

428.1  
582

В. П. Борзова  
2

# ОЧЕРКИ ВОДОСНАБЖЕНІЯ

НѢКОТОРЫХЪ ГОРОДОВЪ

ЮГО-ЗАПАДНОЙ ГЕРМАНИИ И АВСТРИИ.

Инженера И. П. Борзова



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Тип. М. П. С. (Т-ва И. Н. Кушнеревъ и К<sup>о</sup>), Фонтанка, 117.  
1905.

1991

1994 г.

АВАНСОМЪТ НАВУ  
ТОКНИЧЕВА ДИПЛОМАТИ  
Дата 2007

628.1  
582

# ОЧЕРКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

## НѢКОТОРЫХЪ ГОРОДОВЪ

## ЮГО-ЗАПАДНОЙ ГЕРМАНИИ И АВСТРИИ.

72882

В. 97  
2.

Инженера И. П. Борзова.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Тип. М. П. С. (Т-ва И. Н. Кушнеревъ и К<sup>о</sup>), Фонтанка, 117.

1905.

1975

+



## ОЧЕРКИ ВОДОСНАБЖЕНІЯ НѢКОТОРЫХЪ ГОРОДОВЪ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ГЕРМАНИИ И АВСТРИИ.

(Съ чертежами на особыхъ листахъ).

### ВВЕДЕНІЕ.

Возникновеніе и постепенное развитіе санитарныхъ устройствъ большинства городовъ средней Германіи представляетъ значительный интересъ не только съ технической, но и съ общеэкономической точки зрѣнія. Являясь однимъ изъ характерныхъ выразителей общественныхъ стремленій конца XIX-го вѣка, развитіе это имѣетъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, большое социальное значеніе. Замѣчательно быстрый, прогрессивный ростъ населенія не только большихъ, но и нѣкоторыхъ сравнительно незначительныхъ германскихъ городовъ за послѣднее двадцатипятилѣтіе заставилъ городскія управленія принять энергичныя, иногда весьма дорогія мѣры къ значительному расширенію и улучшенію водоснабженія и канализаціонныхъ устройствъ. Новыя вѣянія и открытія въ области естѣствованія и санитарной науки предъявили къ инженерному искусству новыя требованія, которыя могли быть удовлетворены лишь съ примѣненіемъ новыхъ, усовершенствованныхъ приѣмовъ и изобрѣтеній въ области техники. Тотъ, кто зналъ санитарное положеніе германскихъ городовъ 25 или 20 лѣтъ тому назадъ, конечно, изумился бы сдѣланными успѣхами и улучшеніями.

Въ отношеніи водопроводныхъ устройствъ эти требованія и усовершенствованія выразились, между прочимъ, въ стремленіи нѣмецкихъ городовъ пользоваться для водоснабженія ключевыми или, вообще говоря, подземными водами, подвергшимися естественной фильтраціи земляныхъ слоевъ. Предпринятыя съ этой

цѣлью работы и достигнутые результаты весьма интересны и поучительны.

Особаго вниманія заслуживаютъ въ этомъ отношеніи нѣкоторые города юго-западной Германіи, преимущественно расположенные въ недалекомъ разстояніи отъ Рейна.

Обиліе водоносныхъ слоевъ прирейнской долины допускаетъ здѣсь почти вездѣ возможность пользоваться для водоснабженія подземными водами. Неудивительно поэтому, что даже незначительные прирейнскіе города избѣгаютъ брать воду для своихъ нуждъ изъ рядомъ протекающей рѣки, которая дѣйствительно совершенно непригодна для питья не только вслѣдствіе полного ея загрязненія прибрежнымъ населеніемъ и фабриками, но и вслѣдствіе излишка желѣзистыхъ соединеній и постоянной мутности, зависящей отъ быстроты теченія, поднимающаго со дна стараго Рейна мелкій, илистый песокъ \*).

Устройства водоснабженія городовъ прирейнской долины весьма разнообразны, и подробное ихъ описаніе представило бы собою въ нѣкоторомъ родѣ цѣлый практическій курсъ водопроводнаго дѣла. Здѣсь, на протяженіи нѣсколькихъ десятковъ верстъ, можно видѣть различные способы добыванія и сохраненія воды: посредствомъ галлерей, штолень, колодцевъ малаго и большаго діаметровъ и пр. Всѣ эти способы представляютъ собою разновидности того приема, который въ Германіи называютъ вообще „устройствомъ искусственнаго водоснабженія путемъ подражанія естественнымъ источникамъ“ (Schaffung eines künstlichen Wasserhaushaltes durch Nachahmung natürlicher Quellen).

Къ сожалѣнію, весьма немногія изъ предпринятыхъ за послѣднее время работъ и водопроводныхъ сооружений изучены и описаны съ достаточной полнотой. Не смотря на сравнительное богатство нѣмецкой технической литературы, касающейся вопроса оздоровленія городовъ и вообще санитарной техники, специальныхъ работъ и систематическихъ описаній новѣйшихъ усовершенствованій въ дѣлѣ водоснабженія и канализаціи весьма немного и ихъ приходится отыскивать въ различныхъ сочиненіяхъ и періодическихъ изданіяхъ.

Извѣстный трудъ Грана (E. Grahn: „Die Städtische Wasserversorgung“. 1878 - 1899) по статистикѣ водопроводнаго дѣла въ

\*) Въ Россіи подобный же примѣръ мы имѣемъ въ Ростовѣ-на-Дону, гдѣ на самомъ берегу рѣки, рядомъ со старымъ водоприемникомъ, устроены колодцы и бассейнъ для ключевыхъ водъ, проникающихъ изъ песчаныхъ наслоеній высокаго берега и питающихъ часть городской водопроводной сѣти.

Германіи, Австріи и Швейцаріи (1-й томъ коего составленъ въ концѣ 70-хъ годовъ, а 1-й выпускъ 2-го тома появился въ 1899 году) содержитъ лишь общія историческія и описательныя данныя о сооруженіи и эксплуатаціи городскихъ водопроводовъ и, не включая чертежей, мало касается технической стороны дѣла. Обширное, но еще незаконченное сочиненіе Люгера („Wasserversorgung der Städte“), второй томъ коего еще не напечатанъ, не смотря на то, что со времени появленія перваго тома прошло уже болѣе 5-ти лѣтъ, можно было бы по справедливости назвать введеніемъ или сборникомъ по изученію теоретической стороны водопроводнаго дѣла. Общія свѣдѣнія и примѣры, помѣщенные въ сочиненіи Люгера, весьма интересны и удачно выбраны, но въ общемъ эта прекрасная монографія, задуманная по очень широкой программѣ и съ примѣненіемъ строгой научной системы, страдаетъ нагроможденіемъ побочнаго матеріала и едва ли можетъ служить справочной книгой, а тѣмъ болѣе пособіемъ къ изученію современнаго состоянія техники водопроводнаго дѣла въ Германіи. Почти то же можно сказать объ извѣстномъ трудѣ Фрюлинга (Frühling), помѣщенномъ въ 3-емъ томѣ „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“ (1893 г.).

Весьма обширный матеріалъ по описанію устройства водоснабженія и канализаціи болѣе значительныхъ городовъ Германіи и Австріи заключается въ отдѣльныхъ монографіяхъ. Таковы извѣстные труды Гобрехта (Берлинъ), Линдлея (Франкфуртъ-на-Майнѣ) Стадлера (Вѣна 1873 г.) и проч. Но большинство изъ этихъ трудовъ относится къ періоду шестидесятыхъ и семидесятыхъ годовъ и сравнительно мало доступно.

Многочисленныя статьи и замѣтки по устройству водоснабженія болѣе значительныхъ и второстепенныхъ городовъ Германіи и Австріи находятся преимущественно въ трехъ извѣстныхъ нѣмецкихъ техническихъ журналахъ: 1) „Zeitschrift des Vereins deut. Ingenieure“ (Берлинъ), 2) „Zeitschr. des Oester. Ing. und Archit. Vereins“ (Вѣна) и 3) „Zeitschr. für Archit. und Ingenieurwesen“ (Ганноверъ). Кромѣ того въ Мюнхенѣ, какъ извѣстно, издаются два наиболѣе распространенныхъ журнала, специально посвященные вопросамъ санитарной техники и водоснабженія. Одинъ изъ этихъ журналовъ „Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung“ — сталъ издаваться въ началѣ 70-хъ годовъ докторомъ Шиллингомъ. Въ немъ помѣщены, между прочимъ, чрезвычайно интересныя теоретическія статьи одного изъ выдающихся знатоковъ водо-

проводнаго дѣла въ Германіи—Форхгеймера (приватъ-доцентъ въ Аахенѣ)\*).

Другой журналъ, болѣе молодой, называется „Gesundheits-Ingenieur“—болѣе спеціального характера и заключаетъ работы, касающіяся общихъ вопросовъ санитарной техники\*\*).

По поводу изданія этихъ журналовъ мы позволимъ себѣ сказать нѣсколько словъ о современномъ положеніи и организаціи водопроводнаго дѣла въ Германіи.

Въ этой странѣ, какъ извѣстно, не существуетъ особыхъ спеціалистовъ, исключительно занимающихся санитарной техникой, которые въ Англии и Америкѣ имѣютъ особое названіе „санитарныхъ инженеровъ“. Только въ немногихъ высшихъ техническихъ школахъ Германіи преподается въ видѣ отдѣльнаго предмета курсъ водоснабженія и канализаціи\*\*\*). Тѣмъ не менѣе, дѣло это стоитъ на высокомъ уровнѣ развитія и быстро совершенствуется, въ особенности въ западной и южной Германіи.

Изученіе водопроводныхъ сооружений въ Баваріи привело извѣстнаго статистика водопроводнаго дѣла—Грана къ весьма интерес-

\*) Статьи Forchheimer'a по вопросамъ водоснабженія помѣщались и въ другихъ журналахъ. Изъ этихъ работъ, между прочимъ, представляетъ значительный интересъ статья о водоснабженіи Іокогамы и Токио, помѣщенная въ Zeit. d. Ver. deut. Ing. sa 1893 г. Краткое описаніе этихъ водопроводовъ находится также въ прекрасно изданномъ сочиненіи профессора санитарной техники университета въ Токио Бёртона (*Burton. The Water supply of towns. London 1898 г.*).

\*\*\*) Въ русской технической литературѣ, за исключеніемъ учебныхъ курсовъ и отдѣльныхъ замѣтокъ въ періодическихъ изданіяхъ, почти не имѣется сколько нибудь подробныхъ и систематическихъ описаній и данныхъ по устройству водоснабженія германскихъ и австрійскихъ городовъ, если не считать изданный въ 1892 году атласъ водопроводныхъ сооружений профессора Максименко, заключающій чертежи водопроводныхъ устройствъ слѣдующихъ германскихъ и австрійскихъ городовъ: Веймара, Арнсберга, Ганновера, Галле, Кольмара, Берлина (фильтры на Тегельскомъ озерѣ), Мюльгаузена, Магдебурга, Вюртемберга и Вѣны.

Смѣемъ думать, что настоящіе очерки, заключающіе описанія и чертежи нѣкоторыхъ другихъ, менѣе извѣстныхъ городскихъ водопроводовъ юго-западной Германіи, а именно въ городахъ: Висбаденѣ, Карльсруэ, Мангеймѣ, Франкфуртъ-на-Майнѣ, Кельнѣ, Мюнхенѣ и Регенсбургѣ, послужатъ, можетъ быть, нѣкоторымъ дополненіемъ къ названному атласу.

\*\*\*\*) Пользуемся случаемъ принести здѣсь благодарность профессору Мюнхенской Технической Школы (*Technische Hochschule*), г. Крейтеру (*Kreuter*), давшему намъ возможность ознакомиться съ программами и способомъ преподаванія въ нѣкоторыхъ германскихъ политехникумахъ. Изъ этихъ матеріаловъ, между прочимъ, усматривается, что въ одной изъ лучшихъ техническихъ школъ Германіи, а именно въ Карльсруэ, кафедра водоснабженія уже нѣсколько лѣтъ остается вакантною. Лекціи же по канализаціи и оздоровленію городовъ

нымъ выводамъ относительно значительнаго распространёнія водопроводныхъ устройствъ въ этомъ небольшомъ государствѣ. Не говоря уже о такихъ большихъ центрахъ, какъ Мюнхенъ, Нюрнбергъ, Аугсбургъ и т. д., гдѣ водоснабженіе находится въ прекрасномъ состояніи,—даже незначительные города, мѣстечки и нѣкоторыя деревни имѣютъ благоустроенные водопроводы.

