

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

ГОРОДА

С.-ПЕТЕРБУРГА.

ВЫПУСКЪ I.

Съ атласомъ 8 листовъ чертежей.

МЕХАНИЧЕСКІЯ
ВОДОПОДЪЕМНЫЯ СРЕДСТВА
НЕЗАРѢЧНОЙ ЧАСТИ
С.-Петербургскихъ городскихъ водопроводовъ.

Т. М. Турчиновичъ,

Инженеръ-Технологъ,

Главный Механикъ С.-Петербургскихъ городскихъ водопроводовъ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія бр. Пантелеевыхъ. Верейская, 16.

1893.

Печатано по распоряженію Императорскаго Русскаго Техническаго Общества.

Механическія водоподъемныя средства С.-Петербургскихъ городскихъ водопроводовъ, 1858 --1892 г.

*Сообщеніе Т. М. Турчиновича во II Отдѣль И. Р. Т. О.,
26 Октября 1892 г.*

Вамъ, Милостивые Государи, безъ сомнѣнія, извѣстно, что главная часть города С.-Петербурга—такъ называемая незарѣчная часть, расположенная между р. Невой и Обводнымъ каналомъ, снабжается водою изъ центральной станціи, находящейся на берегу Невы противъ Таврическаго дворца, и что весь водопроводъ, питаемый этой станціей, съ 1 Января 1891 года принадлежитъ С.-Петербургскому Городскому Общественному Управленію.

Основаніе водопроводу положено въ 1858 году Высочайшимъ утвержденіемъ устава „Акціонернаго Общества С.-Петербургскихъ водопроводовъ“ 10 Октября этого года.

Несмотря на то, что предпріятіе это признавалось всеѣми важнымъ и общепользымымъ, что сооруженія подобнаго рода дѣйствовали весьма успѣшно во многихъ городахъ за границей и что, наконецъ, среди инициаторовъ этого дѣла были люди съ извѣстнымъ именемъ, какъ опытные инженеры, его съ большимъ трудомъ удалось осуществить; и только съ 1864 года водопроводъ началъ дѣйствовать правильно и дѣйствуетъ съ той поры безостановочно.

Тотъ успѣхъ, то расширеніе сѣти городскихъ трубъ и то потребление воды, какіе имѣются въ настоящее время, едва-ли кто либо предвидѣлъ. Первоначальное суточное потребление воды 200.000 куб. футовъ возросло въ настоящее время до свыше 5.500.000 к. ф.*), го-

*) Ко дню печатанія этой статьи суточный расходъ воды достигъ болѣе 6 милліоновъ к. ф. Средній суточный расходъ былъ за Январь м. 1893 г. 6.090.644, а за Февраль 6.274.614.

дичный сборъ за воду съ 30.500 рублей—до 1.234.000 р., а протяженіе сѣти городскихъ трубъ дошло до 250 верстъ.

Чтобы дать вамъ, Милостивые Государи, наглядное понятіе о массѣ доставляемой центральной станціей ежедневно воды, я долженъ сказать, что въ ведрахъ она изобразится цифрою 13.000.000, а въ куб. саженьяхъ 16.000. Вообразите же себѣ бассейнъ шириной 16 сажень, глубиною 1 с. и длиною 1.000 с. Вмѣстимое этаго бассейна (если не точно, то довольно близко такой бассейнъ будетъ напоминать р. Фонтанку отъ начала ея у Пращешаго моста и до Чернышева) есть ежедневно потребляемое изъ водопровода количество воды.

Эта масса ея, какъ вы знаете, съ 1889 года отправляется въ городъ не въ естественномъ видѣ—прямо изъ рѣки, а очищенною чрезъ центральный песочный фильтръ.

Потребленіе воды изъ водопровода, дойдя въ настоящее время до вышеуказанной цифры, росло медленно, но вмѣстѣ съ тѣмъ непрерывно. Предлагаемая вашему вниманію діаграмма (листъ 2) изображаетъ наглядно ростъ потребления воды. На ней ординаты представляютъ средній суточный расходъ воды въ куб. футахъ по мѣсяцамъ изъ года въ годъ, начиная съ Января 1864 года; при чемъ разстояніе между горизонтальными линіями соотвѣтствуетъ 200 т. к. ф. Вы можете видѣть изъ нея, что январскій расходъ этого года былъ 211.065 куб. ф., засимъ, идя по ломаной линіи, въ зависимости отъ времени года и другихъ причинъ, онъ довольно медленно возрастаетъ, но въ 1867 году уже удваивается; затѣмъ чрезъ 2 года, въ 1869 г., утраивается; далѣе, послѣ небольшого скачка, онъ остается почти постояннымъ до 1875 года; послѣ чего сразу начинаетъ расти, и особенно поднялся въ 1882 году; наконецъ, возрастая приблизительно на 10% ежегодно, онъ удваивается противъ предыдущаго примѣрно чрезъ 10 лѣтъ, такъ: въ 1882 году (Январь) былъ 2.442.740 куб. ф., а въ 1892 г. 5.298.723 к. ф. Цифры, проставленныя на діаграммѣ, изображаютъ годичный расходъ воды.

Чтобы удовлетворить этой возрастающей потребности въ водѣ, само собою разумѣется, параллельно съ ростомъ потребления должны расти и механическія водоподъемныя средства центральной станціи. До 1871

года она состояла изъ одной каменной башни (ок. 20 сажень высоты отъ уровня земли до верхняго карниза) съ полукруглымъ навѣсомъ при ней, построенной у такъ называемаго Таврическаго ковша. *) Башня главнымъ образомъ назначалась для помѣщенія двухъ баковъ: верхняго — для усиленнаго напора днемъ и нижняго — слабаго ночью. Баки были по 14 футъ высоты и вмѣщали ок. 30.000 ведеръ воды каждый. Въ промежуточныхъ этажахъ были устроены жилыя помѣщенія, а въ нижнемъ установлены двѣ первыя паровыя машины, изготовленныя заводомъ Эйткенъ въ Глазго. Машины по своей конструкціи приворовлены къ своеобразному узкому помѣщенію, которымъ пожелали воспользоваться, чтобы не строить для нихъ отдѣльнаго зданія, и состоятъ изъ парового вертикальнаго цилиндра съ рубашкой, 36" въ діаметрѣ, установленнаго на приподнятой площадкѣ, образуемой чугунными балками, задѣланными въ стѣны, и насоса двойного дѣйствія 18" діаметра съ мѣдными цѣльными клапанами, опущеннаго въ подвальное помѣщеніе. Общій ходъ парового и насоснаго поршней 6'. Маховыя колеса 18' въ діаметрѣ подняты надъ машиной на значительную высоту. Машины эти съ охлажденіемъ и кулачнымъ парораспределеніемъ, дающимъ возможность получать расширеніе пара въ нѣкоторыхъ предѣлахъ. Паръ притекаетъ изъ котловъ, установленныхъ въ полукругломъ навѣсѣ, и имѣетъ рабочее давленіе 40 ф. на кв. дюймъ. Паровыя котлы горизонтальныя цилиндрическіе 6½ футъ въ діаметрѣ и 27 ф. длиною съ двумя внутренними топками, сходящимися въ одну жаровую трубу.

Вода изъ Невы къ машинамъ, по первоначальному проекту, должна была притекать открытымъ каналомъ чрезъ такой же фильтръ, но когда послѣдній послѣ неудачнаго дѣйствія его былъ закрытъ, то для подвода воды непосредственно изъ Невы къ машинамъ, по дну канала положены чугунные 18" трубы (въ числѣ 3). Здѣсь умѣстно будетъ сказать, что для грубой очистки воды отъ плавающихъ въ ней постороннихъ предметовъ: рыбы, травы, щепы и т. п. на перерывѣ подводящихъ воду трубъ устроенъ крытый колодезь или цистерна

*) Названіе «ковшъ» дано бассейну, напоминавшему въ планѣ видъ ковша, устроенному одновременно съ Таврическимъ садомъ и его прудами при кн. Потемкинѣ. Этотъ бассейнъ заканчивалась р. Ляговка, и онъ служилъ гаванью для увеселительныхъ яхтъ Потемкина. Въ настоящее время «ковшъ» засыпанъ, а Ляговка отведена въ сторону по закрытому карпичному каналу.

(какъ онъ назывался) съ чугунной облицовкой, въ коемъ въ пазахъ установлены были въ два ряда щиты съ мелкой мѣдной сѣткой, и осадокъ на нихъ снимался время отъ времени *).

Машины поднимали воду по вертикальной 30" трубѣ въ баки, изъ коихъ она изливалась подъ переменнымъ напоромъ—днемъ ок. 50 фунтовъ на кв. дюймъ, и ночью ок. 25 по вертикальной же 30" трубѣ, установленной рядомъ съ первою и переходившей внизу въ горизонтальную, подземную. Главная магистраль направлялась въ городъ по Шпалерной ул., а 20" вѣтвь отъ нея на Пески.

Цѣль устройства баковъ была регулировать напоръ воды въ городѣ, при чемъ избытокъ подачи надъ расходомъ вмѣщался въ нихъ и наоборотъ, а установка вертикальныхъ восходящей и нисходящей трубъ, причеиъ сообщеніе между ними при обычной работѣ имѣется только на верху,—дать машинамъ постоянную работу и предохранить ихъ отъ возможныхъ поврежденій при разрывѣ трубъ въ городѣ и потерѣ напора.

Въ сказанному о первыхъ двухъ машинахъ не бесполезно будетъ прибавить два слова въ отношеніи установки. Балія, въ первомъ этажѣ коей были поставлены машины, выстроена въ высшей степени солидно: ея наружный видъ, архитектурныя пропорціи, правильный расчетъ всѣхъ частей, артистическая кладка кирпича, превосходные матеріалы—все дѣлаетъ честь ея строителямъ. Хотя она основана на сваяхъ, но, какъ и всѣ постройки, имѣла нѣкоторую осадку. Это послѣднее обстоятельство было упущено изъ виду строителями машинъ. Такъ какъ конструкція послѣднихъ вытянута по вертикальному направленію, то на одинъ фундаментъ ихъ (который, правда, устроенъ былъ очень прочно) нельзя было рассчитывать; а потому цилиндры, маховики и всѣ движущіяся части укрѣплены къ толстымъ чугуннымъ балкамъ, которыя, противно элементарнымъ правиламъ монтровки машинъ, своими концами задѣланы въ стѣны новой, незакончившейся осадки постройки. При томъ же, послѣ своей установки, машины принуждены были около 3 лѣтъ бездѣйствовать. При самомъ началѣ постоянной ихъ

*) Такой способъ очистки воды практиковался до устройства центрального фильтра и впоследствии было устроено еще три подобныхъ цистерны.

работы обнаружилось отклоненіе основныхъ частей отъ нормальнаго положенія, отразившееся на дальнѣйшемъ ихъ дѣйствіи.

