъ, и, наконецъ, кабель уходитъ въ землю. На каждую подстанцію идутъ два кабеля. На подстанціяхъ (ихъ пять) при помощи трансформаторовъ напряженіе съ 6600 вольтъ понижается до 430 вольтъ. Трехфазный токъ съ напряженіемъ въ 430 вольтъ поступаетъ въ конверторы (вращающіеся преобразователи, одноякорные умформеры), отъ которыхъ получается постоянный токъ съ напряженіемъ въ 600 вольтъ. Этотъ постоянный токъ по подземнымъ кабелямъ подводится къ питательнымъ пунктамъ, въ которыхъ одинъ проводъ (положительный) соединенъ съ воздушнымъ проводомъ, а другой (отрицательный) съ рельсомъ. Каждый моторный вагонъ снабженъ двумя двигателями постоянного тока съ послѣдовательной обмоткой, мощностью каждый въ 35 лошадин. силъ, включеніе которыхъ производится при [помощи контроллера, (пускового приспособленія) имѣющагося въ каждомъ вагонѣ.

Трамвайная станція работаетъ непрерывно день (трамваи) и ночь (ремонтъ въ паркахъ). Остановка производится разъ въ недѣлю на 2 часа (съ 3 до 5 утра). На станціи работаетъ три смѣны рабочихъ по 18 человекъ въ смѣнѣ.

Въ 1912 году станціей было выработано 34.968.682 к.-у. ч., для этой цѣли было сожжено 1.870.085 пудовъ каменнаго угля, что составляетъ 0,876 пуд. на 1 к.-у.-ч. Стоимость произведеннаго 1 к.-у. ч. высокаго напряженія 1,726 копейки. Стоимость отпущеннаго на трамвайную сѣть 1 к.-у.-ч. постоянного тока 2,275 к. Стоимость самой станціи со зданіемъ около двухъ милліоновъ рублей.

Болѣе подробная схема электрическаго оборудованія изображена на прилагаемомъ чертежѣ.

*Кл. Мацюлевичъ.*

## Поясненія къ чертежу.

- N* — Генераторъ переменнаго трехфазнаго тока.  
*M* — Обмотка возбужденія.  
*P* — Реостатъ возбужденія.  
*a* — Трехжильный кабель генератора.  
*Sn* — Шунтовый трансформаторъ.  
*S* — Серіесъ-трансформаторъ.  
*W* — Счетчикъ ваттъ-часовъ.  
*Wm* — Ваттметръ.  
*O* — Релэ перегрузки.  
*F* — Амперметръ переменнаго тока.  
*Ph* — Фазометръ.  
*A* — Вспомогательное релэ.  
*C* — Автоматическій масляный выключатель.  
*K* — Контроллеръ, управляющій маслянымъ выключателемъ.  
*i* — Магнитный индукторъ.  
*I* — Сигнальная лампочка.  
*R* — Реакціонная катушка.  
*J* — Ручной разъединитель высокаго напряженія.  
*Sn* — Неавтоматическій масляный выключатель.  
*H* — Нижнія шины съ напряженіемъ въ 6600 вольтъ.  
*B* — Верхнія „ „ „ „ „ „ „ „  
*T* — Релэ выдержки времени.  
*Ia* и *I* — Фидеры (кабели), идущіе къ первой подстанціи.  
*G* — Громоотводъ.  
*E* — Земляное сообщеніе.  
*П* — Шины постояннаго тока съ напряженіемъ въ 220 вольтъ.  
*f* — Плавкій предохранитель.  
*D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub> — Провода для нуждъ самой станціи. Они идутъ къ трансформаторамъ, гдѣ напряженіе съ 6600 вольтъ понижается до 220.

# СХЕМА електрического оборудования трамвайной станции.