Большой толчекъ распространёнію и техники водопроводныхъ сооружений дало учрежденное въ Баваріи въ 1878 году Техническое Бюро по водоснабженію (Technisches Bureau für Wasserversorgung), находящееся въ вѣдѣніи министерства внутреннихъ дѣлъ. Бюро это оказываетъ содѣйствіе городамъ и мѣстечкамъ при устройствѣ водоснабженія.

Начало и организація этого учрежденія весьма поучительны и заключаются въ слѣдующемъ.

Въ 1875 году въ Баваріи было учреждено Общество взаимнаго отъ огня страхованія. Однимъ изъ параграфовъ устава этого учрежденія установлено однопроцентное отчисленіе съ общей валовой суммы дохода для образованія спеціальнаго фонда на выдачу пособій пострадавшимъ пожарнымъ чинамъ и ихъ семействамъ, а равно для распространёнія въ странѣ противопожарныхъ мѣропріятій и знаній. Въ года, когда получится большое превышеніе актива, отчисленіе въ упомянутой спеціальнѣ капиталъ правительство можетъ довести до 3%. Для этого капитала правительство установило также однопроцентный вычетъ съ суммы поступленій отъ частныхъ обществъ, коимъ было разрѣшено страховать въ странѣ движимыя имущества.

Исходя изъ того соображенія, что наилучшимъ средствомъ борьбы съ пожарами является благоустроенное водоснабженіе городовъ и другихъ населенныхъ мѣстъ, баварское министерство задалось цѣлью образовать спеціальнѣ органъ для содѣйствія распространёнію водопроводныхъ сооружений по всей странѣ.

Съ этой цѣлью при министерствѣ внутреннихъ дѣлъ было образовано въ 1878 году вышеупомянутое Техническое Бюро по водоснабженію. Въ бюро это вошли какъ спеціалисты-техники (на обязанности которыхъ лежала обработка и разсмотрѣніе проектовъ

---

читаются Баумейстеромъ—спеціалистомъ по дорожнымъ сооружениямъ. Въ Мюнхенской школѣ вопросы по канализаціи и городскому водоснабженію составляютъ лишь часть курса „Водяныхъ устройствъ“ (Wasserbaukunde), читаемаго профессоромъ Крейтеромъ, спеціалистомъ по регулированію рѣкъ. Точно также въ Вѣнской Высшей Технической Школѣ въ курсъ „Водяныхъ сооружений“, читаемый профессоромъ Шёномъ (Schöen), входитъ, какъ часть, отдѣлъ водоснабженія и водостоковъ.

по устройству водопроводовъ), такъ и лица, специально знакомыя съ финансовой и хозяйственной стороною страховаго и ссуднаго дѣла, которыя должны были разсматривать вопросы по выдачѣ ссудъ на устройство водоснабженія въ городахъ и селеніяхъ, не имѣвшихъ для этого достаточныхъ средствъ.

На содержаніе личнаго состава этого бюро, а также и на выдачу ссудъ былъ обращенъ упомянутый выше спеціальныи фондъ, образовавшійся отъ % отчисленій изъ страховаго капитала.

Организація и дѣятельность этого бюро изложены въ особомъ уставѣ, утвержденномъ 30 марта 1878 года.

Не смотря на сравнительно недавнее существованіе Техническаго бюро, дѣятельность его принесла настолько существенные плоды, что уже въ настоящее время въ Баваріи нѣтъ ни одного сколько нибудь значительнаго городишка, гдѣ бы не было благоустроеннаго водопровода; даже сравнительно небольшія мѣстечки и нѣкоторыя села имѣютъ собственные водопроводы.

По содержанію этого бюро казна никакихъ особыхъ расходовъ не несетъ, такъ какъ спеціальныи противопожарныи фондъ вполне покрываетъ всѣ необходимыя по содержанію бюро расходы и даже изъ фонда этого еще, какъ сказано выше, выдаются ссуды на устройство водопроводовъ \*).

Такова исторія возникновенія этого учрежденія, оказавшаго такъ много пользы, не смотря на недавнее его существованіе, дѣлу распространенія водопроводныхъ устройствъ въ Баварскомъ королевствѣ.

Въ западныхъ провинціяхъ, т. е. въ прирейнской Германіи, подобнаго объединяющаго учрежденія, насколько намъ извѣстно, не существуетъ. Тѣмъ не менѣе, благодаря высокому развитію промышленности и культуры, а главнымъ образомъ благодаря инициативѣ и энергіи отдѣльныхъ лицъ и городскихъ общественныхъ учреждений, достигнутые здѣсь успѣхи и быстрое улучшеніе санитарнаго дѣла заслуживаютъ полнаго вниманія. Образуются цѣлыя общества и фирмы, специально занимающіяся какъ составленіемъ и выполненіемъ проектовъ цѣлыхъ водопроводныхъ устройствъ, такъ и разработкою и постановкою отдѣльныхъ частей водопроводныхъ сооружений. Таковы напр.: Рейнское Общество водопроводовъ

\*) Вопросъ объ отысканіи средствъ для ссудъ и объ участіи страховыхъ обществъ въ дѣлѣ устройства и улучшенія городскихъ водопроводовъ за послѣдніе 10 - 15 лѣтъ неоднократно былъ возбуждаемъ и въ Россіи (См. Труды 2-го и 3-го русскихъ водопроводныхъ Съѣздовъ).

въ Кельнѣ (Rheinische Wasserwerks-Gesellschaft zu Köln), Южно-Германское водопроводное Общество въ Нюренбергѣ (Süddeutsche Wasserwerksgesellschaft), извѣстная фирма Неймана въ Аахенѣ, спеціально занимающаяся изготовленіемъ и постановкою газовыхъ и водоемныхъ резервуаровъ (преимущественно системы Инце) и пр., не говоря уже объ извѣстной строительной конторѣ инженера В. Линдлея во Франкфуртѣ-на-Майнѣ, занимающейся въ настоящее время не только изготовленіемъ и исполненіемъ проектовъ по водоснабженію и канализаціи, но также и электрическими устройствами. Сверхъ того, весьма большое число техническихъ конторъ и отдѣльныхъ лицъ заняты исключительно буровыми колодцами \*).

Научные и, такъ сказать, спеціальныя вопросы санитарнаго дѣла въ обширномъ смыслѣ этого слова возбуждаются и разсматриваются многочисленными существующими въ Германіи учеными обществами и постоянными съѣздами спеціалистовъ, каково напр. Общество газовыхъ и водопроводныхъ дѣятелей (Deutscher Verein von Gasund Wasserfachmänner). Кромѣ того эти вопросы составляютъ предметъ обсужденія Общества естествоиспытателей и врачей, а также весьма популярнаго въ Германіи Общества охраненія народнаго здравія (Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege).

\*) Въ Россіи только за послѣднія 10-15 лѣтъ буровая техника возросла въ отдѣльную, самостоятельную отрасль промышленности. Появились также спеціальныя техническія конторы, производящія буровыя работы на подрядныхъ началахъ. Нѣкоторые города (Кіевъ, Бердичевъ, Вологда и др.) уже снабжаются подземною водою. Потребность въ буровыхъ работахъ усилилась до такихъ размѣровъ, что, по словамъ проф. Войслава (Докладъ объ условіяхъ производства буровыхъ работъ на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ. 1899 г. „Изв. Общ. Горн. Инж.“), въ настоящее время до двадцати фирмъ горныхъ инженеровъ, а кромѣ нихъ еще нѣсколько десятковъ конторъ (наибольшее число ихъ находится въ Москвѣ) и буровщиковъ заняты въ Россіи исключительно буровыми колодцами. Даже часто плачевные результаты отъ работъ нѣкоторыхъ предпринимателей не въ силахъ уже поколебать довѣрія общества къ буровымъ колодцамъ. Главный толчекъ въ этомъ дѣлѣ у насъ дало быстрое развитіе фабрично-заводскихъ предпріятій, для которыхъ устройство водоснабженія во многихъ случаяхъ представляется дѣломъ первостепенной важности. Въ настоящее время очень крупныя предпріятія пользуются подземною водою для промышленныхъ цѣлей. Изъ нихъ можно указать на громадную мануфактуру Шайблера въ Лодзи, на заводъ Доброва и Набольца въ Москвѣ, на шелковую мануфактуру Мусси тамъ же, на мельницу бр. Мягковыхъ въ Борисоглѣбскѣ. Желѣзныя дороги тоже соблазняются преимуществами трубчатыхъ колодцевъ и, несмотря на неудачныя попытки, довольно охотно ихъ ставятъ. Яркій примѣръ этого представляетъ ст. Новохоперскъ Балашевской линіи Юго-восточныхъ желѣзныхъ дорогъ, гдѣ, не смотря на протекающій возлѣ Хоперь, станція и коренное депо пользуются бруклинскими колодцами (Смотр. доклады Бр. Рафальскаго объ артезианскихъ насосахъ въ „Извѣстіяхъ Южно-Русскаго Общества Technologовъ“ за 1897 годъ).

Это послѣднее общество по своей организаціи и дѣятельности представляетъ характерный и прекрасный типъ подобныхъ учреждений въ Германіи. Оно не пользуется никакой субсидіей отъ правительства. Распорядительную администрацію его составляютъ нѣсколько профессоровъ, врачей-гигиенистовъ, техниковъ и специалистовъ по санитарному дѣлу. Членомъ Общества можетъ быть всякій желающій (безъ различія пола и національности), уплатившій 10 марокъ на расходы по администраціи и устройству сѣздовъ общества, которые назначаются ежегодно въ одномъ изъ болѣе значительныхъ городовъ Германіи. При назначеніи мѣста сѣзда соблюдается очередь между городами. Послѣдніе чрезвычайно охотно и радушно принимаютъ и стараются доставить всевозможныя удобства членамъ общества, преобладающее большинство которыхъ состоитъ изъ болѣе или менѣе извѣстныхъ научныхъ и общественныхъ дѣятелей по врачебному и санитарному дѣлу. Ко времени открытія сѣздовъ городскія управленія печатаютъ обыкновенно обстоятельныя описанія санитарнаго состоянія города, назначеннаго мѣстомъ сѣзда, причемъ описанія или отчеты эти издаются обыкновенно весьма изящно. Во время сѣздовъ устраиваются выставки принадлежностей, относящихся до санитарнаго дѣла, а также совершаются экскурсіи для осмотра различныхъ учреждений и устройствъ, имѣющихъ отношеніе къ вопросамъ, интересующимъ Общество охраненія народнаго здравія \*).

Намъ пришлось быть на одномъ изъ послѣднихъ сѣздовъ этого Общества, состоявшемся осенью 1899 года въ Нюренбергѣ, — одномъ изъ самыхъ интересныхъ и привлекательныхъ городовъ старой Германіи.

Доклады и сообщенія, сдѣланные на сѣздѣ, касались различныхъ общихъ вопросовъ гигиены, причемъ первый и одинъ изъ наиболѣе интересныхъ докладовъ („О сравнительныхъ достоинствахъ различныхъ способовъ искусственнаго освѣщенія“) былъ сдѣланъ бывшимъ профессоромъ гигиены Московскаго университета, докторомъ Эрисманомъ, нынѣ постоянно живущимъ въ Цюрихѣ.

Изъ Нюренберга мы проѣхали во Франкфуртъ-на-Майнъ и отсюда, пользуясь любезными указаніями инженера В. Линдлея, снабдившаго насъ рекомендательными письмами, мы направились въ экскурсію по западной (Прирейнской) и южной Германіи для

\*) Существующее въ Россіи подобное же Общество, какъ извѣстно, имѣетъ нѣсколько другую организацію и преслѣдуетъ почти исключительно врачебно-санитарныя цѣли въ болѣе тѣсныхъ рамкахъ.

взученія и осмотра нѣкоторыхъ, устроенныхъ за послѣднее время, водопроводныхъ и канализационныхъ сооружений, закончивъ экскурсію осмотромъ новыхъ работъ на Вѣнскомъ и Варшавскомъ водопроводахъ.