Къ первымъ двумъ машинамъ въ 1867 году присоединены еще двѣ подобныя же, установленныя въ башнѣ симметрично съ первыми и отличающіяся нѣкоторыми деталями устройства и установки; между прочимъ сказанное сейчасъ относительно первыхъ машинъ не прошло безслѣдно для вторыхъ: независимо отъ того, что зданіе къ тому времени значительно окрѣпло и закончило осадку, всѣмъ установочнымъ балкамъ и ихъ соединеніямъ, хотя по прежнему положеннымъ концами на стѣны, размѣры сѣченій и прочность всѣхъ скрѣпленій приданы намѣренно особо надежныя. Къ усовершенствованіямъ во второй парѣ машинъ надо отнести и мейеровское парораспределеніе, доставившее машинамъ нѣкоторое преимущество сравнительно съ первыми и въ отношеніи экономіи топлива.

Всѣ четыре описанныя машины доставляютъ 19 куб. ф. въ одинъ оборотъ или при 16 нормальныхъ оборотовъ въ минуту—5 к. ф. въ секунду каждая. Развиваютъ по 100 индикаторныхъ лошадиныхъ силъ. Вслѣдствіе низкаго рабочаго давленія пара и небольшого числа оборотовъ потребляютъ на 1 индикаторную лошадиную силу въ часъ: № 1 и 2 5 фунтовъ, а № 3 и 4—4 фунта угля.

Продуктивность въ отношеніи топлива первыхъ двухъ 35.000.000 фун.-футовъ, а вторыхъ 45.000.000 фун.-фут. на 100 фун. сожженнаго угля *).

Всѣ эти четыре машины годны для работы и по настоящее время, служа дополненіемъ къ позже установленнымъ **).

Расширяясь постепенно, пристройкой отдѣльныхъ машинныхъ зданій и т. п., наша центральная станція пришла въ настоящее время въ положеніе неузнаваемое; видъ ея на планѣ (листъ 1) напоминаетъ видъ цѣлаго городка, а масса всевозможныхъ трубъ и каналовъ представляетъ изъ себя лабиринтъ, въ которомъ не легко разобраться.

Башня очутилась далеко отъ берега Невы и внѣ всякаго непосред-

*) При нормальной работѣ и хорошемъ углѣ первыя двѣ машины доставляютъ въ верхній бакъ 1.350 к. ф. воды, а вторыя 1.700 ф.

**) Въ 1867 году съ машинами установлено еще 4 ланкаширскихъ котла.

ственного сообщенія съ нею. Въ 1871 году къ ней сдѣлана первая пристройка (В) для помѣщенія дополнительныхъ машинъ *). Затѣмъ въ 1877 году выстроено отдѣльное машинное зданіе съ котельною (В); въ 1881 году еще одно подобное же (Г). Къ тому и другому зданіямъ вода подведена по вновь проложеннымъ отъ Невы 36" трубамъ (а старыя соединены съ ними). Въ виду того, что расходъ воды къ 1877 году возросъ настолько, что прогнать все количество воды чрезъ бакъ по вертикальнымъ трубамъ оказалось невозможно, то впервые отъ машинъ вода была направлена помимо бака прямо въ городъ; также сдѣлано и дѣлается и впослѣдствіи, причѣмъ всѣ новѣйшія нагнетательныя трубы соединяются со старыми, а бакъ распространяетъ свой напоръ на всю коммуникацію и чрезъ нее и на всю городскую сѣть.

Къ описанію расположенныхъ въ отдѣльныхъ зданіяхъ машинъ мы вернемся, а теперь слѣдуетъ сказать, что въ 1887—89 годахъ сооруженъ центральный фильтръ для очистки всего потребляемаго въ сутки количества воды и, съ устройствомъ его, всѣ 6 старыхъ трубъ, подводившихъ воду къ машинамъ, закрыты; и вода изъ Невы берется выше прежняго мѣста, почти изъ середины ея теченія и направляется въ особое зданіе (Е), расположенное на берегу, по двумъ 48" желѣзнымъ клепаннымъ трубамъ, уложеннымъ по дву рѣби **). Вода къ машинамъ, установленнымъ въ этомъ зданіи, притекаетъ самотекомъ; ими поднимается на 17' высоты и гонится по двумъ 36" вѣтвямъ въ сѣточное зданіе (З), гдѣ процѣживается и распределяется засимъ по всей площади фильтра. Очищенная вода, по выходѣ изъ фильтра, стекаетъ въ резервуары, выѣщающіе въ общей сложности около 1 милліона ведеръ. Изъ резервуаровъ вода направляется по вновь уложеннымъ трубамъ къ машинамъ, поднимавшимъ до устройства фильтра неочищенную воду въ городъ.

*) Два дополнительныхъ паровыхъ котла № 9 и 10 помѣщены въ полукругломъ навѣсѣ; такъ что при машинахъ № 1—6 установлено 10 паровыхъ котловъ, всѣ съ двумя внутренними топками, съ тою разницею, что въ первыхъ четырехъ топки сведены въ одну жаровую трубу, а въ слѣдующихъ шести топочныя трубы (діам. 30") идутъ насквозь. Котлы размѣрами 6½'×27'. Изъ десяти обыкновенно въ работѣ 7.

**) Каждая труба состоитъ изъ 4 кусковъ, соединенныхъ чугунными шарнирами; передніе концы трубъ приподняты подъ прямымъ угломъ отъ дна къ срединѣ струи р. Невы, гдѣ глубина ея около 8 сажень.

Послѣ устройства фѣльтра, въ виду послѣдовавшаго развитія потребленія воды, въ 1890 году устроено еще машинное зданіе (Д), а отъ него уложена своя напорная 30" труба въ городъ съ соединеніемъ съ сосѣдней старой трубой.

Остальные трубы и каналы, показанные на планѣ, имѣютъ второстепенное спеціальное значеніе.

Теперь, прежде чѣмъ войти въ подробное описаніе водоподъемныхъ машинъ, весьма интересно ознакомиться съ характеромъ потребленія воды въ городѣ.

Относительно времени года естественно предположить, что лѣтомъ воды потребляется больше, чѣмъ зимой. Однакожъ, вслѣдствіе непрерывнаго изъ года въ годъ развитія потребленія воды, какъ вы могли убѣдиться по предложенной вашему вниманію діаграммѣ, это предположеніе оправдывается лишь по отношенію послѣдующаго лѣта сравнительно съ предшествовавшей зимой; послѣдующая же зима, за рѣдкими исключеніями, вслѣдствіе новыхъ построекъ и расширенія сѣти трубъ, сдѣланныхъ предшествовавшимъ лѣтомъ, беретъ уже больше воды, чѣмъ въ истекшіе лѣтніе мѣсяцы, несмотря на существованіе лѣтомъ экстреннаго расхода на поливку улицъ.

Засимъ въ отношеніи дней недѣли вамъ извѣстно, что они дѣлятся у насъ на банные и небанные. Для насъ это дѣленіе имѣетъ еще большее значеніе, чѣмъ дѣленіе на рабочіе и праздничные, потому что хорошая привычка русскаго человѣка мыться въ банѣ и въ особенности наканунѣ праздника даетъ себя знать на дневномъ расходѣ воды *) въ большей степени, чѣмъ спросъ на воду фабрикъ и промышленныхъ заведеній, потребляющихъ ее только въ будни. Банные дни—это: понедѣльникъ, вторникъ, четвергъ и суббота; среда же и пятница небанные, но, по установившемуся обычаю, и они дѣлаются банными накануне праздниковъ. Изъ банныхъ дней въ обычное время наибольшій расходъ, понятно, въ субботу.

По нашимъ ежедневнымъ записямъ мы съ точностью знаемъ, что

*) Въ снабжаемой нашей станціей части города банн берутъ воду исключительно изъ водопровода.

обыкновенная суббота беретъ отъ насъ на бани 300.000 куб. фут. или 700.000 ведеръ. Въ исключительную же субботу, наканунѣ большихъ праздниковъ, бани берутъ до 1.000.000 ведеръ воды. Другіе банные дни берутъ относительно меньшія количества и меньше всего понедѣльникъ, исключая „чистаго“.

Промышленно-заводская дѣятельность въ главныхъ частяхъ Петербурга развита сравнительно немного, и потому, если сравнить обыкновенную небанную пятницу съ воскресеньемъ, то оказывается, что на всѣ потребности рабочаго дня, которыхъ нѣтъ въ воскресенье, идетъ около 200.000 куб. ф. или 460,000 ведеръ (а, стало быть, собственно на фабрики и того меньше).

Изъ другихъ, такъ сказать, случайныхъ потребностей достойна особаго вниманія поливка улицъ. Трудно установить какую либо точную цифру расхода воды на эту потребность, потому что поливка по обилію измѣняется въ зависимости отъ состоянія погоды, температуры воздуха, вѣтра, времени предшествовавшего дождя и т. п., но можно вообще сказать, что воды въ Петербургѣ на поливку идетъ не мало и доходитъ въ иные дни до полумилліона ведеръ. И тогда какъ первыя двѣ указанныя потребности берутъ воду до известной степени равномерно и, во всякомъ случаѣ, ихъ можно предвидѣть, эта послѣдняя—совершенно случайная и крайне неравномѣрная.

По установившимся правиламъ, поливаютъ четыре раза въ день: въ 10 ч., 1 ч., 4 ч. и 7 ч. и въ особенности усиленно въ 10 ч. утра. Мы этотъ часъ хорошо знаемъ; и вы, Милостивые Государи, можете себѣ представить, съ какимъ напряженіемъ работаетъ наша станція въ этотъ часъ жаркаго іюньскаго дня, да еще субботы.

Заговоривъ о часахъ дня, естественно перейти къ характеру потребления воды въ теченіе цѣлыхъ сутокъ. Я позволяю себѣ обратить ваше вниманіе на небольшую діаграмму (листъ 2), изображающую измѣненіе расхода воды въ городѣ за субботу 17 и воскресенье 18 октября. Вертикальныя ординаты суть количества въ куб. фут. поданной въ каждый часъ воды. (Масштабъ 1 мм. = 4,000 куб. ф.). Кривая начинается съ 6 ч. утра субботы. Вы видите, что съ этого часа она подымается, т. е. расходъ растетъ и достигаетъ maximum въ 10 ч. утра. Это понятно, такъ какъ все населеніе, просыпаясь, кто раньше,

кто позже, не обходится безъ мытья и утренняго чая. Въ 10-мъ часу начинается и всеобщая стряпня. Послѣ 10 ч. расходъ ослабѣваетъ: въ 1-мъ часу кривая дѣлаетъ значительное пониженіе. Объясняется это прекращеніемъ работы и потребленія воды на время обѣда всеми фабриками и вообще въ этотъ часъ—часъ обѣда низшаго класса, бани работаютъ слабо. Послѣ обѣда бани начинаютъ дѣйствовать усиленно: 3-й, 4-й и 5-й часъ суть часы послѣобѣденнаго мытья посуды и половъ у большинства средняго класса. Къ 6 часамъ расходъ слегка падаетъ и достигаетъ вечерняго *minimum'a* въ 7-мъ часу, за симъ въ 9-мъ часу—всеобщаго вечерняго чая и нѣкотораго усиленія бань, онъ снова подымается. Съ 9-ти расходъ идетъ на убыль сначала медленно, но, по отходѣ населенія ко сну—съ 12 часовъ, гораздо быстрѣе и *minimum* суточнаго расхода приходится на 3-й—4-й часъ ночи.