Попутно съ городскими водопроводными устройствами, мы старались вездѣ, гдѣ это представлялось возможнымъ, ознакомиться съ положеніемъ желѣзнодорожнаго водоснабженія. Къ сожалѣнію, въ этомъ отношеніи насъ ожидало довольно сильное разочарованіе. За исключеніемъ нѣкоторыхъ новыхъ значительныхъ станцій, какова напр. грандіозная станція во Франкфуртѣ-на-Майнѣ, гдѣ двойная водопроводная сѣть съ большимъ и малымъ напоромъ (*à haute et à basse pression*) примѣнена не только для водоснабженія, но и для подъема и передвиженія грузовъ,—водопроводныя сооружения большинства станцій старыхъ желѣзнодорожныхъ линій юго-западной Германіи представляются вообще довольно примитивными; усовершенствованіе въ этомъ дѣлѣ подвигается весьма медленно и касается лишь нѣкоторыхъ деталей водопроводныхъ устройствъ. Въ противоположность городскому водоснабженію, пользующемуся для своихъ цѣлей подземными водами, желѣзнодорожныя станціи Прирейнской и Южной Германіи, въ большинствѣ случаевъ, довольствуются рѣчными водами, причемъ только на нѣкоторыхъ станціяхъ имѣются очистители (преимущественно новыхъ французскихъ системъ: Дерюма, Дерво и др.) \*).

\*) Въ такомъ же примитивномъ положеніи находится водоснабженіи станцій австрійскихъ желѣзныхъ дорогъ, расположенныхъ въ самомъ городѣ Вѣнѣ, построившемъ столь дорогія и грандіозныя водопроводныя сооружения для городскихъ нуждъ. Всѣ шесть станцій примыкающихъ къ Вѣнѣ желѣзныхъ дорогъ имѣютъ отдѣльныя водоснабженія, находящіяся далеко не въ блестящемъ видѣ. Особого вниманія заслуживаетъ въ этомъ отношеніи одна изъ старѣйшихъ австрійскихъ желѣзныхъ дорогъ, изъ подходящихъ къ Вѣнѣ, а именно Сѣверная (*Kaiser Ferdinand Nord-Bahn*), примыкающая къ Варшаво-Вѣнской. Старая водокачка Вѣнской станціи этой дороги, весьма мизернаго вида, изъ которой до сего времени пользуются водою, расположена у самаго Дуная и построена такимъ образомъ, что почти ежегодно на половину затопляется водою при разливѣ рѣки. Для очистки мутныхъ водъ Дуная около пріемника устроенъ колодезь или яма, наполненная фашиникомъ и камнемъ. Этимъ и ограничивается очистка воды. На вѣнскихъ станціяхъ, находящихъ далеко отъ Дуная, устроены колодцы для добыванія воды, также весьма примитивнаго вида. Впрочемъ, за послѣднее время вопросъ объ очисткѣ воды и вообще объ улучшеніи водоснабженія весьма интересуется австрійскія желѣзныя дороги. Для этой цѣли предложены и устраниваются на нѣкоторыхъ станціяхъ особые аппараты, изъ коихъ заслуживаетъ, между прочимъ, вниманія очиститель, предложенный инспекторомъ австрійской Сѣверо-западной желѣзной дороги, инженеромъ Веренфенигъ (см. Сборникъ: *Der Eisenbahnbau der Gegenwart*“ Блюма и Бориса. Dritter Abschnitt, 1899 г. 2-ая часть, стр. 661).

Въ предлагаемыхъ очеркахъ приведено описаніе и краткая исторія тѣхъ городскихъ водопроводныхъ сооружений, съ которыми намъ удалось познакомиться на мѣстѣ.

Подобный путь казался намъ наиболѣе рациональнымъ для изученія и вполне яснаго пониманія всѣхъ особенностей различныхъ способовъ водоснабженія, такъ какъ никакіе литературные источники и пособія не въ состояніи указать и выяснить относительныхъ достоинствъ и цѣлесообразности примѣненія въ извѣстныхъ случаяхъ различныхъ устройствъ и деталей водопроводныхъ сооружений.

Нѣкоторыя изъ приводимыхъ въ настоящей статьѣ данныхъ уже сравнительно давно появились въ иностранныхъ техническихъ изданіяхъ и журналахъ. Другія же почерпнуты изъ первоначальныхъ источниковъ, а именно изъ отчетовъ строителей и описаній, составленныхъ для лицъ, специально интересующихся санитарной техникой и достигнутыми ею результатами \*).

Эти послѣдніе матеріалы и данныя, собранные на мѣстѣ и не появлявшіеся ни въ русскихъ, ни въ заграничныхъ техническихъ журналахъ, для большинства интересующихся санитарной техникой представляютъ, вѣроятно, нѣкоторый интересъ новизны.

Мы не можемъ оставить безъ благодарныхъ воспоминаній той предупредительной любезности и истиннаго гостепріимства, которыя мы почти вездѣ встрѣчали во время упомянутаго съѣзда и нашей экскурсіи среди германскихъ инженеровъ и техниковъ. Не только всѣ объясненія и подробныя указанія, столь цѣнныя при спѣшности осмотра, давались съ полнымъ вниманіемъ и готовностью, но въ распоряженіе наше предоставлялись всѣ изданія и оригиналы техническихъ проектовъ, чертежей, расчетовъ и другихъ данныхъ, касающихся городскихъ водопроводныхъ и вообще санитарныхъ устройствъ.

Когда видишь столь близкое единеніе техники строительнаго дѣла съ указаніями врачебной науки и естествознанія, невольно

\*) Таковы напр.: 1) Описаніе водопроводныхъ сооружений г. Висбадена, составленное докторомъ Винтеромъ и инженеромъ Бриксомъ и изданное городомъ въ честь 60-го Съѣзда нѣмецкихъ врачей и естествоиспытателей; 2) Описаніе устройствъ для освѣщенія и водоснабженія города Кельна, составленное директоромъ-распорядителемъ этихъ сооружений г. Жоли (F. Joly) въ 1895 г. по случаю 35-го Съѣзда Общества Газоваго освѣщенія и водоснабженія (Deutsch. Verein von Gas und Wasserfachmänner); 3) Извлеченіе изъ отчетовъ Строительнаго Отдѣла Мюнхенскаго Городскаго Управленія за 1896 г.; 4) Описаніе работъ и новѣйшихъ сооружений для снабженія г. Вѣны ключевой водой, составленное Бергеромъ, директоромъ городскихъ сооружений въ Вѣнѣ, и другія.

проникаешься уваженіемъ къ тѣмъ дѣятелямъ западно-европейской культуры, которые болѣе насъ сознали цѣну жизни и поставили себѣ задачей на почвѣ инженернаго искусства служить сохраненію и укрѣпленію народнаго здоровья, этого одного изъ главныхъ, если не величайшаго изъ благъ человѣческой жизни.

## I.

## Водоснабженіе Франкфурта на Майнѣ \*).

Историческій очеркъ и описаніе водопровода.

Не далѣе какъ 30 лѣтъ тому назадъ санитарное состояніе города Франкфурта на Майнѣ было далеко не блестящимъ. Нѣсколько и отдѣльных водопроводныхъ устройствъ давали неравномѣрное скудное количество воды. Закрытыя канавы служили для отвода грязныхъ водъ, а изъ нѣкоторыхъ центральныхъ частей города нечистоты сплавлялись прямо въ рѣку Майнѣ сборными водосточными галлереями.

Въ октябрѣ 1869 года была образована коммисія для разсмотрѣнія проекта водоснабженія города Франкфурта, составленнаго главнымъ инженеромъ Шмигъ и докторомъ Кернеромъ. Проектъ этотъ заключался въ устройствѣ водопровода изъ ближайшихъ къ городу источниковъ Фогельсберга. Для приведенія этого проеета въ исполненіе образовалось анонимное общество съ капиталомъ въ 3½ милліона флориновъ \*\*). Количество доставляемой воды предполагалось по 138 литровъ на человѣка въ день, а всего на 100.000 жителей полагалось доставлять 13.800 кубическихъ метровъ. Населеніе Франкфурта на Майнѣ въ то время, т. е. въ 1870 г., составляли 87.850 жителей; число домовъ было 5.330.

Начатыя въ октябрѣ 1870 года работы подвигались довольно успѣшно, и черезъ три года оказалось возможнымъ доставить воду въ городской резервуаръ (Friedberger Warte) по оконченному водопроводу, длиною 66 километровъ, и отсюда распредѣлить ее по городской сѣти, общей длиною 78 километровъ. Торжественное открытіе этого сооруженія состоялось 22 ноября 1873 года.

\*) 1) *W. H. Lindley*. Beschreibung der Wasserversorgungs-Anlagen der Stadt Frankfurt am Main (1886 г.); 2) Статьи доктора *Ришара* въ *Revue d'hygiène* (1887—89 г.); 3) *Hirsch*. Travaux d'assainissement de Franc. sur le Main (Ann. des P. et Chauss. 1891 г.).

\*\*.) Старый флоринъ стоилъ около 2,15 марокъ.

Дополнительныя работы, произведенныя въ послѣдующіе годы, присоединили къ этому водопроводу нѣсколько второстепенныхъ источниковъ. При этомъ для поливки улицъ воспользовались старою водопроводною сѣтью, накачивая въ нее паровыми насосами воду изъ рѣки Майна.

Между тѣмъ городъ быстро расширялся, и дополнительныя водопроводныя устройства представлялись неизбежными. Новый проектъ, выработанный франкфуртскимъ городскимъ инженеромъ Линдлеемъ, былъ предложенъ городу для исполненія. Идея этого проекта заключалась въ каптажъ водъ изъ водоноснаго слоя, находящагося въ Городскомъ лѣсу (Stadtwald), расположенномъ на лѣвомъ берегу р. Майна выше Франкфурта (черт. 1). Проектъ этотъ былъ утвержденъ въ апрѣлѣ 1885 года и потребовалъ затраты въ 500.000 марокъ. Немедленно по утверженіи проекта были начаты работы, позволившія 16 іюля того же года увеличить ежедневный расходъ водопроводовъ на 7.000 кубическихъ метровъ. Въ то время (въ 1885 году) была поставлена новая паровая машина, которая доставляла изъ р. Майна необходимое количество воды для новыхъ боенъ, фонтановъ, поливки улицъ, садовъ и проч.

*Старый водопроводъ* доставлялъ посредствомъ примитивныхъ устройствъ воду изъ рѣки и нѣсколькихъ ближайшихъ къ городу источниковъ.

На правомъ берегу Майна каптажъ воды производился лишь на глубинѣ, при которой ее возможно было направить самотекомъ. Суточный притокъ воды равнялся 480 кубическимъ метрамъ. Жесткость рѣчной воды достигаетъ 15 градусовъ.

На лѣвомъ берегу вода изъ ближайшаго источника (Seehof) направлялась самотекомъ въ закрытый резервуаръ, емкостью въ  $1\frac{1}{2}$  тысячи куб. метровъ. Отсюда два паровыхъ насоса (въ 28 лошадиныхъ силъ) поднимали воду на высоту 27 метровъ для доставленія ея въ городской резервуаръ, емкостью въ 750 куб. метровъ. Этотъ источникъ даетъ суточный расходъ въ 1.200 куб. метровъ. Въ настоящее время онъ снабжаетъ водою бойню и пивоваренный заводъ. Кромѣ того былъ устроенъ колодезь въ Рудершписсѣ (Ruderspiess) глубиною въ 51,70 метра и діаметромъ въ 6,05 метра. Онъ получаетъ воду изъ песчаной почвы при посредствѣ галлерей и радіальныхъ каналовъ. Два паровыхъ насоса въ 36 лошадиныхъ силъ поднимаютъ изъ него воду на высоту 66 метровъ, откуда она направляется въ общій каналъ. Суточный расходъ этого водопровода колеблется отъ 1.100 до 1.300 куб. метр.; жесткость воды = 17,33%, средняя ея температура = 10 градусамъ Цельсія.

Источники Спессарта (Spessart) образуются слияніемъ двухъ ручьевъ: Касселя и Бибера. Источники эти весьма богаты водою. Они выходятъ изъ песчаныхъ слоевъ, мѣстами рыхлыхъ, мѣстами твердыхъ. Кругомъ лѣсистая мѣстность. Верхній рыхлый слой почвы легко пропускаетъ атмосферныя воды, вслѣдствіе чего притокъ воды изъ нихъ чрезвычайно измѣнчивъ: обиліе водъ во время дождей и уменьшеніе ихъ количества зимою и лѣтомъ. Средній суточный расходъ ихъ въ 1871-74 годахъ составлялъ 8,133 куб. метра.

При устройствѣ каптажа источниковъ приняты были мѣры для сохраненія чистоты воды. Съ этой цѣлью въ скалистомъ грунтѣ были разработаны правильные ходы съ перекрытіемъ истока ключей каменными сводами. Воды многочисленныхъ сосѣднихъ ручьевъ направлены въ особую камеру, снабженную колодеземъ и отводнымъ каналомъ. Всѣ части каптажнаго сооруженія имѣютъ лѣстницы и окна.

Конфигурація мѣстности позволила соединить подземными каналами различные источники; только въ двухъ мѣстахъ довольно глубокия долины потребовали устройства сифоновъ. Получаемая изъ источниковъ вода проводится самотекомъ на разстояніи  $9\frac{1}{4}$  километровъ цементными трубами, діаметръ которыхъ измѣняется отъ 180 до 600 миллиметровъ. Трубы наполняются водою до  $\frac{5}{6}$  діаметра. Онѣ расположены мѣстами на высотѣ 2-хъ метровъ отъ поверхности земли съ засыпкою ихъ слоемъ земли, толщиной въ 3 метра, расположенной на каменной сухой кладкѣ. Отдушины въ трубахъ препятствуютъ сгущенію воздуха и увеличенію его внутренняго давленія, а вмѣстѣ съ тѣмъ способствуютъ аэраціи жидкости. Трубы были испытаны втеченіи шести часовъ на давленіе, соотвѣтствующее 5 атмосферамъ.

Источники Бибера соединены съ источниками Кассель посредствомъ акведука въ туннелѣ, длиною 1,8 километра, высота и ширина котораго = 1,8 метра. Проводящая труба, діаметромъ въ 600 мм., расположена сбоку акведука, для предоставленія свободнаго притока воды.

Начиная отъ пункта слиянія источниковъ Бибера и Касселя, воды заключены въ подземный каналъ и посредствомъ сифона проводятся въ главный резервуаръ (Aspenhainer Kopf), гдѣ онѣ соединяются съ водами Фогельсберга. Этотъ чугунный трубопроводъ имѣетъ длину  $7\frac{1}{2}$  километра; общій уклонъ его соотвѣтствуетъ 10 метрамъ; расходъ—отъ 92 до 115 литровъ въ секунду, діаметръ = 533 мм., причеиъ въ пониженныхъ точкахъ діаметръ уменьшается

до 456 мм. Наибольшее давленіе (въ самой низкой точкѣ) достигаетъ 12 атмосферъ. Для осмотра и повѣрки поставлены два манометра и устроены смотровые колодцы.

Въ противоположность источникамъ Спессатра, источники Фогельсберга выходятъ на поверхность земли тонкими струйками, число которыхъ достигаетъ 139. Они расположены на пространствѣ 19½ гектаровъ въ верхнемъ глинистомъ слоѣ, подѣ которымъ лежатъ твердыя базальтовыя породы. Ежедневный притокъ собираемой воды въ 1872-73 году составлялъ 8.822 кубическихъ метровъ.

Планъ работъ для каптажа этихъ ключей заключался въ слѣдующемъ: каждую водную струю старались перехватить въ ея источникѣ и по возможности провести ее въ чистомъ видѣ, обкладывая камнемъ или образуя каналы въ болѣе или менѣе твердыхъ породахъ грунта.

Всѣ источники были раздѣлены на четыре группы, соединенныя между собой цементными трубами, діаметра въ 200 мм., имѣющими выходъ въ главный коллекторъ, діаметра въ 450 миллиметровъ, который доставляетъ воду въ сборную камеру въ Бирштейнѣ (Birstein). Длина этой сѣти собирательныхъ и приводящихъ трубъ составляетъ 3.269 метровъ. Отъ Бирштейнскаго колодца идетъ чугунный водопроводъ въ сборный резервуаръ, называемый Аспенгайнеръ-Копфъ. Этотъ послѣдній, привимающій воды Спессатра и Фогельсберга, состоитъ изъ четырехъ отдѣленій: два для храненія воды и два распредѣлительныхъ (черт. 6 и 7). Излишекъ воды отводится въ рѣчку Кинцинъ помощью особаго канала, длиною 1.000 метровъ.

Главная магистраль (черт. 1) доставляетъ въ Франкфуртъ воды, собранныя въ Аспенгайнеръ-Копфъ. Длина ея равна 45½ километрамъ при разности отмѣтокъ начальной и конечной точекъ въ 98 метровъ, что соотвѣтствуетъ, при діаметрѣ въ 533 миллиметра, потерѣ напора въ 2,16 метра на одинъ километръ. Посрединѣ ея протяженія поставлена колонна (уравнительный водоемъ) для регулированія напора, а вмѣстѣ съ тѣмъ и на случай порчи какой либо части магистрали. Для постановки этой колонны воспользовались находящимся на пути магистрали холмомъ, высотой 70 метровъ, на которомъ поставлена башня, высотой 15 метровъ (черт. 2-5); въ верхнемъ этажѣ башни и поставленъ водоемъ, черезъ который проходитъ вода, направляющаяся во Франкфуртъ.

На магистрали водопровода поставлено 19 автоматическихъ вантуза, 21 выпускныхъ крана, 12 колодцевъ, нѣсколько металли-

ческихъ манометровъ, изъ которыхъ три ртутныхъ съ электрическимъ замыкателемъ (сигнализаціею).

Наблюденіе за всѣми этими сооруже́ніями ввѣрено особой администраціи, состоящей изъ главнаго инспектора, трехъ его помощниковъ и девяти сторожей.

Магистральная линія оканчивается камерой въ Секбахѣ, изъ которой каменная галлерей, длиною 720 метровъ, проводитъ воду въ верхній резервуаръ (Фридбергеръ-Варте). Объемъ этого послѣдняго составляетъ 26.000 куб. метровъ. Вода поступаетъ въ пріемникъ, откуда переходитъ въ проводящую трубу, діаметра въ 700 миллиметровъ, проходящую черезъ пріемную камеру. Части камеры раздѣлены каменными полусводами съ выступающими ввизъ ребрами, расположенными такимъ образомъ, что вода должна ихъ обтекать и быть постоянно въ движеніи (черт. 8 - 10). Длина водянаго бассейна = 145 метрамъ, ширина его 140 метр. Изъ распредѣлительной камеры выходитъ галлерей, которая пересѣкаетъ туннелемъ возвышенность и служитъ для опораживанія резервуара; вода, попадающая въ эту галлерей, проходитъ въ спускные водостоки.

Резервуаръ въ Саксенгаузѣ (Sachsenhausen), находящійся на лѣвомъ берегу Майна, посредствомъ трубы, діаметромъ въ 500 миллиметровъ, и городской сѣти водопроводныхъ трубъ соединяется съ резервуаромъ въ Фридбергеръ-Варте. Вместимость резервуара 5.866 куб. метровъ; площадь его соотвѣтствуетъ квадрату съ длиною сторонъ въ  $139\frac{1}{2}$  метр.; расположеніе и устройство его аналогично съ резервуаромъ на правомъ берегу рѣки. Резервуаръ принимаетъ воды изъ бассейна Штадтвальдъ, къ описанію котораго мы перейдемъ.

Новыя водопроводныя сооруже́нія въ Штадтвальдѣ имѣютъ вспомогательное назначеніе для доставленія воды въ городъ во время засухи и вообще для усиленія водоснабженія и запаса воды.

Изысканія, произведенныя Линдлеемъ въ 1883-1884 годахъ на лѣвомъ берегу Майна выше Франкфурта, обнаружили присутствіе обильнаго водою подземнаго протока, направляющагося съ юго-запада на сѣверо-востокъ, отъ Рейна къ Майну. Площадь этого подземнаго воднаго бассейна опредѣлена отъ 200 до 250 квадратныхъ километровъ; ширина водоноснаго слоя измѣняется отъ 100 до 85 метровъ; уклонъ его составляетъ 2 метра на километръ.

Проектъ каптажа и водопровода изъ Штадтвальда былъ утвержденъ 15 апрѣля 1885 года, а 16-го іюля того же года работы были окончены и водопроводъ началъ дѣйствовать.

Способъ добыванія воды, примѣненный въ данномъ случаѣ, заключался въ устройствѣ цѣлаго ряда колодцевъ, проникающихъ въ водоносный слой и соединенныхъ общимъ коллекторомъ. Паровые насосы накачиваютъ изъ колодцевъ воду въ этотъ коллекторъ и подаютъ ее затѣмъ въ резервуаръ.

Каптажъ водъ распространяется въ длину на 700 метровъ; нагнетательная паровая машина расположена въ концѣ водопровода на юго-западѣ отъ Франкфурта.

Вертикальныя трубы (колодцы), опущенныя въ водоносный слой, имѣютъ діаметръ въ 50 мм. Онѣ оканчиваются внизу металлической сѣткой, которая прикрѣпляется винтовой нарезкой къ трубѣ. Эта послѣдняя окружена металлической оболочкой, отдѣляемой отъ трубы припаянной къ ней мѣдной проволокой. Постановка трубъ совершалась слѣдующимъ образомъ: вырывалась глубокая траншея въ 8 метровъ ширины, на  $1\frac{1}{2}$  метра ниже уровня воды въ водоносномъ слоѣ. Въ траншею эту опускалась желѣзная оболочка (чехоль), діаметромъ въ 150 миллиметровъ; внутрь этой наружной трубы вставлялась вертикальная приѣмная труба съ мелкими отверстіями; промежутокъ между наружной и внутренней трубкой заполнялся хорошо промытымъ крупнымъ гравіемъ.

Водоносный слой состоитъ изъ песка, мѣстами перемѣшаннаго съ гравіемъ. Толщина его измѣняется отъ 30 метровъ (въ западной части) до 60-ти и болѣе.

Вертикальныя трубы поставлены въ растояніи 5 метровъ другъ отъ друга. Средняя длина ихъ около 7 метровъ, ---металлической сѣтки отъ 3 до 4 метровъ. Онѣ соединены въ группы по десяти штукъ и примыкаютъ къ малымъ собирательнымъ (всасывающимъ) горизонтальнымъ трубамъ, діаметромъ въ 80 миллиметровъ. Эти послѣднія посредствомъ тройниковъ, діаметромъ въ 120 миллиметровъ, соединяются съ главнымъ коллекторомъ. Соединительные отводы помѣщены въ каменныхъ колодцахъ и снабжены затворными щитами для каждой группы колодцевъ, водомѣрами и ртутными манометрами, показывающими глубину и силу притока воды.

Все это водосборное сооруженіе состоитъ изъ чугунныхъ трубъ, соединенныхъ муфтами; главный водоводъ расположенъ на глубинѣ  $1\frac{1}{2}$  метровъ отъ поверхности водоноснаго слоя; длина его равна 700 метрамъ; діаметръ его постепенно увеличивается съ 250 до 500 миллиметровъ; уклонъ, увеличивающійся по мѣрѣ приближенія къ насосамъ, въ общемъ составляетъ 25 сантиметровъ.

Кромѣ этихъ трубъ, въ водоносномъ слоѣ устроено еще семь

запасныхъ колодезь, болѣе значительныхъ размѣровъ, съ вертикальными трубами діаметра въ 600 мм. Колодцы эти служатъ резервуаромъ на случай поврежденія одной изъ группъ.

Для подачи воды въ машинномъ отдѣленіи поставлено два локомотива въ 140 номинальныхъ силъ, соотвѣтствующихъ 68 дѣйствительнымъ. Каждый изъ этихъ локомотивовъ приводитъ въ движеніе два центробѣжныхъ насоса, изъ которыхъ одинъ служитъ для выкачивания и подачи воды другому, нагнетающему воду въ приводящую (напорную) трубу.

Общая высота подъема воды составляетъ 40 метровъ. Каждая изъ двухъ группъ, состоящая изъ локомотива и насоса, доставляетъ въ сутки отъ 3.000 до 3.800 куб. метровъ воды.

Питательная труба имѣетъ длину въ 4.250 метровъ, при діаметрѣ въ 600 миллиметровъ, опредѣленномъ съ запасомъ на случай увеличенія расхода. Она снабжена автоматическими вантузами, спускными колодцами, клапанами и затворами.

Въ первый годъ устройства (1885 г.) вся эта водопроводная система работала безостановочно; уровень воды источника водоснабженія (водоноснаго слоя) понижался отъ 0,60 до 1 метра.