Позволяю себѣ остановить ваше вниманіе на этомъ пунктѣ. Вы видите, Милостивые Государи, что въ самый глухой часъ сна наша станція не спитъ: въ этотъ часъ на ней работаетъ по меньшей мѣрѣ 7 насосовъ, доставляющихъ 50 куб. фут. въ секунду или 180.000 к. ф. въ часъ. Невольно задаешь себѣ вопросъ: кому требуется такая масса воды въ этотъ часъ, да еще съ субботы на воскресенье—часъ всеобщаго отдыха и остановки всеѣхъ промышленныхъ заведеній? Само собой разумѣется, что довольно значительное количество воды, скажемъ, половина указанной цыфры, должна идти на дѣйствительныя потребности, существующія и въ ночное время, и на пополненіе запасовъ въ домашнихъ бакахъ тамъ, гдѣ они устроены, но куда дѣвается вторая половина—вопросъ довольно темный и выясняющійся только тогда, если принять въ соображеніе обычную русскую неаккуратность. На нее, на небрежное обращеніе, отсутствіе контроля за исправностью домашнихъ водопроводовъ и вообще неэкономическое пользованіе водою указываетъ еще одно обстоятельство. Снабжаемая нашимъ водопроводомъ часть города имѣетъ никакъ не больше 600.000 душъ населенія. Мы доставляемъ ежедневно 12—13 милліоновъ ведеръ, т. е. болѣе чѣмъ 20 ведеръ на жителя, считая на все потребности. Эта норма въ Лондонѣ 12, а въ Парижѣ 17 ведеръ, по послѣднимъ свѣдѣніямъ. Въ промышленномъ отношеніи и въ отношеніи различныхъ усовершенство-

ваній комфорта, потребляющихъ воду, Петербургъ нельзя и сравнивать съ этими городами, а между тѣмъ средняя норма на 1 его жителя выходитъ значительно больше.

Къ субботѣ я парочно присоединилъ воскресенье, чтобы показать характеръ потребления воды въ зависимости отъ бань и другихъ потребностей рабочаго дня. Вы видите, что въ воскресенье кривая во всѣхъ своихъ точкахъ идетъ ниже субботы *), но характерные ея пункты почти одни и тѣже. Замѣчательно, что минимальный почной расходъ одинъ и тотъ же, что въ субботу, то и въ воскресенье и равняется 180.000 куб. ф. въ часъ.

Вы изволите видѣть по этимъ даннымъ, что наши механическія водоподъемныя средства, въ виду отсутствія большого запаснаго резервуара **), должны быть разчитаны не по среднему расходу, а по максимальному, т. е. должны удовлетворять спросу на воду въ часъ наибольшаго потребления. Мало того, мы не можемъ довольствоваться наличностью своихъ механическихъ средствъ, что называется, въ обрѣзъ: возможны, и случаются перѣдко разстройства одной или даже за одинъ разъ двухъ машинъ. Поэтому мы должны имѣть во всякое время порядочный запасъ силъ. Вотъ почему, хотя существующій максимальный расходъ съ избыткомъ покрывается 11—12 нашихъ машинъ, мы имѣемъ въ запасѣ еще 3—4, а свойство нашего водопровода непрерывно развиваться побуждаетъ подумать о новомъ приращеніи силъ.

Позволяемъ себѣ здѣсь сдѣлать выписку годичнаго потребления воды въ куб. футахъ ***) съ начала дѣйствія водопровода по настоящее время.

Годъ.	Куб. футы.
1864	71.506.154
1865	92.079.777
1866	136.600.375
1867	173.012.729
1868	220.098.007
1869	236.094.642

*) Горизонтальныя линіи показываютъ средній суточный расходъ воды.

**) Въ нашемъ багт, находящемся на башнѣ, вмѣщается только 70.000 ведеръ, т. е. $\frac{1}{170}$ всего суточнаго расхода или такое количество воды, которое достаточно, налить запасъ, лишь на 10 минутъ.

***) Чтобы перевести въ ведра, слѣдуетъ умножить приведенныя цифры на 2,3.

Годъ.	Куб. футы.
1870	275.890.594
1871	346.707.842
1872	361.578.916
1873	368.841.565
1874	370.029.780
1875	401.508.352
1876	427.607.269
1877	478.473.322
1878	578.340.940
1879	683.288.020
1880	794.527.025
1881	882.820.325
1882	1.002.551.880
1883	1.137.842.205
1884	1.174.900.925
1885	1.256.796.565
1886	1.314.430.260
1887	1.330.634.085
1888	1.412.150.455
1889	1.556.114.220
1890	1.707.078.600
1891	1.827.352.895
1892	1.932.970.815

За первыя семь лѣтъ расходъ воды увеличился въ четыре раза, довѣріе къ водопроводу прочно установилось и явилась надобность расширить съѣтъ и поставить двѣ новыя сильныя машины съ устройствомъ для нихъ новаго помѣщенія.

Хотя это время не особенно далеко ушло отъ насъ, но съ тѣхъ поръ паровая водоподъемная механика сдѣлала огромные шаги впередъ. Не входя въ подробности положенія этого дѣла въ шестидесятыхъ годахъ, скажемъ только, что водоподъемныя машины строились тогда громоздкія, прочныя и медленно ходяція, а въ отношеніи давленія пара не переходили 3—4 атмосферъ.

Согласно этой практикѣ, и для нашей станціи была выбрана система въ высшей степени солидныхъ машинъ, съ медленнымъ движеніемъ и съ рабочимъ давленіемъ пара въ котлахъ всего только 40 ф. на кв. д.

На чертежѣ (листъ 3) показанъ боковой видъ одной изъ пары этихъ машинъ, поставленныхъ фирмой *Дюрансъ въ Лондонъ*. Онѣ горизонтальнаго маховичнаго типа и походятъ на обыкновенную фабричную машину съ тою разницею, что паровой штокъ расположенъ въ обратную сторону. Паровой цилиндръ машины безъ рубашки имѣетъ діаметръ 40", насосъ—21" и общій ходъ 7'. Поршни того и другого расположены на противоположныхъ концахъ общаго штока. Поршень насоса съ пенъковой набивкой, а насосный цилиндръ внутри имѣетъ мѣдную обшивку*). Водяные клапаны, въ числѣ четырехъ, солидные, изъ пущечной бронзы, находятся по два съ каждаго конца насоса. Вода подходитъ къ насосу по 18" чугунной трубѣ, на которой въ недавнее время поставленъ желѣзный воздушный колпакъ. Онъ много поспособствовалъ къ улучшенію работы машины, и чтобы понять это, надо принять во вниманіе, что поршень насоса, несмотря на сравнительно медленный ходъ машины (13—14 оборотовъ въ минуту), имѣетъ линейную скорость свыше 180' въ минуту, между тѣмъ какъ практикой указывается средняя скорость поршней въ насосахъ не свыше 100—150'. При указанной скорости поршня, скорость движенія воды въ подводящей трубѣ будетъ свыше 300' въ минуту или 5' въ секунду, а въ стѣсненныхъ клапанныхъ проходахъ и того больше. Вотъ почему весьма трудно было заставить машину работать со скоростью больше 13 оборотовъ въ минуту. Какъ только скорость ея переходила этотъ предѣлъ, вода во всасывающихъ трубахъ не успѣвала слѣдовать за поршнемъ, получался разрывъ струи и при обратномъ ходѣ поршня, который не встрѣчалъ должнаго сопротивленія, скорость машины еще болѣе усиливалась, и въ концѣ концовъ получался весьма сильный ударъ въ клапанахъ. Постановка воздушнаго колпака, вмѣщающаго въ себѣ часть движущейся по направленію къ насосу воды при минимальной скорости поршня въ мертвыхъ его точкахъ и отдающаго ее въ моментъ максимальной скорости, значительно вліяетъ на подачу надлежащаго количества воды въ насосъ при усиленной скорости машины.

Вода выгоняется изъ насоса чрезъ напорные клапаны и идетъ сначала по вертикальной трубѣ, переходящей затѣмъ въ горизонтальную

*) Что особенно важно для невиской воды, обладающей сильными окислительными свойствами. Чугунные трубы и цилиндры ржавѣютъ отъ нея чрезвычайно быстро.

и соединяющейся, чрезъ посредство большого чугунаго 7' въ діаметрѣ воздушнаго колпака, съ трубой, идущей отъ другой машины. Послѣ воздушнаго колпака вода направляется въ башню по 30" подземной трубѣ, гдѣ послѣдняя соединяется съ трубами, идущими отъ старыхъ машинъ *).

Парораспределение въ этой машинѣ мейеровское, которое приводится въ движеніе отъ эксцентриковъ, сидящихъ на валу, а измѣненіе отсѣчки производится чрезъ посредство коническихъ зубчатокъ отъ небольшого ручнаго колеса. Весьма просто и удобно устроено въ машинахъ приспособленіе для движенія паромъ въ ручную. Съ этою цѣлью распределительный золотникъ разобщается отъ его эксцентриковой тяги помощью рычага, и ему сообщается движеніе въ ту или другую сторону интэрваломъ при помощи шестерни и зубчатаго сектора. Машинѣ такимъ образомъ можно дать любое движеніе передняго или задняго хода. Это имѣетъ большое значеніе во всякомъ большомъ насосѣ, гдѣ пускъ его въ ходъ, пока онъ, какъ говорятъ, не „забралъ“, составляетъ критическій моментъ. Поэтому весьма важно имѣть приспособленіе для сообщенія машинѣ нѣсколькихъ оборотовъ въ ручную, пока изъ насоса, клапановъ и проч. не выгнанъ воздухъ и они не наполнятся водою, а паровой цилиндръ между тѣмъ будетъ достаточно прогрѣтъ и опорожненъ отъ конденсаціонной воды. Паръ подводится къ машинамъ по 11" трубѣ, уложенной подъ поломъ зданія. Рядомъ съ вертикальной вѣтвью ея идетъ труба для подвода воды „инжекціей“ въ холодильникъ, а правѣе — напорная для той же цѣли. По выходѣ изъ цилиндра, паръ направляется въ холодильникъ, проходя по пути чрезъ подогреватель питательной воды (видный на чертежѣ за цилиндромъ). Горячій насосъ (или, какъ чаще говорятъ, воздушный насосъ отъ англ. air pump) и питательный расположены параллельно паровому цилиндру и приводятся въ движеніе отъ особаго кривошипа, сидящаго на валу за маховикомъ. Послѣдній 24' въ діаметрѣ и вѣсомъ около 1.000 пудовъ, весьма сильный, дающій возможность правильнаго хода машины при весьма большомъ расширеніи пара (отсѣчка обыкновенно на $\frac{2}{7}$ хода).