*Особый пріемникъ изъ рѣки* предназначенъ для воспособленія общественнымъ нуждамъ и промышленнымъ заведеніямъ во время засухъ. Пріемная труба выведена почти на средину Майна и уложена на довольно значительной глубинѣ отъ поверхности рѣки. Она проходитъ черезъ бассейнъ, который легко можетъ быть опоражниваемъ и очищенъ. Вода изъ пріемника накачивается насосами въ два резервуара, назначенныхъ спеціально для запаса и храненія воды на случай надобности.

Подъемныя паровыя машины—вертикальныя, прямиа о дѣйствія. Хотя въ настоящее время поставлено только два насоса, но зданіе, на случай усиленія водоснабженія, устроено для трехъ машинъ. Машины рассчитаны на подачу воды въ количествѣ 3.000 куб. метровъ въ сутки. Высота подъема опредѣлена въ 41 метръ. Три паровыхъ корнваллійскихъ котла служатъ для образованія пара.

Питательная труба, діаметромъ въ 400 мм., доставляетъ воду въ старую водопроводную сѣть, которая видоизмѣнена и улучшена. Эта сѣть, кромѣ соединенія съ резервуаромъ Seehof, соединена еще съ двумя резервуарами: Heiner-Tempel, объемомъ въ 750 куб. метровъ, при высотѣ горизонта воды въ 133,95 метр., и Сѣвернымъ резервуаромъ, объемъ коего составляетъ 1.600 куб. метр., при высотѣ горизонта воды въ 132 мм.

Все это вспомогательное устройство рассчитано на максимальную подачу воды въ количествѣ 5.000 куб. метр. въ теченіе дня\*).

По открытіи эксплуатаціи новаго и переустроеннаго стараго водопровода (т. е. въ концѣ 1886 года) вся длина магистральныхъ трубъ (діаметра отъ 50 до 600 мм.) достигала 145 километровъ; общее протяженіе отвѣтвленій, устроенныхъ на счетъ потребителей воды (домовладѣльцевъ), достигало почти 33 километровъ. Отвѣтвленія рассчитаны на давленіе въ 20 атмосферъ, причемъ прямое соединеніе магистральныхъ трубъ съ промывными трубами ватерклозетовъ—запрещено.

Абонементная плата съ потребителей за снабженіе ихъ водой опредѣляется соотвѣтственно размѣрамъ снабжаемаго водой помѣщенія, а крупные потребители платятъ за водоснабженіе по водомѣру. Въ концѣ 80-хъ годовъ во Франкфуртѣ число дѣйствующихъ водомѣровъ различныхъ системъ на городскомъ водопроводѣ было слѣдующее:

Сименсъ и Гальске . . . . .	286
Мейнеке . . . . .	32
Общества водопродныхъ сооруженій . . . . .	36
Шпаннеръ (Spanner) . . . . .	646
Валентинъ (Valentin) . . . . .	913
Другихъ системъ . . . . .	54

---

Всего . . . . . 1.967 водомѣровъ.

Въ настоящее время число водомѣровъ, дѣйствующихъ въ городѣ, почти удвоилось.

---

\*) Ограничиваясь указаніемъ этихъ главнѣйшихъ водопроводныхъ сооруженій гор. Франкфурта и не приводя детальныхъ описаній другихъ вспомогательныхъ устройствъ для снабженія его водой, укажемъ лишь интересный примѣръ погрѣшности, которая можетъ произойти при исчисленіи потери напора въ чугунныхъ трубахъ и количества доставляемой ими воды, приведенный Мейснеромъ (*Meissner. Die Kraftübertragung auf weite Entfernungen*; русскій переводъ инж. Боровича 1900 г.). Въ одной изъ вспомогательныхъ водопроводныхъ линій для доставленія воды въ Франкфуртѣ-на-Майнѣ изъ Гельгаузена,

Стоимость переустройства и усиления старого водопровода и сооружения новых вспомогательного водоснабжения усматривается из нижеслѣдующей таблицы.

ТАБЛИЦА 1-я.

	Отчужденіе земель.	Земляныя работы.	Стоимость устройства сооруженій.	Общій итогъ.
	МАРКИ.	МАРКИ.	МАРКИ.	МАРКИ.
Въ Vogelsberg'ѣ . . . . .	139.300	504.700	1.015.000	1.659.000
„ Spessart'ѣ . . . . .	76.300	145.700	1.249.500	1.471.500
<b>Главная питательная магистраль.</b>				
(Изъ Aspenhainer Kopf во Франк- фуртъ) . . . . .	80.700	64.400	3.201.600	3.346.700
Верхній резервуаръ . . . . .	111.100	—	810.20	921.300
Нижній резервуаръ . . . . .	28.300	—	244.400	272.700
<b>Водоснабженіе изъ Stadtwald</b>				
Кантажныя сооруженія . . . . .			203.296	500.000
Подъемныя устройства (насосная станція) . . . . .			37.639	
Нагнетательная (приводящая) труба . . . . .			236.035	
Различные расходы . . . . .			23.030	
<b>Водоснабженіе изъ рѣки</b> . . . . .				300.000
Городская водопроводная сѣть и ея принадлежности . . . . .				3.388.500
			<b>И Т О Г О</b>	<b>11.859.700</b>

длиною 45 километр. и діаметромъ 533 мм., расходъ воды въ концѣ линіи вмѣсто вычисленныхъ первоначальнымъ подсчетомъ 18.744 куб. метр. въ сутки оказы-  
вается по непосредственному измѣренію равнымъ всего 2.500 куб. метр. Мейс-  
неръ приводитъ этотъ примѣръ въ доказательство необходимости вести расчетъ  
потери напора въ трубахъ съ наибольшимъ запасомъ, такъ какъ въ различныхъ  
водопроводахъ, въ зависимости отъ ихъ устройства, отъ различныхъ качествъ  
воды, обнаруживаются и различные по своему характеру осадки, а слѣдоват. и  
потери напора въ нихъ оказываются различными.

### Результаты эксплуатаціи.

По имѣющимся наблюденіямъ, наибольшій расходъ источниковъ приходится на февраль мѣсяцъ, наименьшее потребление, въ количествѣ 10.000 куб. метровъ въ сутки, замѣчается осенью. Притокъ воды изъ источниковъ зимою значительно превосходитъ требуемый ея расходъ. Наоборотъ, въ лѣтнее время, во время засухи, притокъ воды недостаточенъ для удовлетворенія потребителей, вслѣдствіе чего время снабженія водой приходится ограничивать частями сутокъ. Такъ въ 1884 г., несмотря на доставленіе 14.000 куб. метровъ, время снабженія водою потребителей пришлось ограничить 11-ю часами въ сутки.

Тщательныя изслѣдованія и наблюденія, установленныя послѣ недостатка воды и серьезныхъ затрудненій, испытанныхъ въ 1884 году, выяснили значительную потерю воды въ старой сѣти и отвѣтвленіяхъ, подающихъ воду въ дома; для учета потери воды были поставлены повѣрочныя водомѣры, которые дали слѣдующіе результаты.

#### ТАБЛИЦА 2-я.

КВАРТАЛЫ.	До постановки водомѣра.		Послѣ постановки водомѣра.	
	Потребленіе на одного жителя.	Потеря на одного жителя	Потребленіе на одного жителя.	Потеря на одного жителя.
Старый городъ . . . . .	132	78	102	47
Восточный кварталъ . . . . .	120	47	104	41
Сѣверный кварталъ . . . . .	98	41	62	21
Западный и Борнгеймъ . . . . .	120	61	96	36
Саксенгаузенъ . . . . .	88	33	73	26

Такимъ образомъ водомѣрами была опредѣлена бесполезная утечка воды, причемъ они показали, что въ 19-ти мѣстахъ разрыва трубъ расходовалось непроизводительно до 5.712 куб. метровъ воды въ сутки.

Ежегодные расходы по эксплуатаціи водопровода достигаютъ 173.600 марокъ

Валовой доход исчисляется въ слѣдующихъ суммахъ:

По абонементу . . . . .	616.000 марокъ.
По водомѣрамъ . . . . .	263.400 „
<hr/>	
Всего . . . . .	879.400 марокъ.

### Водоснабженіе желѣзнодорожной станціи.

Изъ числа отдѣльныхъ водопроводныхъ устройствъ города Франкфурта-на-Майнѣ особаго вниманія заслуживаетъ водоснабженіе Франкфуртскаго центрального вокзала \*). Здѣсь впервые въ Германіи осуществлена въ широкихъ размѣрахъ идея гидравлической передачи силы напорной водой, примѣненная уже съ 1842 г. во многихъ сооруженіяхъ, устроенныхъ по системѣ Армстронга, главнымъ образомъ для передачи и распредѣленія двигательной силы. На Франкфуртскомъ вокзалѣ не только подъемные механизмы передвижныя платформы, поворотные круги и т. п. приводятся въ движеніе напорной водой изъ центральной станціи, но тотъ же напорный водопроводъ доставляетъ двигательную силу различнымъ небольшимъ станціямъ электрическаго освѣщенія. Въ сущности же здѣсь принята система электроснабженія ванъ-Риссельберга \*\*).

Центральная станція этого сооруженія расположена въ башнѣ на правомъ берегу р. Майна. Рабочая вода помощью двойнаго

\*) См. Meissner. Die Kraftübertragung auf weite Entfernungen. Русскій переводъ Л. А. Боровича 1900 г. См. также *Vigreux. Application de l'eau sous pression. Paris. 1892 г.*

\*\*\*) Для снабженія электричествомъ городовъ, крупныхъ промышленныхъ заведеній и т. п., различными строителями, и прежде всего профессоромъ Франсуа ванъ-Риссельбергомъ, была предложена смѣшанная система, по которой въ данной снабжаемой области устраивается нѣкоторое число небольшихъ и независимыхъ одна отъ другой станцій, снабжаемыхъ двигательной силой помощью напорной воды отъ одной общей центральной двигательной станціи. При подобной системѣ избѣгаются сложныя и длинныя сѣти проводниковъ и всѣ сопряженныя съ ними неудобства; отдѣльныя станціи могутъ работать съ отвѣчающимъ своей пѣли низкимъ напряженіемъ тока и могутъ быть расположены въ любомъ мѣстѣ, такъ что расположеніе и устройство центральной двигательной станціи обуславливается только возможностью дешеваго и выгоднаго полученія двигательной силы. Хотя эти основныя соображенія нѣсколько потеряли свое значеніе, благодаря достигнутымъ въ послѣдніе годы успѣхамъ практическаго примѣненія переменныхъ и трехфазныхъ токовъ, но тѣмъ не менѣе по вышеуказанной системѣ устроено много сооружений, какъ напримѣръ указываемыя на Франкфуртскомъ вокзалѣ, въ Антверпенѣ, и отсюда, во всякомъ случаѣ, вытекаетъ, что, при извѣстныхъ условіяхъ, гидравлическая передача можетъ успѣшно и выгодно конкурировать съ электрической.

всасывающаго трубопровода заимствуется изъ рѣки; одна обыкновенно употребляемая вѣтвь этого трубопровода всасываетъ воду изъ фильтроваго колодца, въ который вода изъ р. Майна поступаетъ черезъ слой фильтрующаго камня; а другая вѣтвь, употребляемая въ видѣ вспомогательной трубы, всасываетъ воду прямо изъ рѣки. Употребляемые здѣсь 2 всасывающихъ насоса непосредственно соединены съ нагнетательными насосами и при нормальной работѣ поднимаютъ въ часъ 210 куб. метр. воды въ резервуаръ, расположенный на высотѣ 40 метр. Изъ этого резервуара вода, проходя черезъ фильтр-прессы, поступаетъ въ главный резервуаръ, емкостью около 800 куб. метр., изъ котораго она подводится къ нагнетательнымъ насосамъ. На станціи установлены 2 водоподъемныя машины обыкновеннаго устройства. Каждая изъ нихъ имѣетъ 3 нагнетательныхъ насоса простаго дѣйствія, поршни которыхъ непосредственно соединены съ поршневыми штангами расположенныхъ надъ ними паровыхъ цилиндровъ. Машины работаютъ по системѣ компаундъ, причемъ средній цилиндръ высокаго давленія.