*) Въ 1877 году къ этой трубѣ при самомъ поворотѣ въ башню присоединена 30" труба отъ машинъ, установленныхъ въ томъ же году.

Машины эти доставляютъ при 14 оборотахъ въ минуту 31 куб. футъ въ одинъ оборотъ или 7 к. ф. въ секунду каждая.

Отъ такихъ громоздкихъ и медленно ходящихъ машинъ и притомъ съ низкимъ рабочимъ давленіемъ пара, хотя и съ большимъ расширеніемъ, трудно требовать большой экономіи топлива: онѣ потребляютъ 5—6 ф. угля на 1 индикаторную силу въ часъ, развивал до 150 индикаторныхъ лошадиныхъ силъ. Продуктивность въ отношеніи топлива 35.000.000 фун.-фут. на 100 ф. угля.

Прежде чѣмъ перейти къ другимъ машинамъ, я прошу обратить еще разъ вниманіе на общіе размѣры машины въ виду предстоящаго сравненія ея съ новѣйшими: 40" паровой цилиндръ, чрезвычайно солидное чугунное основаніе, состоящее по длинѣ изъ двухъ отливокъ, длинные тяжелые шатуны, кривошипъ, валъ 15" въ діаметръ, огромный маховикъ—все это стоитъ денегъ, требуетъ большихъ помѣщеній и прочныхъ фундаментовъ. Хотя въ другихъ отношеніяхъ солидность частей машины дѣлаетъ ее въ высшей степени благонадежной, требующей очень мало ремонта, а при солидности простота конструкціи сообщаетъ ей устойчивость въ работѣ и легкій уходъ. Изъ всѣхъ нашихъ машинъ, числомъ 20, эти двѣ наиболѣе, такъ сказать, прирученныя. Мы не затрудняемся оставлять ихъ иногда на попеченіе неопытнаго смазчика или даже мальчика, если только имъ показать, какъ, при замѣтномъ увеличеніи или уменьшеніи скорости машины, установить надлежащій ходъ легкимъ поворотомъ отсѣчнаго колеса въ ту или другую сторону. Недостатки этихъ машинъ зависятъ не столько отъ системы, сколько отъ тяжелыхъ пропорцій въ соединеніи съ малымъ давленіемъ пара. Машины эти чрезвычайно выиграли бы, если бы при повышенномъ давленіи пара сдѣлать ихъ compound-tandem, т. е. цилиндры расположить по одной линіи, а вмѣстѣ съ тѣмъ, при увеличеніи діаметра всасывающихъ и напорныхъ трубъ, увеличить и скорость хода.

Въ 1877 году сдѣлано много для усиленія водоснабженія. Давленіе въ сѣти увеличено чрезъ паровое таранное бака до 28' и уничтоженіе нижняго, послѣ чего напоръ начали держать почти одинаковымъ днемъ и ночью. Верхній бакъ паровень такимъ образомъ, что весь нижній,

исключая днища, перенесенъ на верхъ. Кстати здѣсь остановиться нѣсколько на устройствѣ бака. Весь онъ составленъ изъ желѣзныхъ котельныхъ листовъ $\frac{3}{8}$ " толщины и, вслѣдствіе того что въ центрѣ башни идетъ дымовая труба отъ котловъ, находящихся у основанія ея, а съ южной стороны устроена каменная лѣстница, ограниченная съ боковъ стѣнами, направленными по радіусамъ башни, бакъ весь въ планѣ имѣетъ видъ подковы, занимая всю свободную внутренность башни, исключая проходовъ вокругъ него. Площадь дна имѣетъ около 1.000 кв. фут. и весь бакъ четырьмя перегородками, идущими отъ дна до верху, раздѣленъ на пять отдѣленій, сообщающихся чрезъ отверстія въ нижней части, закрываемыя задвижками. Въ случаѣ надобности очистки или ремонта въ одномъ изъ отдѣленій, оно разобщается съ сосѣдними и все содержимое его спускается чрезъ особый клапанъ въ сточную трубу. Обѣ вертикальныя 30" трубы, сообщающія машины съ бакомъ, развѣтвляются на верху и вѣтви ихъ входятъ въ бакъ чрезъ короткія боковыя стѣнки его. Въ бакѣ вода можетъ доходить до 27' высоты, а при дальнѣйшемъ повышеніи изливается въ 12" предохранительную трубу. Бакъ весь поκειται на уложенныхъ по радіусамъ прочныхъ желѣзныхъ балкахъ, усиленныхъ въ 1877 году еще раскосными фермами. Слѣдуетъ еще прибавить, что, разобщая трубы отъ бака, имѣется возможность гнать всю воду прямо въ городъ и усиливать напоръ до желаемаго предѣла, неограниченнаго высотой башни. Что же касается наблюденія за положеніемъ уровня воды въ бакѣ, то для сего имѣются соответствующіе указатели, съ показаніемъ которыхъ и согласуется работа машинъ во всякій моментъ дня и ночи.

Вмѣстѣ съ указанными работами по переустройству бака силы центральной станціи пополнены тремя новыми машинами съ 7 пар. котлами. Машины эти съ котлами поставлены извѣстной фирмой *Кокериль съ. Бельгій* (листъ 4). Онѣ горизонтальныя compound съ паровыми цилиндрами, расположенными рядомъ. Высокаго давленія имѣетъ въ діаметрѣ 62 сантиметра, низкаго—106 с., насосъ—60 с. и общій ходъ 120 с. Паровые цилиндры съ рубашками и притомъ такъ, что свѣжій паръ до впуска въ цилиндръ обходитъ и обогрѣваетъ оба цилиндра. Горячій и питательный насосы расположены параллельно главному насосу. Въ конструкціи и исполненіи этихъ машинъ соединены двѣ крайности:

съ одной стороны при проектированіи различныхъ деталей и даже общаго расположенія потрачена масса остроумія, съ другой—по всему чертежу прошла опытная рука, приложившая стараніе къ удешевленію машинъ во чтобы то ни стало. При параллельномъ расположеніи паровыхъ цилиндровъ конструкторы не воспользовались обычнымъ приемомъ передачи работы каждаго поршня на особое коленно кривошипа, чтобы придать машинѣ равномерный ходъ, а вмѣсто того работа поршней чрезъ два параллельные и во все моменты хода занимающіе тождественное положеніе штока передана на общую неуклюжую поперечину, служащую посредникомъ въ передачѣ работы на насосы. Этой поперечинѣ приданы солидные размѣры и она, обладая большой инерціей, ползаетъ взадъ и впередъ по параллелямъ. На концахъ своихъ она имѣетъ цапфы, на которыя надѣты головки шатуновъ, сообщающихъ движеніе двумъ маховикамъ. Поперечина, будучи желѣзной, весьма прочна, но такъ какъ движущія усилія обоихъ паровыхъ поршней ломаютъ ее около точки приложенія наибольшаго сопротивленія, т. е. главнаго насоснаго штока и притомъ въ постоянно измѣняющемся направленіи, то въ концѣ концовъ они, повторенныя множество разъ, ведутъ къ излому поперечины, несмотря на приданные ей заводомъ прочные размѣры.

Другое нарушеніе конструктивныхъ правилъ сдѣлано въ исключеніи кривошиповъ и постановкѣ соответствующихъ имъ цапфъ прямо на розеткахъ маховиковъ *). При каждой мертвой точкѣ толчекъ, получаемый отъ шатуна и направленный эксцентрично плоскости маховика, заставляетъ послѣдній выходить изъ нея (косить). Вслѣдствіе повторныхъ толчковъ и такихъ перекаливаній, маховикъ разшатывается, а сшцы его одна за другою ломаются въ розеткѣ, причемъ, какъ и можно было предугадать, ломаются тѣ, которыя въ моментъ толчка находятся близъ горизонтальнаго направленія, а стоящія въ этотъ моментъ въ вертикальномъ положеніи, т. е. по оси изгиба, остаются цѣлы.

Главный насосъ имѣетъ поршни съ набивкой въ видѣ чугунныхъ колецъ на подобіе паровыхъ. Если для послѣднихъ чугунъ примѣняется съ успѣхомъ, то для водяныхъ насосовъ, въ которые попадаетъ песокъ и чугунъ ржавѣетъ, употребленіе чугунныхъ набивочныхъ колецъ ни съ чѣмъ несообразно.

*) Каждая машина имѣетъ по два легкихъ маховика.

Насосные, клапаны по 12 шт. въ каждой камерѣ—шарнирные, желѣзные съ кожанной подкладкой. Что кожа размокаетъ и скоро изнашивается—это еще не бѣда, такъ какъ клапанъ легко замѣнить новымъ, по желаніе удешевить машину повело къ исключенію всякихъ съемныхъ сѣделъ для клапановъ, которые можно было бы смѣнять въ случаѣ изнашивания; вмѣсто этого клапаны въ этихъ машинахъ прямо ложатся на чугунный корпусъ насоснаго цилиндра и мѣста соприкосновенія клапановъ съ нимъ весьма скоро и неправильно избиваются, такъ что послѣ нѣкотораго времени работы новые клапаны невозможно пригнать къ мѣсту.

Во всѣхъ другихъ частяхъ машины есть еще много конструктивныхъ несообразностей. Но я долженъ отдать справедливость конструкторамъ фирмы Кокериль, что тамъ, гдѣ они дѣйствительно отнеслись серьезно къ дѣлу, спроектированныя ими детали поражаютъ своимъ остроуміемъ. Напримѣръ, парораспределение при крайней простотѣ отличается оригинальностью, а въ особенности, что заслуживаетъ вниманія, это удобное расположеніе и компактность всѣхъ приборовъ, необходимыхъ для наблюденія и управленія машиной: они все скомбинированы у передняго конца машины и находятся подъ рукой машиниста.

Вода всасывается изъ колодца, проходитъ попеременно чрезъ приемные клапаны и выгоняется чрезъ напорные въ общую камеру, окружающую насосный стаканъ, а изъ нея поступаетъ въ напорную трубу, надъ которой установленъ высокій воздушный колапсъ. Все вѣтви отъ трехъ машинъ сходятся въ общую 30" трубу, которая, по выходѣ изъ здавія, развѣтвляется: правая вѣтвь пересѣкаетъ во дворѣ старую магистраль 1860 года, а лѣвая идетъ на соединеніе съ магистралью 1871 года у входа ея въ банію.

Машины эти развиваютъ до 150 индикаторныхъ лошадиныхъ силъ каждая; дѣлаютъ 20 оборотовъ въ минуту и доставляютъ 22 куб. ф. воды въ одинъ оборотъ или $6\frac{1}{2}$ куб. ф. въ секунду. Рабочее давленіе пара 75 фунтовъ на кв. дюймъ, и такъ какъ сами машины compound, то и продуктивность ихъ нѣсколько больше по сравненію со старыми машинами, а именно 60.000.000 фунто-футовъ на 100 ф. угля и расходуютъ онѣ 3,5 фунта угля на 1 индикаторную силу въ часъ.

Паровые котлы при этихъ машинахъ горизонтальные цилиндриче-

скіе, числомъ 7, съ однимъ подогревателемъ и съ наружной топкой. Въ работѣ находится постоянно 4 котла на 3 машины *). Поверхность нагрева каждого котла 50 кв. метровъ или 538 кв. футъ. Площадь колосниковой рѣшетки 32 кв. фута.

Перехожу теперь къ слѣдующимъ машинамъ. По діаграммѣ развитія расхода воды вы изволите видѣть, что съ 1877 года онъ началъ возрастать чрезвычайно быстро, на 15⁰/₀—20⁰/₀ въ годъ, такъ что чрезъ 4 года уже потребовались новыя машины.

Въ концѣ семидесятыхъ и началѣ восьмидесятыхъ годовъ съ легкой руки Вортингтона американцы сильно спекулировали своими машинами: за Вортингтономъ Блэкъ, Динъ, Кноульсъ и др. суть имена, извѣстныя всѣмъ, кто сколько-нибудь имѣлъ дѣло тогда съ водоподъемными машинами. Появились машины легкія, быстроходныя, дешевыя и, по завѣренію фабрикантовъ, весьма экономическія.

Ничего нѣтъ удивительнаго, что и у насъ выбрана была система *Блэка изъ Нью-Йорка*, и въ 1881—82 гг. поставлены три его паровые насоса (листъ 5).

Неуступающія по производительности ни одной изъ предыдущихъ машинъ, легкія, безъ маховиковъ, онѣ установлены на самыхъ легкихъ фундаментахъ.

Онѣ устроены въ общемъ по прототипу вортингтоновскихъ насосовъ, т. е. двоянные (duplex) и состоятъ каждая изъ двухъ тождественныхъ половинъ какъ въ паровой, такъ и въ водяной частяхъ при одномъ холодильникѣ. Машины эти не только duplex, но и compound, т. е. каждая половина имѣетъ два паровые цилиндра: высокаго давленія діаметромъ—18", и низкаго—33³/₈", расположенные по одной оси. Свѣжій паръ поступаетъ сначала въ малый цилиндръ, и работаетъ полнымъ давленіемъ на всемъ ходу, а затѣмъ переходитъ, расширяясь, въ большой, а оттуда въ холодильникъ. Штокъ поршня высокаго давленія идетъ по оси, а 2 штока низкаго давленія съ боковъ высокаго и соединяются въ одной чугунной складной поперечинѣ. За поперечиной по оси идетъ штокъ насоса, несущій на своемъ свободномъ концѣ глад-

*) Кроме того на:ъ беретъ паровая машина электрической станціи.

кій, цилиндрическій и пустотѣлый чугунный поршень діаметромъ 20", который ходитъ въ мѣдной втулкѣ, на внутренней поверхности которой выточены углубленія или борозды, замѣняющія собою всякую набивку. Дѣло въ томъ, что по опыту американскихъ строителей, въ случаѣ образованія зазора между поршнемъ и его втулкой, вода, устремляясь съ одного конца насоса въ другой и встрѣчая указанныя борозды, представляющія значительное сопротивленіе ея движенію, теряется въ очень ограниченномъ количествѣ. Общій ходъ поршня 24¹/₂". Поршневая мѣдная втулка своими закраинами или среднимъ фланцемъ разгораживаетъ насосный ящикъ по длинѣ пополамъ и на обоихъ концахъ его находится по 30 штукъ резиновыхъ клапановъ какъ всасывающихъ, такъ и напорныхъ. Клапаны сидятъ на мѣдныхъ вставныхъ сѣдлахъ и нагружены чугунными кружками, упирающимися при подъемѣ въ резиновыя шайбы. Такимъ образомъ во всемъ насосѣ (двухъ половинахъ) имѣется 240 клапановъ.

Вортингтонъ началъ первый ставить такую массу клапановъ въ своихъ насосахъ взамѣнъ прежнихъ одиночныхъ. Хотя невольно является предположеніе, что при такой ихъ массѣ машина должна часто приходить въ разстройство, однако на дѣлѣ это подтверждается только отчасти, такъ какъ каждое такое разстройство никогда не можетъ дать такіа послѣдствія или повести къ немедленной остановкѣ машины, какъ у машинъ съ большими ординарными клапанами.

Но вортингтоновскіе клапаны имѣютъ несомнѣнное преимущество въ отношеніи легкости исправленія и замѣны испорченнаго клапана новымъ. Кромѣ всего другого, на введеніе мелкихъ клапановъ имѣло вліяніе развитіе резинового производства, которое даетъ возможность быстро и легко заготовить, а также имѣть въ запасѣ резиновые клапаны, изготовленные по одному шаблону и легко пригоняемые къ мѣсту. Клапаны въ нашихъ насосахъ расположены на двухъ плоскостяхъ—ниже и выше насоснаго поршня. Вода всасывается каждой половиной по своей 16" трубѣ и выгоняется сначала въ общую напорную коробку, а затѣмъ по 18" вертикальной общей вѣтви въ подземную 30" магистраль, идущую прямо въ городъ и соединенную на дворѣ 12" отрезкомъ со старыми трубами, а чрезъ нихъ и съ бакомъ.

Каждая машина даетъ $16\frac{1}{2}$ куб. футъ воды въ одинъ оборотъ или $7\frac{1}{2}$ к. ф. въ секунду, при 30 оборотахъ въ минуту.

Объ половины каждой машины связаны механизмъ, приводящимъ въ движеніе золотники, а именно: одна половина посредствомъ рычага, сдѣланнаго съ цапфой, сидящей на ея поршневой поперечинѣ и валика передвигаетъ золотники другой и наоборотъ. При этомъ работа происходитъ слѣдующимъ образомъ: при впускѣ пара въ паровой цилиндръ высокаго давленія одной изъ половинокъ, поршень ея начинаетъ двигаться, и вмѣстѣ съ нимъ чрезъ упомянутый золотниковый приводъ *) передвигаются золотники (сидящіе на общей тягѣ) другой половины. Какъ только паровыя окна этой послѣдней достаточно откроются для впуска полнаго давленія пара, поршни ея начинаютъ двигаться также, и въ свою очередь тѣмъ же путемъ передвигаются золотники первой половины для обратнаго ея хода. Первая половина, идя въ обратную сторону, передвигаетъ золотникъ второй въ сторону, обратную первоначальной. При такихъ перемѣнныхъ манипуляціяхъ, каждая половина, дойдя до мертвой точки, имѣетъ паузу, пока другая половина, совершая свой ходъ, не передвинетъ ея золотники въ достаточной степени для обратнаго хода. Американскіе строители насосовъ и первый—Вортингтонъ придаютъ особое значеніе этимъ паузамъ, при коихъ клапаны каждой стороны насоса—съ одной всасывающіе, а съ другой напорные, успѣваютъ закрыться, прежде чѣмъ поршень получитъ обратный ходъ и такимъ образомъ предупреждается обратная утечка воды **).

Золотники у машинъ ничѣмъ особымъ не отличаются отъ обыкновенныхъ, хотя впрочемъ золотникъ высокаго давленія, съ цѣлью уравниванія, сдѣланъ цилиндрическимъ и ходитъ въ такой же мѣдной втулкѣ.

Паръ, по выходѣ изъ цилиндровъ низкаго давленія, направляется въ отдѣльно поставленный холодильникъ, подогревая по пути (проходя по цилиндрическому барабану съ мѣднымъ змѣевикомъ внутри его)

*) Съ небольшимъ опозданіемъ, такъ какъ въ механизмѣ есть небольшой мертвый ходъ.

**) Въ послѣднее время съ тою же цѣлю въ маховичныхъ машинахъ принято приспособленіе Ридлера, составляющее довольно сложный механическій приборъ для насильно ускореннаго, такъ сказать, закрыванія клапановъ.

питательную воду. Продукты охлажденія, т. е. теплая вода выкачивается насосомъ, имѣющимъ свой самостоятельный паровой двигатель, т. е. паровой цилиндръ съ поршнемъ и золотниками. Собственно говоря, здѣсь и начинается система Блэка, такъ какъ главный насосъ съ его паровой частью только составляетъ нѣкоторое видоизмѣненіе системы Вортингтона и ничего самостоятельнаго не представляетъ. Горячій же насосъ, а также питательный представляютъ механизмы системы Блэка, въ которой нѣтъ сдвиганія, а паровой золотникъ (простой коробчатый, недопускающій расширенія) приводится въ движеніе особымъ автоматическимъ паровымъ механизмомъ, расположеннымъ надъ золотниковой коробкой *).

Машины, установленныя фирмой Блэкъ—легкія выполненныя аккуратно по американскому, заслуживающему подражанія правилу—дѣлать всѣ части легко замѣняемыми, по номерамъ и шаблонамъ.

Къ сожалѣнію, вслѣдствіе разрозненности всей машины (отдѣльные горячіе и питательные насосы), массы второстепенныхъ паровыхъ трубъ (и чрезъ это потеря теплоты), а также недостаточно экономическаго расширенія, онѣ не даютъ той экономіи топлива, какой можно было бы отъ нихъ ожидать, вслѣдствіе ихъ легкости и отсутствія многихъ трущихся частей: онѣ даютъ въ этомъ отношеніи нѣчто среднее между машинами 1871 и 1877 годовъ, а именно 50.000.000 фунто-футовъ на 100 фут. угля и развиваютъ до 175 индикаторныхъ лошадиныхъ силъ.

Къ достоинствамъ этой системы и вообще сдвоенныхъ насосовъ слѣдуетъ отнести то, что толчекъ, сообщаемый отъ насоснаго поршня напорной магистральной разлагается на два и потому равномернѣе совершается движеніе воды, хотя это достигается несравненно лучше въ сдвоенныхъ *маховичныхъ* машинахъ, чѣмъ въ машинахъ американской системы.

Паровые котлы при этихъ машинахъ, числомъ 5, поставлены С.-Петербургскимъ Металлическимъ заводомъ. Они комбинированной системы, т. е. двухъэтажные: нижній котелъ $6\frac{1}{2}' \times 14'$ съ двумя внутренними топками и жаровыми трубами 28" въ діаметръ, имѣющими по 4 пе-

*) Подробности относительно системы Блэка см. мое сообщеніе въ Запискахъ И. Р. Техническаго Общества 1888 года №№ 8 и 10.