Этимъ водонапорнымъ сооруженіемъ сперва были приведены въ движеніе 22 непосредственно дѣйствующихъ подъемныхъ крана для багажнаго и почтоваго отдѣленія на пассажирской станціи. Замѣчательно то, что всѣ эти подъемныя приспособленія управляются изъ одной центральной станціи по даннымъ электрическимъ сигналамъ. Къ преимуществамъ этого устройства относили, между прочимъ, надежность дѣйствія, недоступность распредѣлительныхъ органовъ для публики и неопытныхъ рабочихъ, сбереженіе въ трубопроводахъ, такъ какъ впускъ и выпускъ отъ центрального распредѣлительнаго аппарата къ каждому механизму могли производиться по одной трубѣ и т. д. Тѣмъ же менѣе это приспособленіе вообще не можетъ быть рекомендовано, такъ какъ большая степень надежности работы въ сравненіи съ непосредственнымъ распредѣленіемъ воды для каждаго отдѣльнаго механизма еще подлежитъ сильному сомнѣнію. Затѣмъ въ сѣть включены 8 гидравлическихъ домкратовъ, каждый изъ которыхъ приводится въ движеніе трехъ-цилиндровымъ моторомъ. Эти домкраты точно также пускаются въ ходъ и останавливаются помощью центрального распредѣлительнаго аппарата и служатъ для маневровой службы, причемъ поѣзда перемѣщаются помощью обмотаннаго вокругъ стѣнъ каната. Кромѣ того отъ напорнаго трубопровода приводятся въ движеніе различные поворотныя круги, подъемныя платформы для угля и одинъ кранъ прямого

дѣйствія для подъема товарныхъ вагоновъ съ нижерасположенныхъ гаванныхъ путей на пути, уложенные на уровнѣ вокзала. Но наиболѣе интересную часть всего сооруженія представляетъ собой комплектъ машинъ для электрическаго освѣщенія, требующій самъ по себѣ 380 лощ. силъ.

Несмотря на всю выгоду гидравлической передачи для всѣхъ станціонныхъ сооружений, при приведеніи въ движеніе динамо-машинъ встрѣтились многія затрудненія, главнымъ образомъ вслѣдствіе скорого износа быстроходныхъ поршневыхъ моторовъ, полезное дѣйствіе которыхъ при этомъ понизилось до такой степени, при которой дальнѣйшая ихъ работа оказалась невыгодной. Поэтому нѣсколько лѣтъ тому назадъ гидравлическіе двигатели для электрическихъ сооружений были замѣнены паровыми машинами, непосредственно соединенными съ динамо-машинами. Само собой разумѣется, что эти неудовлетворительные результаты не должны быть приписаны вообще гидравлической системѣ передачи силы, а скорѣе могутъ быть объяснены новизной подобныхъ сооружений и главнымъ образомъ тѣмъ обстоятельствомъ, что поршневые двигатели съ напорной водой не совсѣмъ пригодны для приведенія въ движеніе динамо-машинъ.

Относительно гамбургскихъ сооружений Гердау сообщаетъ\*), что степень полезнаго дѣйствія подъемныхъ механизмовъ, отнесенная къ аккумулятору, т. е. отношеніе полезной работы для подъема груза къ той работоспособности, которою обладаетъ израсходованная вода въ аккумуляторѣ, въ среднемъ составляетъ около 60<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

## II.

### Водоснабженіе города Мюнхена \*\*).

Пользованіе водою до устройства новаго водопровода.

Старая часть Мюнхена, расположенная на лѣвомъ берегу рѣки Изара, со времени основанія города, въ 12-мъ столѣтіи, снабжалась водою частью изъ этой рѣки, частью изъ колодцевъ, расположенныхъ въ различныхъ мѣстахъ города. Другая часть города, возникшая гораздо позже и составляющая нынѣ предмѣстья Giesing

\*) Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. за 1892 г.

\*\*) См. 1) Grahn. Die Städtische Wasserversorgung im Deutschen Reiche 1899. и 2) Die Wasserversorgung Münchens. Auszug aus dem „Bericht über die Thätigkeit des Stadtbauamtes, München 1896“.

и Ау, уже начиная съ 16-го столѣтія пользовалась искусственнымъ водопроводомъ изъ источника, расположеннаго на крутомъ склонѣ рѣки Изара и называемаго еще и понимѣ Greyflüsse.

Колодцы, устроенные въ городѣ и въ его окрестностяхъ, давали достаточно чистую и здоровую воду, что зависѣло отъ свойства подпочвы, состоящей изъ слоевъ чистаго мергеля. Вода Изара также была довольно чистою и годною для употребленія въ пищу безъ особой очистки или фильтраціи. Вода изъ этой рѣки содержала отъ 10 до 18 пѣмецкихъ градусовъ жесткости; температура ея колебалась отъ 9 до 13°С.

Многочисленные ручьи и рѣчки, впадающіе въ рѣку Изаръ въ Мюнхенѣ, давали возможность устраивать всевозможныя приспособленія для накачиванія воды на значительныя разстоянія; особенно много было устроено насосовъ, подававшихъ воду съ помощью водяныхъ колесъ. Съ теченіемъ времени система колодцевъ и накачиванія воды все улучшалась, и такимъ образомъ городъ былъ поставленъ въ отношеніи водоснабженія въ довольно благопріятныя условія. Городская водопроводная сѣть, не имѣвшая сначала правильнаго очертанія, съ теченіемъ времени была сведена въ отдѣльныя группы, соединенныя между собою, почему не встрѣтилось необходимости устраивать особаго резервуара. Часть этого водопровода и колодцевъ принадлежала дворцовому вѣдомству и часть — городу. Только въ послѣднее время, а именно въ половинѣ текущаго столѣтія, пришлось построить паровую водокачку, которая была необходима во время очистки рѣки, когда отдѣльные насосы приходилось по необходимости останавливать.

Не смотря, однако, на полную исправность существовавшаго водоснабженія, уже въ 50-хъ годахъ текущаго столѣтія начали раздаваться голоса о загрязненіи подпочвенной воды и непригодности ея вслѣдствіе сего для питья. Всевозможные отбросы и экскременты, попадавшіе въ воду въ теченіе болѣе 7-ми столѣтій существованія города, естественно загрязнили подпочву и ухудшили воду настолько, что сдѣлали ее не совсѣмъ пригодною къ употребленію въ пищу. Въ виду такого положенія дѣла, для возникавшихъ новыхъ частей города рѣшено было провести воду изъ источника Thalkirchen'a, расположеннаго на лѣвомъ берегу Изара, выше Мюнхена.

Эта идея была приведена въ исполненіе въ 1864 году постройкою новыхъ колодцевъ. вмѣстѣ съ тѣмъ и дворцовое вѣдомство построило новый водопроводъ, соорудивъ колодцы на правомъ бе-



регу Изара, для получения воды из существовавшего там источника Brunnenthal'я, гдѣ еще въ 1852 году были устроены итальни и сборныя галлерей.

Въ концѣ 1870 года въ Мюнхенѣ существовало 13 различныхъ водокачекъ, дававшихъ при нормальномъ уровнѣ до 33.350 куб. метровъ воды въ день. Съ перестройкою и увеличеніемъ нѣкоторыхъ городскихъ колодцевъ, въ 1880 году количество подаваемой въ городъ воды было доведено до 44.064 куб. метр. въ день. Изъ числа упомянутыхъ 13 водокачекъ 7 принадлежали городу и 6 дворцовому вѣдомству. Кромѣ того, городъ имѣлъ еще отдѣльныя водокачки въ Англійскомъ саду и на Городской скотобойнѣ.

Съ открытіемъ новаго городского водопровода, всѣ эти водокачки, за исключеніемъ нѣкоторыхъ, принадлежавшихъ дворцовому вѣдомству, примкнули къ новому водопроводу.

Въ 1872 году городскимъ магистратомъ была выработана программа для устройства новаго городского водопровода. Согласно этой программѣ, водопроводъ долженъ быть рассчитанъ на населеніе города въ 300.000 чел., при ежедневномъ расходѣ въ 150 литр. на человѣка. Этой же программой установлены требованія относительно качества воды, химическаго и бактериологическаго ея свойствъ, а также и мѣста добыванія въ предѣлахъ рѣки Изара, вблизи Мюнхена. На составленіе проекта былъ объявленъ конкурсъ.

Для оцѣнки представленныхъ, согласно этому конкурсу, проектовъ водоснабженія гор. Мюнхена была образована при городскомъ магистратѣ особая коммисія.

Изъ многочисленныхъ проектовъ, представленныхъ на усмотрѣніе магистрата, коммисія остановилась на проектѣ добыванія воды не въ районѣ рѣки Изара, какъ было предположено программой, а изъ горныхъ источниковъ Mangfallthal'я.

Источники эти, хотя и наиболѣе удаленные отъ города, имѣли значительное преимущество передъ другими источниками какъ въ отношеніи химическаго и бактериологическаго свойствъ воды, такъ и въ виду того, что вода изъ этихъ источниковъ могла быть направлена къ городу самотекомъ, безъ устройства особыхъ водокачекъ.

Согласно этому проекту, въ 1881 году было приступлено къ сооруженію новаго городского водопровода.

Группировка источниковъ для новаго водопровода.

Главный источникъ Kasperlbach'a служитъ начальнымъ пунктомъ новаго водопровода. Вода этого источника направлена по гончар-

нымъ трубамъ въ сборный колодець. Другіе источники соединены въ группы штольнями и направлены въ главный сборный каналъ, по которому вода различныхъ источниковъ направляется въ приѣмный туннель, имѣетъ высоту 1,5 м. и ширину 1,0 метр. Стѣнки канала и сводъ, толщиною 0,25 метр., сложены изъ кирпича на цементномъ растворѣ; подошва канала сдѣлана изъ бетона, слой коего равняется 0,2 метр. Каналъ этотъ начинается у Mühlthal'я и, проходя до Maxlmühle, образуетъ на лѣвомъ берегу Mangfall'я начальный участокъ водопровода до Deisenhofen'a, гдѣ расположенъ сборный резервуаръ. На этомъ участкѣ каналъ имѣетъ уклонъ въ 1:2000. Пересѣкая Pechlerthal, каналъ этотъ раздѣляется на двѣ части, для соединенія которыхъ устроенъ дукеръ изъ чугунной трубы, діаметромъ 800 милл. и длиною 325,8 метр. Дукеръ этотъ имѣетъ уклонъ въ 0,51 м. Первый участокъ канала имѣетъ протяженіе въ 334,5 м., а второй—778,8 м.

Приѣмный туннель, направляющій воду къ сборному резервуару.

Первая половина туннеля—Maxlmühle-Valley—имѣетъ протяженіе въ 1838,8 метр. до Höllengraben-Düker, а вторая—Valley-Grub, которая проходитъ подъ Hohentilching, имѣетъ длину 2510,7 метр. до Teufelsgraben-Düker. Оба участка этого туннеля сдѣланы изъ кирпича и имѣютъ на всемъ протяженіи одинаковый размѣръ. въ высоту 2,0 метра и въ ширину 1,33 метра. Стѣнки и сводъ имѣютъ въ толщину 0,25 метра. Уклонъ на этомъ протяженіи—1:5000.

На участкѣ отъ Teufelsgraben'a до сборнаго резервуара туннель пересѣкаетъ Gleisenthal, гдѣ проложены чугунныя трубы, діаметр. 750 милл. на протяженіи 2695 метра. Все протяженіе водопровода отъ источниковъ до сборнаго резервуара—29,782 погонныхъ метровъ.

Сборный резервуаръ и нагнетательная труба.

Резервуаръ этотъ находится въ 9 километр. отъ форштадта Giesing, гдѣ начинается распредѣлительная водопроводная сѣть. Резервуаръ раздѣленъ на 2 камеры; объемъ резервуара—37500 куб. метровъ, при высотѣ уровня въ 3,0 метр. Зданіе резервуара сооружено изъ бетона; толщина наружныхъ стѣнокъ—1,2 метра; толщина бетоннаго основанія пола—0,6 метра. Зданіе сводчатой системы; для укрѣпленія сводовъ внутри зданія установлены 22 кирпичныя колонны.

Водопріемная отъ источниковъ труба, діаметромъ въ 750 миллим., вступаетъ въ резервуаръ со стороны, обращенной къ источникамъ, на противоположной сторонѣ зданія уложены трубы, направляющія воду въ городскую сѣть.