рекрестныхъ галловеевскихъ патрубковъ, а верхній, соединенный съ нижнимъ двумя патрубками, трубчатый, съ 54 дымогарными трубками $3\frac{1}{2}''$ въ діаметръ, длиною 9' 9". Поверхность нагрѣва котловъ 1.100□ фут. каждаго. Какъ я сказалъ уже, тонки находятся внутри нижняго корпуса и газы, пройдя жаровыя трубы, поднимаются вверхъ, проникаютъ дымогарныя трубы, омываютъ съ боковъ сначала верхній корпусъ, затѣмъ нижній и подъ нижнимъ корпусомъ уходятъ въ дымовую трубу. Къ достоинствамъ этихъ котловъ надо отнести занимаемое ими небольшое мѣсто, а къ недостаткамъ, и притомъ крупнымъ:—небольшой діаметръ топокъ, гдѣ мѣсто слишкомъ мало для надлежащаго горѣнія и развитія жара, и дымогарныя трубы весьма скоро засоряются сажей, которую, вслѣдствіе непрерывной работы котловъ, приходится чистить на ходу, что, кромѣ неудобства въ отношеніи образованія въ котельной пыли и грязи, весьма вредно въ смыслѣ охлажденія котла и потери тепла, а съ нимъ вмѣстѣ и топлива. При обычной работѣ четыре котла достаточны для двухъ машинъ (но иногда работаютъ и три) и среднее количество угля, сжигаемаго подъ ними, 280 пуд. на каждый котелъ въ сутки.

Хотя, предлагая вашему вниманію мое сегодняшнее сообщеніе, я имѣлъ въ виду познакомить васъ лишь съ тѣми водоподъемными средствами центральной станціи, которыя непосредственно служатъ для подачи воды въ городъ, и потому описаніе паровыхъ насосовъ, поднимающихъ воду изъ Невы на фильтры, не входитъ въ мою программу, но тѣмъ не менѣе, желая быть послѣдовательнымъ въ изложеніи развитія станціи и въ виду представляемаго этими насосами интереса, я позволю себѣ сообщить о нихъ нѣсколько данныхъ.

При устройствѣ центральнаго фильтра, вслѣдствіе невозможности опустить его настолько, чтобы вода могла притекать къ нему самотекомъ изъ Невы, пришлось поставить особыя машины для налива воды на него. Такъ какъ высота подъема была всего 15—17', то явилось прежде всего предложеніе поставить для сей цѣли центробѣжныя насосы, наиболѣе примѣняемые для подъема большихъ массъ воды на небольшую высоту. Но соображеніе относительно потребленія топлива, которое центробѣжныя насосы расходуютъ неэкономно, и опасеніе относи-

тельно благонадежности и постоянства работы ихъ заставило предпочесть насосы поршневые и, по причинамъ, выяснившимся изъ предыдущаго, а именно: легкости, компактности и простоты, отдано предпочтеніе насосамъ Вортингтона, которые и поставлены лондонской фирмой J. Simpson и С^о въ числѣ пяти штукъ.

При постановкѣ этихъ насосовъ имѣлась въ виду задача поднимать до 15 милліоновъ ведеръ воды въ сутки на вышеуказанную высоту 15—17'. Въ обыкновенное время требуется только 12—13 милліоновъ, которые распредѣляются въ большей своей части на день и меньшей на ночь, и потому рѣшено было поставить 5 насосовъ, производительностью 3 милліона ведеръ воды въ сутки каждый съ такимъ расчетомъ, чтобы днемъ работали 4, а ночью 3 насоса и 1 былъ всегда въ запасѣ. Въ настоящее время такъ и дѣлается: днемъ, когда фильтръ долженъ очищать большее количество воды, работаютъ 4 насоса, подавая до 75 куб. ф. или 172 ведра въ секунду, ночью же одинъ насосъ останавливается. Подъ насосы вода притекаетъ самотекомъ въ каналъ *), надъ которымъ они стоятъ; изъ канала всасывается трубами въ 32" въ діаметрѣ, опущенными отъ каждого насоса, и выгоняется по 24" вѣтвямъ въ 36" магистраль, идущую двумя линіями въ сѣточное зданіе.

Машины эти системы duplex-compound и, стало быть, какъ въ паровой, такъ и водяной частяхъ состоятъ изъ двухъ половинокъ или двухъ цилиндровъ высокаго давленія, двухъ низкаго, двухъ холодныхъ и двухъ горячихъ насосовъ. Діаметръ цилиндра высокаго давленія 11 1/2", низкаго 19", насоснаго поршня 29" и общій ходъ 24". Обѣ половины насоса соединены въ общей оболочкѣ съ продольнымъ раздѣленіемъ отъ плоскости всасывающихъ до плоскости напорныхъ клапановъ. Послѣдніе резиновые по 5" въ діаметрѣ и числомъ 12 въ каждой камерѣ. Водяные поршни и ихъ набивка по типу Вортингтона, т. е. первые чугунные гладкіе цилиндры, а послѣднія въ видѣ мѣдныхъ втулокъ. Горячіе насосы расположены по одной оси со всѣми цилиндрами. Питательные насосы, составляютъ отдѣльную принадлеж-

*) У самыхъ насосовъ стоятъ рѣдкія сѣтки для задержки крупныхъ предметовъ приносимыхъ водой.

ность. Ихъ пять штукъ, сист. Вортингтона, небольшого размѣра и изготовлены заводомъ Г. Листа въ Москвѣ.

Паровые котлы (четыре штуки) суть цилиндрическіе съ тремя подогревателями, расположенными непосредственно надъ топкой. Газы идутъ сначала подъ подогревателями, возвращаются назадъ чрезъ внутреннюю трубу въ главный корпусъ и засямъ охватываютъ этотъ послѣдній съ боковъ.

Устройство центральныхъ фильтровъ, казалось, должно было сократить потребление воды въ городѣ, заставивъ обращаться съ нею бережно тамъ, гдѣ прежде не фильтрованная вода разливалась въ неограниченномъ количествѣ, напр., на поливку улицъ, ватерклозеты и т. п. Къ сожалѣнію, не было принято съ этою цѣлью никакихъ мѣръ и фильтрованной водой стали пользоваться, пожалуй, еще болѣе роскошно, чѣмъ простой невской.

Поэтому, на другой годъ послѣ открытія фильтровъ, мы уже строимъ зданіе для машинъ высокаго давленія и ставимъ таковыхъ три.

При постановкѣ водоподъемныхъ машинъ, едва ли не больше, чѣмъ бакихъ либо другихъ механизмовъ, приходится считаться съ двумя факторами: стоимостью первоначальнаго устройства и экономичностью ихъ послѣдующаго дѣйствія.

При нѣкоторыхъ изъ городскихъ водопроводовъ Западной Европы, въ Лондонѣ, Берлинѣ и др. поставлены въ высокой степени экономическія по работѣ машины, но за то стоившія огромныхъ денегъ. Англійскія фирмы, напр.: *Simpson & Co*, *Hathorn*, *Davey & Co*, *Easton and Anderson* и другія, въ своихъ водоподъемныхъ машинахъ ставили экономію въ топливѣ всегда на первомъ планѣ и построили много превосходныхъ водоподъемныхъ машинъ, преимущественно вертикальнаго типа съ коромысломъ. Ихъ продуктивность (duty) превосходитъ 100.000 фунт.-фут. на 100 фун. угля. Въ 1870 годахъ на Европейскомъ рынкѣ появляются американцы: Вортингтонъ, Блэкъ и др.; своими дешевыми машинами они сбили цѣну и успѣшно конкурировали съ англичанами. Одно, что еще заставляло отказываться отъ американскихъ

машинъ, это ихъ сравнительно низкая продуктивность; и тамъ, гдѣ не затруднялись вложить десятковъ тысячъ рублей на первоначальное устройство съ тѣмъ, чтобы наверстать его экономіею топлива въ будущемъ, тамъ англичанамъ отдавали преимущество. Американцы изощряли свое остроуміе въ стремленіи достигнуть той же экономической работы: инженеръ Н. F. Gaskil къ насосу Вортингтона присоединяетъ маховикъ, а преемникъ Henry Worthington'a замѣняетъ его компенсаторами.

Послѣднее нововведеніе, при сохраненіи легкости и сравнительной дешевизны машины, дѣлало ее по экономіи топлива близкой къ лучшимъ маховичнымъ. Англичане не могли оставаться равнодушными къ такому обстоятельству, грозившему окончательной побѣдой американцевъ; и, убѣдившись въ практичности новаго изобрѣтенія, первая по своимъ водоподъемнымъ машинамъ Лондонская фирма Simpson & Co покупаетъ у фирмы Вортингтонъ право строить машины ея системы съ компенсаторами. Компенсаторы, какъ вамъ извѣстно, давали возможность получать въ широкихъ предѣлахъ расширеніе пара въ первомъ цилиндрѣ, т. е. замѣняли собою маховикъ. Но какъ бы ни были просты и легки эти добавочныя части къ машинамъ Вортингтона, отличительной чертой которыхъ была простота, все-таки онѣ значительно усложняли машину, а небольшое разстройство въ системѣ частей компенсатора отражалось невыгодно на работѣ всей машины.

Два-три года тому назадъ въ паровой механикѣ, сперва на морскихъ судахъ, а потомъ и для заводскаго дѣла, появляются машины съ тройнымъ расширеніемъ пара, и давленіе послѣдняго переходитъ за предѣлы 10 атмосферъ.

Практикой было выяснено, что въ то время какъ лучшія одноцилиндровыя машины требуютъ 20 ф. пара на 1 индикаторную силу въ часъ, compound понижаютъ эту норму до 16, а прибавленіе третьяго цилиндра низводитъ ее до 12. Тройное расширеніе пара и эти экономическіе результаты его — вотъ успѣхъ паровой механики послѣдняго времени. Тутъ играетъ роль, конечно, и употребительное нынѣ высокое давленіе пара, которое даетъ большую экономію, будетъ ли машина одно-, дву- или трехцилиндровая, но послѣдняя выгоднѣе первыхъ, вслѣдствіе того что большая пропорція работы совершается въ первомъ цилиндрѣ,

имѣющемъ крайне малый объемъ и сокращающемъ до minimum'a потерю теплоты и конденсацію пара.

Этимъ преимуществомъ машинъ тройного расширенія не могли не воспользоваться англійскіе строители водоподъемныхъ машинъ и фирма Simpson & Co также, которая ввела въ Англіи производство машинъ Вортингтона съ компенсаторами, одна изъ первыхъ примѣнила тройное расширеніе къ насоснымъ машинамъ; и наши три послѣднія водоподъемныя машины служатъ образчикомъ такихъ машинъ.

Въ 1890 году, при выборѣ типа машинъ, къ предпочтенію указанныхъ сейчасъ послужило то обстоятельство, что финансовый расчетъ ихъ первоначальной невысокой цѣны, небольшихъ помѣщеній и фундаментовъ совмѣщался съ ожидаемой экономіей топлива.

Машины, подробное описаніе которыхъ я буду имѣть честь изложить предъ вами, проектировались сейчасъ указанной фирмой Simpson & Co, въ Лондонѣ; двѣ изъ нихъ поставлены той же фирмой, а третья есть копія первыхъ, изготовленная заводомъ *Ф. Санъ-Галли въ С.-Петербургѣ*. Общее расположеніе машинъ осталось тоже, что и въ машинахъ, подающихъ воду на фильтръ, съ тою только разницею, что прибавленъ у каждой половины третій паровой цилиндръ. Впослѣдствіи опытъ показалъ возможность ввести расширеніе пара въ первомъ цилиндрѣ, не прибѣгая ни къ маховику, ни къ компенсаторамъ. Относительные размѣры частей машины слѣдующіе: діаметръ цилиндра высокаго давленія $8\frac{1}{2}''$, промежуточнаго — $13''$ и низкаго — $21\frac{1}{2}''$, насоснаго поршня — $15\frac{1}{4}''$ и общій ходъ — $18''$. По обычной своей практикѣ, фирма Simpson & Co соединила обѣ насосныя половины въ общей оболочкѣ съ внутреннимъ продольнымъ раздѣленіемъ, съ общей подводящей воду трубой и напорной камерой, надъ которой возвышается широкій воздушный колпакъ. Вода подходит къ насосу изъ ближайшаго резервуара по $24''$ трубѣ, на которой установленъ клапанъ, автоматически закрывающійся при остановкѣ машины, что имѣетъ значеніе для наполненія водою всего насоснаго корпуса и всасывающей трубы при пускѣ машины въ ходъ. Дѣйствіе насоса понятно изъ чертежа (листъ 6 и 7): при движеніи поршня, скажемъ, вправо открываются нижніе (всасывающіе) клапаны лѣвой половины и вода поступаетъ въ эту послѣднюю въ количествѣ

равномъ объему, описанному поршнемъ; засимъ при обратномъ ходѣ забранная вода выгоняется въ общую напорную камеру.

Поршень насоса гладкій чугунный, цилиндрическій, ходящій въ мѣдной втулкѣ. Клапаны резиновые, круговые, нагруженные пружинами и сидящіе на мѣдныхъ сѣдлахъ. Слѣдовательно, какъ поршень, такъ и клапаны устроены по первоначальному типу Вортингтона. До сихъ поръ ничего лучшаго по простотѣ и удобству сборки не придумано.

Обращаясь теперь къ паровой части, мы видимъ, что англичане упростили Вортингтоновскую передачу движенія паровымъ золотникамъ. Горизонтальные валики исключены, а рычаги поставлены въ наклонномъ положеніи, крестъ на крестъ, и вращаются на цапфахъ, сидящихъ на чугунныхъ стойкахъ. Эти послѣдніе въ свою очередь укрѣплены въ наклонномъ положеніи на соединительныхъ тягахъ, связывающихъ паровые цилиндры съ насоснымъ корпусомъ. Каждый изъ вышеуказанныхъ рычаговъ получаетъ движеніе отъ противоположнаго штока, на которомъ сидитъ муфта съ серьгой. Рычагъ, получая самъ движеніе въ нижнемъ концѣ, верхнимъ при посредствѣ тяги приводитъ въ движеніе парораспредѣлительные золотники (сразу на всѣхъ трехъ цилиндрахъ) и отсѣчный на переднемъ цилиндрѣ, но при этомъ движеніе совершается такъ, что лѣвый штокъ передвигаетъ распредѣлительные золотники правыхъ цилиндровъ и отсѣчный своего цилиндра, т. е. лѣваго же. Движеніе отсѣчному золотнику передается чрезъ систему рычаговъ и валиковъ, установленныхъ сзади первой паровой коробки. На переднемъ концѣ отсѣчнаго золотниковаго штока сидитъ гайка съ указателемъ пункта отсѣчки; при вращеніи ея измѣняется взаимное положеніе отсѣчныхъ пластинокъ по системѣ Мейера. Между отсѣчными и распредѣлительными золотниками перваго цилиндра установлена неподвижная промежуточная пластинка съ поперечными прорѣзами, служащая къ соображенію хода верхнихъ золотниковъ.

Въ показанномъ на чертежѣ положеніи золотниковъ паръ входитъ по 3" трубѣ въ коробку и чрезъ лѣвый открытый сквозной прорѣзъ (показанный пунктиромъ) нижняго золотника поступаетъ въ лѣвую сторону пароваго цилиндра, двигая его поршень вправо. Нижніе (распредѣлительные) золотники въ разсматриваемый моментъ стоятъ неподвижно (и сообщившій имъ это положеніе штокъ другой половины находится

въ правой мертвой точкѣ), а верхніе отсѣчные, получая, какъ было объяснено выше, движеніе отъ своего же лѣваго штока, идутъ съ нимъ по тому же направленію, т. е. также вправо; и чрезъ нѣсколько мгновеній наступитъ моментъ, когда лѣвый паровой каналъ закроется лѣвой пластинкой. Произойдетъ отсѣчка пара, и на остальной части хода поступившій въ цилиндръ паръ будетъ расширяться, продолжая гнать по тому же направленію паровой поршень, пока послѣдній не достигнетъ своего крайняго праваго положенія. Все это время паръ, нашедшійся за поршнемъ въ правой части цилиндра, переходитъ чрезъ правый каналъ, золотникъ и паровую мѣдную трубу, въ лѣвую сторону средняго цилиндра, сообщая его поршню движеніе также вправо. Сейчасъ сказанное совершается и далѣе: паръ изъ правой половины средняго цилиндра переходитъ въ лѣвую цилиндра низкаго давленія, а изъ правой половины этого послѣдняго въ холодильникъ.

Прошу обратить вниманіе на нѣкоторую подробность средняго цилиндра: въ немъ по два паровыхъ канала съ каждой стороны и золотникъ съ нѣсколько удлиненными закраинами. При данномъ положеніи этого послѣдняго паръ входитъ въ лѣвую половину цилиндра чрезъ крайній лѣвый каналъ, а выходитъ изъ правой половины чрезъ второй отъ праваго конца.

При обратномъ положеніи золотника входъ и выходъ пара будетъ совершаться обратно только что сказанному. Въ послѣдовательномъ движеніи поршня, скажемъ вправо, онъ, приближаясь къ мертвому своему положенію, закроетъ собой второй отъ конца каналъ правой стороны, и оставшійся въ цилиндрѣ паръ, не имѣя выхода (такъ какъ крайній правый каналъ закрытъ золотникомъ) будетъ сжиматься, производя контръ-давленіе на поршень. Это контръ-давленіе возрастетъ настолько, что поршень (или поршни) остановится, не дойдя на очень малую величину до крышки. Чтобы регулировать это контръ-давленіе и оставлять непройденный путь между поршнями и крышками по возможности меньше, т. е. ослаблять контръ-давленіе, въ случаѣ надобности, или сохранять его при наибольшемъ напряженіи, въ стѣнкѣ, разобщающей оба смежные канала, сдѣланъ прорѣзъ и въ немъ поставлена подвижная пробка, которую можно устанавливать при помощи винта и ручного колеска въ желательномъ положеніи. Такимъ образомъ, от-

крывая немного пробку, мы дадимъ выходъ части оставшагося подъ поршнемъ пара и вмѣстѣ съ тѣмъ ослабимъ буферъ, и наоборотъ.

Понятно само собою, что въ каждый моментъ хода машины существуетъ лишь небольшой избытокъ работы пара надъ сопротивленіемъ въ насосѣ и разными вредными сопротивленіями; поѣтому достаточнo въ концѣ хода небольшого увеличенія сопротивленія въ видѣ контръ-давленія или буфера, чтобы остановить поршни. При отсутствіи какихъ либо случайныхъ измѣненій въ работѣ пара или сопротивленій, движеніе машины совершается удивительно правильно. Поршни ходятъ съ значительною скоростію (у нашихъ машинъ она $2\frac{2}{3}$ фута въ секунду), останавливаясь на мгновение, не дойдя до крышекъ на $\frac{1}{16}$ дюйма.

Установка парораспределительныхъ золотниковъ здѣсь обыкновенная вортингтоновская, а именно: когда поршни одной половины находятся въ мертвой точкѣ, золотники другой половины должны вполне открывать паровыя отверстія. Чтобы не было, такъ сказать, перебиванія хода, т. е. чтобы поршни доходили до своихъ мертвыхъ точекъ раньше, чѣмъ откроются паровыя отверстія для обратнаго хода, золотниковые штоки имѣютъ нѣкоторый мертвый ходъ, т. е. увлекаютъ золотники не сразу, а пройдя нѣкоторый путь. Это достигается тѣмъ, что гайки, зажимающія верхніе выступы золотниковъ, раздвинуты нѣсколько болѣе, чѣмъ слѣдуетъ по ширинѣ этихъ выступовъ *). Съ другой стороны измѣненіемъ положенія гаекъ можно регулировать продолжительность остановки или паузы при мертвой точкѣ поршня. Значенію этой паузы Вортингтонъ, а за нимъ и другіе строители этого типа машинъ, какъ мы уже сказали раньше, придаютъ особое значеніе для надлежащаго дѣйствія насоса, указывая совершенно правильно на то, что во время паузы всѣ клапаны успѣваютъ закрыться раньше, чѣмъ начнется обратный ходъ и, слѣдовательно, устраняется обратная утечка воды чрезъ нихъ.

Казалось бы, что заставить эти машины работать съ расширеніемъ пара въ первомъ цилиндрѣ было немислимо, такъ какъ нельзя, при отсутствіи маховика, компенсаторовъ или какого либо другого приспособ-

*) У Бэка это сдѣлано нѣсколько иначе: тамъ гайки расположены снаружѣ паровыхъ коробовъ и онѣ могутъ перемѣщаться по штоку, чѣмъ пользуются для регулированія хода.

собленія, принимающаго на себя избытокъ работы пара въ первую часть хода и отдающаго его во вторую, уменьшать давленіе его на нѣкоторой сколько нибудь замѣтной части хода (напр. 0,6), сохраняя въ тоже время постояннымъ сопротивленіе. Дѣйствительно, поверхностное теоретическое соображеніе, непринимавшее въ расчетъ вѣсѣхъ сложныхъ условий работы машины, было безсильно, чтобы подсказать конструкторамъ возможность указаннаго расширенія пара въ первомъ цилиндрѣ. Ее подсказалъ опытъ *). Дѣло въ томъ, что, конструируя такіа машины, едва-ли кто нибудь обращалъ вниманіе на инерцію ихъ движущихся частей и на то, что послѣднія въ этомъ отношеніи могутъ дѣйствовать на подобіе маховика, т. е. принимать избытокъ работы пара въ первую часть хода и отдавать его во вторую. Опытъ показалъ, что инерціей движущихся частей (и главнымъ образомъ поршней со штоками) не только не слѣдуетъ пренебрегать, но что ею можно пользоваться къ повышенію экономичности работы машины, если примѣнить, какъ способъ достигнуть работы съ расширеніемъ въ первомъ цилиндрѣ, на подобіе маховичныхъ машинъ. Расширеніе пара въ первомъ цилиндрѣ дало, кромѣ экономіи, еще возможность, даже не прибѣгая къ указанному выше буферу, легко и удобно регулировать длину хода поршней, измѣняя положеніе точки отсѣчки.