Во внутренней междукамерной стѣнѣ имѣется отверстіе, закрываемое задвижкой. По вступленіи воды изъ источниковъ въ первую камеру, вода черезъ сказанное отверстіе направляется въ особую шахту, діаметромъ въ 2,0 метра, находящуюся между камерами; изъ шахты вода по особой трубѣ направляется во вторую камеру. Изъ этой камеры вода по трубѣ, діаметромъ въ 700 миллим., направляется въ городскую сѣть.

Для очистки резервуара, во время которой вода изъ источниковъ направляется въ городскую сѣть по особой трубѣ въ обходъ резервуара, имѣется особая отводная труба, діаметр. въ 100 миллим., по которой вода отводится въ особый каналъ, направляющій эту воду въ рѣку Изарь.

Изъ резервуара вода направляется въ городскую сѣть по двумъ трубамъ, отстоящимъ одна отъ другой на 4-5 метр. Протяженіе этихъ трубъ—9124 метра. На серединѣ протяженія трубы эти соединены между собою; онѣ углублены въ землю на 1,3 метра. Трубы рассчитаны на подачу 760 литровъ въ секунду.

#### Городская водопроводная сѣть.

Сѣть эта, устроенная по круговой системѣ, рассчитана на подачу 910 литровъ въ секунду. Она раздѣлена на 4 главныхъ узла, отъ которыхъ идутъ соответствующія отвлѣтленія; діаметръ главныхъ трубъ 700—600 миллим.; діаметръ отвлѣтленій 400—300 миллим.

Къ концу 1886 года, въ которомъ этотъ водопроводъ можно считать окончательно законченнымъ, протяженіе городской сѣти составляло 164.882 погонныхъ метра.

Стоимость устройства водопровода къ тому же времени выразилась въ слѣдующихъ суммахъ:

Приобрѣтеніе земель, устройство штоленъ и водопроводной сѣти . . . . .	3.027.253	марки.
Водоотводная сѣть. . . . .	37.945	„
Трубопроводъ отъ резервуара и городской сѣти . . . . .	2.808.402	„
Зданіе и непредвидѣнные расходы . . .	481.943	„
Итого . . . . .	6.355.543	марки.

Въ 1885-1886 гг. были предприняты новыя работы по расширенію городского водопровода. Первоначальныя мѣры были направлены къ усиленію существующихъ источниковъ; съ этою цѣлью была устроена еще одна новая штольня вблизи Höllengraben'a. Протяженіе этой штольни до соединенія съ построенными ранѣе—2178 метр.; она состоитъ частью изъ желѣзныхъ и чугунныхъ трубъ и частью изъ канала. При пересѣченіи этимъ водопроводомъ Höllenthal'я устроенъ акведукъ на протяженіи 31,7 метра.

Съ присоединеніемъ этихъ источниковъ объемъ ежедневно добываемой воды увеличился съ 37.500 куб. метр. до 56.000 куб. метровъ.

Быстрый ростъ населенія Мюнхена заставилъ городское управленіе предпринять дальнѣйшее расширеніе городского водопровода. Постепенно, начиная съ 1889 года, начались новыя работы въ этомъ направленіи. Сначала къ существующему около Teufelgraben'a питательному каналу присоединили новый источникъ, продолживъ этотъ каналъ въ сторону на протяженіи 1008,36 метровъ, а затѣмъ отъ Gleisenthal'я къ сборному резервуару проложенъ былъ новый водопроводъ въ формѣ дукера, состоящій изъ чугунной трубы, діаметромъ 750 мм. Протяженіе до сборнаго резервуара 2.605 м. Наконецъ, съ 1893 года началась разработка новыхъ источниковъ въ Getzinger'ѣ. Разработка этихъ источниковъ предпринята въ широкихъ размѣрахъ, дабы на долгое время обезпечить городъ хорошею водою. Источники эти расположены на такой высотѣ, что даютъ возможность направить воду къ сборному резервуару также самотекомъ. До сего времени устроено въ этомъ районѣ 4 штольни, протяженіе коихъ составляетъ 1.064,9 пог. м. Размѣръ штоленъ, обдѣланныхъ бетономъ, равняется 1,75 1,0× м. Работы по разработкѣ штоленъ весьма затруднительны по причинѣ неоднородныхъ напластованій горныхъ породъ и пересѣченной мѣстности.

Для соединенія этихъ источниковъ съ существующимъ водопроводомъ, около Mühlthal'я, на протяженіи 5.034 пог. м. частью устроены каналы и частью проложены сифоны. Водопроводъ этотъ пересѣкаетъ рѣчки Kaltenbach и Haidenbach, вблизи коихъ также открыты источники и присоединены къ общему водопроводу.

Съ присоединеніемъ новыхъ источниковъ потребовалось усилить также и водопроводныя трубы, ведущія отъ сборнаго резервуара къ городу. Съ этой цѣлью была проложена третья труба, діаметромъ въ 800 мм. Труба эта забираетъ воду изъ шахты, діаметромъ въ 4,0 м., устроенной во второй камерѣ резервуара; она соединена

съ первыми двумя трубами, направляющими воду въ городскую сѣть, и трубами, приводящими воду въ резервуаръ, въ обходъ этого послѣдняго.

Предназначенная для питанія сѣверной части города, труба эта должна была пересѣчь рѣку Изаръ. При переходѣ рѣки устроенъ дукеръ на протяженіи 254 м., состоящій изъ чугунной трубы, уложенной въ особый каналъ. Стѣнки этого канала углублены отъ 3 до 5 м. ниже основанія ложа рѣки. Разстояніе между стѣнками канала—2,5 м.; стѣны канала защищены съ верховья рядомъ шпунтовыхъ и свайныхъ огражденій съ каменною отсыпью. Въ каналѣ этомъ устроенъ бетонный обратный сводъ, въ который и уложена труба; высота свода—2,0 м. Сооруженіе это сверху перекрыто на ширину до 6 м. деревянными досками. На протяженіи дукера устроены 3 наблюдательныхъ шахты съ воздухоотводомъ. Этотъ дукеръ, какъ наиболѣе интересное сооруженіе Мюнхенскаго водопровода, показанъ на чертежахъ 16 и 17.

Расширеніе города потребовало, конечно, и расширенія городской водопроводной сѣти, такъ что съ проложеніемъ новой магистральной трубы, къ концу 1898 года длина городской сѣти оказалась равною 294.252 метрамъ.

Къ концу 1898 года общая стоимость городского водопровода опредѣлилась въ суммѣ 12.940.647 марокъ.

Общій расходъ воды въ 1898 году равнялся 27.899.500 куб. м., что соотвѣтствуетъ ежедневному расходу въ 76.437 куб. м. Принимая во вниманіе, что число жителей Мюнхена въ 1898 году равнялось 412.000 чел., ежедневный расходъ воды на каждого человѣка составлялъ 185 литровъ, т. е. 15<sup>1</sup>/<sub>4</sub> ведра.

### III.

#### Водоснабженіе города Карльсруэ \*).

Обиліе грунтовыхъ водъ Рейнской долины давало возможность городу Карльсруэ получать на небольшой глубинѣ прекрасную воду для питья. Добываніе воды производилось первоначально при помощи колодезь. Хотя вскорѣ же послѣ основанія города, а именно въ 1715 году, было приступлено къ устройству водопроводныхъ сооруженій, но первоначально только лишь для великогерцогской резиденціи и для садовыхъ надобностей.

\*) Изъ брошюры: „Die Gas-und Wasserwerke der Residenzstadt Karlsruhe“, изданной въ 1894 году въ память 34-го Съѣзда Общества инженеровъ по газовому освѣщенію и водоснабженію (Deutsch. Verein v. Gas- und Wasserfachmännern).

Первоначальное устройство водоснабженія состояло въ простѣйшемъ примѣненіи коннаго привода для подъема воды изъ колодца, діаметромъ въ 3 м., въ башню, расположенную надъ колодцемъ. Сооруженіе это находилось въ центрѣ города и дѣйствовало до 1822 г., когда образовалось товарищество для устройства новаго водоснабженія города. Проектъ этого водоснабженія, составленный еще въ 1806 году, имѣлъ въ виду воспользоваться источникомъ, расположеннымъ въ 4 килом. отъ города у подошвы горы, близъ Дурлаха. По первоначальному проекту, воду предполагалось направить къ городу изъ Этлингера по каменнымъ трубамъ, заготовленнымъ еще въ 1806 году, но оставшимся безъ примѣненія въ виду происшедшихъ въ то время войнъ.

Проектированный водопроводъ представлялся въ слѣдующемъ видѣ.

Изъ двухъ большихъ водоемовъ вода направлялась въ расположенную среди города Дурлаха водокачку. Четыре нагнетательныхъ и питательныхъ насоса двойнаго дѣйствія въ этой водокачкѣ приводились въ движеніе двумя водяными колесами, получавшими воду по направленному на нихъ изъ рѣчки, специально устроенному для сего каналу. Эти насосы нагнетали воду непосредственно въ два трубопровода, діаметромъ около 150 мм., которые питали въ Дурлахѣ многіе водоразборные колодцы и нѣкоторыя частныя сооруженія. Въ Карлсруэ до сего времени многіе водоразборные колодцы питаются еще этимъ водопроводомъ. Давленіе воды въ трубахъ вполне достаточно для поднятія ея до надлежащаго уровня въ колодцахъ.

Имѣя въ виду частыя порчи водопровода, въ 1856 году была образована особая комиссія изъ представителей правительственныхъ учрежденій и города для изысканія способа устройства новаго водопровода.

Директоръ строительнаго отдѣла городского управленія Гервигъ доложилъ этой комиссіи, что вокругъ города на довольно далекомъ разстояніи нѣтъ ни одного вполне подходящаго естественнаго, открытаго источника, изъ котораго можно было бы получать хорошаго качества и въ потребномъ для города количествѣ воду. При этомъ онъ указалъ какъ на единственную, по его мнѣнію, возможность добыванія воды, изъ подземнаго обильнаго водоноснаго слоя Рейнской долины. Далѣе онъ указалъ и мѣсто, наиболѣе, по его мнѣнію, подходящее для устройства водопровода. Мѣсто это, расположенное на юго-востокъ отъ города, представляетъ холмистую возвышенность, простирающуюся до подошвы горы, и отстоитъ не далеко отъ

города. Произведенныя въ указанной мѣстности изысканія показали находеніе обильнаго водоноснаго слоя, и по качеству вода оказалась весьма удовлетворительною.

Изысканія и предварительныя работы по устройству этого водопровода затянулись на многіе годы, въ виду чего въ 1862 году для надобностей великогерцогскихъ дворцовыхъ зданій пришлось устроить особый водопроводъ.

Въ ноябрѣ 1866 года было, наконецъ, получено заключеніе городской коллегіи объ устройствѣ новаго водопровода на городской счетъ причемъ былъ одобренъ проектъ Гервига. Къ работамъ по устройству водопровода было приступлено весною 1868 года. Специальная техническая часть устройства водопровода была поручена инженеру Герстнеру.

Въ 1871 году водопроводъ былъ открытъ. Общіе расходы на первоначальное устройство выразились въ суммѣ 1.380.164 марки. Водоемъ этого первоначальнаго сооруженія состоялъ изъ сборнаго канала, длиною 62 метра, вышиною 1,20 м. и шириною 0,75 м. Каналъ этотъ оканчивался колодцемъ, діаметромъ въ 3 метра.

Для подъема воды изъ колодца были поставлены двѣ горизонтальныя паровыя машины двойнаго дѣйствія около 23 лоп. силъ каждая. Для образованія пара было поставлено 2 паровыхъ котла; объемъ топокъ въ котлахъ равнялся 60 куб. м. Въ дѣйствіи былъ большею частію лишь одинъ котель, а другой служилъ для запаса. Помѣщеніе для котловъ и машинъ было устроено такъ, чтобы вполнѣдствіи, въ случаѣ надобности, можно было поставить новыя машины.

Устроенная вблизи машиннаго зданія водоемная башня имѣетъ чугунный резервуаръ, объемомъ въ 99 куб. метр., который служитъ для урегулированія колебаній уровня воды при небольшихъ расходахъ, а также для поддержанія равномернаго давленія въ трубахъ. Верхній край резервуара, высота коего равна 4,5 м., расположенъ на 28-29 м. выше городскихъ улицъ, такъ что на водокачкѣ требовалась сила давленія около 25 м.