Наша практика съ большими насосными машинами дала указаніе еще на одинъ факторъ, которымъ конструкторы не должны пренебрегать. Мы хотимъ сказать объ инерціи воды и реакціи ея на поршень насоса. Для уясненія этого мы должны прежде всего сказать, что слово „всасываніе“ по отношенію къ водоподъемнымъ машинамъ приимѣняется неправильно и его слѣдуетъ понимать условно. Въ насосѣ, при забираіи воды изъ колодца, вовсе не происходитъ втягиванія, а, въ дѣйствительности, она гонится въ насосный цилиндръ давленіемъ атмосферы, вслѣдствіе образованія пустоты (неполной) или разрѣженія подъ поршнемъ. Вообразимъ же себѣ, что вслѣдъ за движеніемъ поршня вправо (который, дойдя до крайняго праваго положенія, мгновенно останавливается), столбъ воды, по объему равный описанному поршнемъ, подъ давленіемъ

*) Наша первая машина, поставленная раньше другихъ, была сначала безъ расширенія. Оно введено потомъ и установлено въ ней одновременно съ постановкой второй машины.

атмосферы устремляется въ лѣвую половину насоснаго цилиндра. Эта масса воды, безъ сомнѣнія, имѣетъ свою инерцію и частицы ея въ моментъ остановки поршня должны производить нѣкоторое давленіе на площадь его со стороны „всасыванія“.

Это давленіе могло бы быть настолько значительно, что если бы сверху выпускныхъ клапановъ не было своего давленія столба воды, послѣдняя открывала бы выпускные клапаны и часть ея вышла въ напорную камеру. Какъ бы то ни было, но опытъ подтверждаетъ существованіе реакціи воды на поршень въ сторону движенія въ моментъ остановки его. Въ существованіи и значеніи этой реакціи мы имѣли случай убѣдиться на нашихъ 5 машинахъ, поднимающихъ воду на фильтръ. Намъ пришлось съ этимъ явленіемъ довольно серьезно считаться и мы позволяемъ себѣ подѣлиться здѣсь со специалистами своимъ опытомъ.

Дѣло въ томъ, что указанныя машины, захватывающія при каждомъ ходѣ поршня около 18 ведеръ воды, должны были работать со скоростью 25 оборотовъ въ минуту. Послѣ установки ихъ и при первой пробѣ оказалось, что онѣ не могутъ работать съ этой скоростью, безъ ударовъ о крышки въ концѣ каждаго хода. Приходилось ограничиваться скоростью 22 оборота въ минуту. Хотя въ нихъ устроено буферное приспособленіе, описанное раньше, но оно было безсильно и не оставляло поршни въ надлежащій моментъ.

Перебравши кое какія приспособленія для улучшенія положенія дѣла, мы остановились на приспособленіи къ усиленію пароваго буфера путемъ введенія контръ пара. Послѣ испытанія этого приспособленія, оно оказалось весьма практичнымъ и не только достигавшимъ цѣли, т. е. дававшимъ возможность скорость машинъ довести до нормальной—25 оборотовъ, но увеличить ее до 35 и даже 40 въ минуту. Приспособленіе это состоитъ въ слѣдующемъ: въ боковой стѣнкѣ цилиндра низкаго давленія, близъ обоихъ концовъ его, на разстояніи отъ крышекъ нѣсколько больше ширины поршня просверлены отверстія въ 1". Такія же отверстія просверлены въ обоихъ крышкахъ. Боковыя отверстія затѣмъ соединены съ крышечными 1" трубками, на которыхъ поставлено по клапану (какіе обыкновенно ставятся на питательныхъ трубахъ къ паровымъ котламъ, для устраненія утечки воды изъ котловъ, при разрывѣ

трубъ); причемъ клапаны открываются, если паръ будетъ проходить черезъ нихъ по направленію къ крышкамъ. Дѣйствіе этого приспособленія очень повѣстно: когда поршень подѣ давленіемъ пара направляется къ крышкѣ и пройдетъ соотвѣтствующее (ближайшее къ этой крышкѣ) боковое отверстіе, часть пара направится по трубкѣ, откроетъ клапанъ и устремится въ пространство между поршнемъ и крышкой (выпускной золотникъ въ этотъ моментъ бываетъ закрытъ) и образуется контръ-давленіе. Этотъ переходъ пара изъ одной половины цилиндра въ другую совершенно аналогиченъ опереженію со стороны впуска и выпуска въ маховичныхъ машинахъ. Такимъ образомъ въ рабочей сторонѣ произойдетъ пониженіе давленія, а въ противоположной повышеніе, что и замѣтно на индикаторной діаграммѣ. Подѣ вліяніемъ этого контръ-пара поршень останавливается, не дойдя на очень малую величину до крышки. При открытіи золотника и впуска пара для обратнаго хода, клапанъ на переходной трубкѣ закрывается, и засимъ тождественное явленіе происходитъ въ другомъ концѣ цилиндра. Въ дополненіе ко всему сказанному можно прибавить, что этимъ приспособленіемъ весьма легко управлять, поставивъ на крышкахъ клапановъ нажимные винты съ маховичками, которыми можно открывать и прикрывать клапаны больше или меньше. Это приспособленіе установлено на всякій случай и въ машинахъ тройнаго расширенія сбоку средняго цилиндра (листъ 6), хотя тутъ къ нему приходится прибѣгать рѣже.

Продолжая описаніе машинъ, намъ остается сказать, что холодильники и горячіе насосы поставлены на продолженіи оси машины. Затѣмъ, всѣ паровые цилиндры имѣютъ паровыя рубашки, въ которыя поступаетъ свѣжій паръ по особой трубкѣ и, конденсируясь, стекаетъ въ приемникъ, установленный подѣ машиной. Изъ него горячая вода извлекается питательнымъ насосомъ, приводимымъ въ движеніе отъ одного изъ парораспредѣляющихъ рычаговъ. (Въ дополненіе къ этому насосу имѣются еще отдѣльныя донки также сист. Вортингтона).

Скорость машинъ доходитъ до 54 оборотовъ въ минуту. Онѣ доставляютъ при этомъ $6\frac{3}{4}$ к. ф. въ секунду или 7,5 въ одинъ оборотъ и развиваютъ 150 индикаторныхъ лошадиныхъ силъ при рабочемъ давленіи пара въ котлахъ 150 ф. на кв. д.

Интересно въ заключеніе сравнить эти машины съ машинами 1871

года. Производительность ихъ почти одна и таже. Здѣсь два первые паровые цилиндра, забирающіе паръ, имѣютъ діаметръ $8\frac{1}{2}''$, тамъ онъ $40''$. Каждая изъ этихъ машинъ вѣситъ вся около 2 т. пудовъ, тамъ одинъ маховикъ около 1 т. пудовъ. Длина этой машины $30'$, той $60'$ и на мѣстѣ занимаемомъ одной машиной 1871 года можетъ помѣститься четыре этихъ. О фундаментахъ и говорить нечего: тутъ кирпичъ и немного бетона, тамъ гранитъ и чугунъ. Здѣсь въ чуть чуть большемъ зданіи помѣщены три машины и четыре котла, тамъ только двѣ машины.

Паровые котлы, снабжающіе паромъ описанныя машины, суть системы Babcock и Wilcox. Два изъ нихъ выписаны изъ Англіи, а два поставлены С.-Петербургскимъ Металлическимъ заводомъ. Обыкновенно при работѣ трехъ машинъ находится въ дѣйствіи два котла. Котлы эти отличаются отъ обычнаго типа прежнихъ котловъ тѣмъ, что въ большей части своей поверхности нагрѣва состоятъ изъ желѣзныхъ трубъ небольшого діаметра ($4''$), поставленныхъ въ наклонномъ положеніи и соединенныхъ по группамъ (секціямъ) какъ одна съ другою, такъ и съ надъ ними расположеннымъ собирателемъ пара, а равно и съ поставленнымъ въ самомъ заднемъ нижнемъ концѣ собирателемъ грязи. Концевыя соединенія въ англійскихъ котлахъ сдѣланы изъ одного куска ковкаго чугуна *) для каждаго вертикальнаго ряда трубъ и имѣютъ такую форму, что трубы въ вертикальномъ сѣченіи размѣщены въ шахматномъ порядкѣ, иначе сказать, такъ, что каждый горизонтальный рядъ входитъ въ промежутки предыдущаго. Отверстія, принимающія въ себя концы трубъ, разверлены по точнымъ размѣрамъ этихъ послѣднихъ и концы трубы развальцованы въ нихъ при помощи вальцовъ. Каждая группа трубъ соединена съ паровымъ и грязнымъ барабанами при помощи короткихъ трубъ того же діаметра, вставленныхъ своими концами въ расточенныя отверстія и разжатыхъ тѣмъ же способомъ. Противъ каждаго конца наклонныхъ трубъ въ соединяющихъ ихъ фигурныхъ коробкахъ имѣются отверстія для внутренней чистки трубъ, закрываемыя посредствомъ тщательно приточенныхъ крышекъ съ болтомъ, причемъ для самыхъ высокихъ давленій не требуется ничего болѣе въ видѣ прокладки, какъ только смазать соприкасающіяся

*) Въ котлахъ Металлическаго завода эти части выштампованы изъ желѣза.

поверхности олифой съ примѣсью бѣлилъ или сурика *). Верхній корпусъ котла, служащій собирателемъ пара, діаметромъ $3\frac{1}{2}'$, изъ толстыхъ стальныхъ листовъ съ двойнымъ рядомъ заклепокъ по продольнымъ швамъ. Для соединенія его съ трубами къ нему приклепаны съ обоихъ концовъ штампованныя коробки. Питательная труба входитъ чрезъ переднее днище верхняго барабана, а продувательная или спускная идетъ отъ грязника.

Тонка находится подъ передними приподнятыми концами трубъ, откуда продукты горѣнія направляются вверхъ, проходятъ зигзагообразнымъ путемъ между трубъ подъ паровой барабанъ; далѣе они спускаются внизъ и, направляясь въ дымовую трубу, пересекаютъ систему трубъ еще разъ **). Поверхность нагрѣва каждаго котла около 1.740 кв. фут.

Т. Турчиновичъ.

*) Въ котлахъ Металлическаго завода крышки имѣютъ резиновую прокладку, что, къ сожалѣнію, ведетъ нерѣдко къ прорыву воды.

**) Подробнѣе объ этихъ котлахъ см. «Записки И. Р. Т. О-ва» за 1891 г., мое сообщеніе.