Главный трубопроводъ, доставляющій городу воду, имѣетъ въ діаметрѣ около 0,33 м.; уличная сѣтъ при первоначальномъ устройствѣ имѣла протяженіе въ 28393 м., съ содержаніемъ въ 309 кубическимъ метр. Водопроводная сѣтъ сомкнутая, соединена съ расположеннымъ на юго-западѣ отъ города вторымъ резервуаромъ, емкостью въ 900 куб. м. Резервуаръ этотъ расположенъ на высотѣ, превышающей среднюю высоту улицъ на 18 метр., и служитъ съ

одной стороны—для запаса воды на случай остановки машинъ, а съ другой—для регулированія дѣйствія машинъ.

При опредѣленіи силы машинъ, за высшую норму былъ принятъ секунднй расходъ въ 85,5 литровъ или 7387 куб. метр. въ 24 часа. Вскорѣ, однако, норму эту пришлось измѣнить и соотвѣтственно увеличить силу подъема. Сначала пришлось удлинить на 137 метр. сборный каналъ, направивъ его въ новый колодець. Далѣе была поставлена новая паровая машина въ 75 лош. силъ и одинъ новый котелъ съ поверхностью нагрѣва въ 60 кв. метр. Эта новая машина была рассчитана на расходъ въ 100 литр. въ секунду. Въ 1877 г. была проложена новая водопроводная сѣть, діаметр. въ 400 миллим., причемъ было констатировано, что для удаленныхъ отъ водокачки городскихъ частей, въ часы наибольшаго расхода воды, требуется еще 12 м. давленія.

Эти дальнѣйшія развитія водопровода въ 1874-1877 гг. со стоимостью новой сѣти обошлись городу въ 277.767 мар.

Водопроводная сѣть къ тому времени имѣла длину 32843 м. съ содержаніемъ въ 752 куб. м. Число отвѣтвленій достигало до 1350.

При проектированіи сѣти въ 1866 году число жителей въ городѣ опредѣлялось въ 32.000 чел.; въ 1877 году оно возросло до 44.600 чел.

Въ теченіе 10-ти лѣтняго періода послѣ послѣдняго переустройства водопровода, сѣть эту пришлось развить въ новыхъ частяхъ города. Когда число отвѣтвленій достигло 2400 и вслѣдствіе канализаціи расходъ воды сильно повысился,—пришлось прибѣгнуть къ дальнѣйшему усиленію водопровода, причемъ былъ устроенъ новый колодець, діаметръ въ 5 метр., при 13 метровой глубинѣ; сила же машинъ увеличена была тогда же постановкою 2-хъ газомоторовъ около 50 лош. силъ. Затѣмъ, вслѣдствіе расширенія города въ западной его части и включенія пригорода Мюльбурга въ общую водопроводную сѣть, второй главный трубопроводъ былъ усиленъ устройствомъ одной главной трубы діаметр. 300 миллим. Это дальнѣйшее расширеніе сѣти оборудовано въ 1888 году.

Въ 1889-1893 гг. водохранилища пришлось значительно увеличить постановкою новаго резервуара, емкостью въ 3200 куб. м., причемъ сила подъема воды была доведена до 43 м.

Въ 1893 году пришлось замѣнить обѣ машины перваго водопровода, какъ оказавшіяся уже неспособными поднимать воду на требуемую высоту. На мѣсто этихъ машинъ поставлена новая паровая горизонтальная машина, съ холодильникомъ, въ 150 лош. силъ,

съ нормальнымъ подъемомъ въ 200 литр. въ секунду. Сила эта можетъ быть увеличена до 240 литровъ.

Для дальнѣйшаго усиленія водопровода проектировано устроить 2 новыхъ колодца, діам. около 3,5 метр. при глубинѣ въ 10 метр., и проложить третій трубопроводъ, діаметр. въ 500 миллим., какъ для уменьшенія потери напора, такъ и въ виду предполагаемаго соединенія съ этимъ трубопроводомъ восточнаго квартала города.

Въ маѣ 1894 г. число отвѣтвленій равнялось 3220. Общій расходъ на устройство опредѣлился въ суммѣ 2.859.032 марки.

Водоснабженіе города Карлсруэ въ маѣ 1894 г. заключало въ себѣ слѣдующія сооруженія:

#### 1. Главная водокачка въ Рюшпурскомъ лѣсу.

Сборный каналъ, подошва коего помѣщается на 4,30 м. ниже земной поверхности; высота канала 1,20 м.; ширина 0,75-0,90 м. На протяженіи 62 м. стѣнки канала выложены изъ песчаника и плитняка; на остальномъ протяженіи, въ 137 м., боковыя стѣны сдѣланы изъ сосновыхъ досокъ; весь каналъ покрытъ плитами изъ песчаника, толщиной въ 0,12 м. Подошва канала имѣетъ ложе изъ крупнаго хряща и гравія. Каналъ этотъ оканчивается колодцемъ, діаметр. въ 1,80 м., и выложенъ изъ песчаника. Колодець, имѣющій назначеніе задерживать мелкій песокъ, наносимый водою, при помощи сводчатой бетонной трубы, длиною въ 3 м., соединяется съ другимъ колодцемъ, діам. въ 3 метра, который помѣщается на глубинѣ 12 м.; стѣнки этого послѣдняго колодца выложены изъ плитъ песчаника, толщиной въ 0,45 метр. Этотъ второй колодець соединяется съ третьимъ, діам. въ 4 м. и глубиною въ 11 м. Колодцы эти, отстоящіе другъ отъ друга на 21 м., соединены чугунною трубою, діам. въ 0,40 м. Слѣдующій колодець отстоитъ отъ предыдущаго на 64 м. и имѣетъ въ глубину 13 м., при діаметрѣ въ 5 м.; онъ соединенъ съ первымъ колодцемъ подъемною трубою, діам. въ 0,50 м. Трубопроводы соединены флянцами. Обѣ подъемныя трубы помѣщены на глубинѣ въ среднемъ до 2,30 м. ниже поверхности грунта и съ такимъ расчетомъ, чтобы ночью, во время остановки машинъ, уровень грунтовыхъ водъ совпадалъ съ ними. Въ обоихъ послѣднихъ колодцахъ стѣнки также выложены изъ плитъ песчаника, толщиной отъ 0,45 до 0,50 м. На глубину до 3 м. каменная кладка произведена на цементномъ растворѣ; на дальнѣйшей глубинѣ швы не задѣланы.

При наибольшемъ расходѣ воды въ 20149 куб. метр. въ 20 ча-

совъ, уровень воды въ первомъ колодцѣ понизился до 4,16 м., при этомъ, въ виду очень большой засухи, продолжавшейся долгое время, уровень грунтовыхъ водъ былъ вообще низокъ.

Кривая пониженія уровня воды у колодцевъ имѣетъ значительный изгибъ. Съ цѣлью уменьшенія быстрого пониженія уровня воды предположено было въ 1894 году вырыть еще два новыхъ колодца, діам. въ 3,5 м., на разстояніи до 135 м.

Въ настоящее время имѣется въ ходу 4 паровыхъ машины, изъ коихъ одна горизонтальная, сооруженная машиностроительнымъ заводомъ въ Карльсруэ. Главные размѣры машины слѣдующіе: діаметръ цилиндра высокаго давленія 590 миллим., цилиндра низкаго давленія 880 миллим.; подъемъ 1.100 миллим. Среднее число оборотовъ 30 въ минуту; максимальное 37; средняя производительность 200 литр. въ секунду, при высотѣ подъема въ 51 миллим. Парораспредѣленіе въ цилиндрѣ высокаго давленія совершается при помощи регулятора; въ цилиндрѣ низкаго давленія—ручнымъ способомъ. Маховое колесо имѣетъ въ діаметрѣ 5 м. Машина снабжена двумя клапанами, дабы имѣть возможность работать цилиндромъ высокаго давленія при помощи конденсанціи и безъ нея.

Насосы съ полыми поршнями и съ резиновыми кольцами; діаметръ обоихъ поршней равенъ 360 миллим. Клапаны имѣютъ частію кожаную и частію гутаперчевую набивку. Расходъ пара не долженъ превышать 9,7 кг. на лошадиную силу въ часъ, количество, соотвѣтствующее объему доставляемой воды. Дѣйствительный объемъ, однако, не долженъ превышать 9,5 кг. Точное измѣреніе хотя еще и не произведено, но можно вполнѣ разсчитывать, что упомянутый расходъ не выйдетъ изъ границъ указанной нормы.

Другая паровая машина, установленная тѣмъ же заводомъ въ 1875 году, имѣетъ горизонтальный паровой цилиндръ, а также расположенный подъ нимъ на глубинѣ 1.820 миллим. цилиндръ насоса. Насосъ этой машины даетъ около 100 литр. въ секунду. При дальнѣйшемъ увеличеніи потребности въ водѣ предположено замѣнить эту машину новою, такою же, какая поставлена въ 1893 году.

Для полученія пара поставлено три корнвалійскихъ котла.

Для очистки воды имѣется аппаратъ Дене.

Дальнѣйшія водоподъемныя устройства состоятъ изъ двухъ газомоторовъ Дейцера, около 50 лощ. силъ, соединенныхъ съ поршневымъ насосомъ двойнаго дѣйствія посредствомъ зубчатыхъ колесъ. Расходъ газа въ этихъ машинахъ выражается 0,750 куб. м. на лошадиную силу.

Для приведенія въ дѣйствіе машинъ имѣется газомоторъ въ 2 лошадиныя силы; для приведенія въ дѣйствіе насосовъ требуется не болѣе 4-хъ минутъ времени.

Насосы большой паровой машины и газомотора питаютъ воду изъ близъ расположеннаго колодца, діаметр. въ 3 м., меньшія машины берутъ воду изъ колодца, діаметр. въ 4 м.

Для обезпеченія водоснабженія, около насосовъ установлена напорная башня, высотой въ 43,5 м. Находящійся въ этой башнѣ, на высотѣ 28,8 м., резервуаръ, объемомъ въ 99 куб. м., служитъ для запаса на случай порчи главнаго резервуара.

## II. Водопроводная сѣть.

Городская сѣть имѣетъ общую длину 62.941 м., при объемѣ въ 1.330 куб. м. Сѣть эта по размѣрамъ діаметровъ раздѣляется слѣдующимъ образомъ:

діаметр.	400	миллим.	. .	2.052	погон. метр.
„	350—380	„	. .	1.946	„ „
„	300 —	„	. .	3.158	„ „
„	200—275	„	. .	3.238	„ „
„	120—200	„	. .	18.222	„ „
„	90—100	„	. .	28.202	„ „
„	60— 80	„	. .	6.123	„ „

62.941 погон. метр.

Въ городѣ имѣется: 54 пожарныхъ крана; 5 водоразборныхъ колодцевъ съ 12-ю спускными трубами и 43 вантузами; 13 городскихъ писсуаровъ и клозетовъ; далѣе имѣется 8 открытыхъ фонтановъ, съ общимъ расходомъ воды въ 243 куб. метр.

Водопроводная сѣть сомкнутая.

На всѣхъ перекресткахъ улицъ имѣются шахты, въ которыхъ устроены приспособленія для спуска воды, снабженныя самодѣйствующими клапанами. Водоспускные клапаны соединены съ отводными каналами. Помѣщенные въ шахтахъ на перекресткахъ улицъ распределительные резервуары въ количествѣ 237 штукъ сообразованы съ количествомъ затворовъ, число которыхъ достигаетъ 802. При прокладкѣ трубъ, для каждаго дома укладывается особое отвѣтвленіе; иногда такое отвѣтвленіе устраивается совмѣстно для двухъ домовъ. Всѣ приводящія трубы чугунныя. Внутри домовъ раньше прокладывались большею частію желѣзныя трубы; въ послѣднее время трубы употребляются въ большинствѣ случаевъ гальванизированныя.

Очистка уличнаго трубопровода отъ образующихся въ нихъ осадковъ производится ежегодно пропускомъ пара подъ высокимъ давленіемъ. Черезъ каждыя 5 лѣтъ производится механическая очистка посредствомъ щетокъ. Такая очистка трубъ обошлась въ 1892 году на каждый погонный метръ по 12 пфенниговъ.

### III. Резервуары.

Главный резервуаръ отстоитъ отъ водокачки на разстояніи 1.150 метр. и соединенъ съ водокачкою трубою, діам. въ 400 миллим. Резервуаръ этотъ расположенъ въ лѣсу на искусственномъ холмѣ, образованномъ изъ близъ лежащихъ резервовъ (черт. 18); въ резервахъ этихъ устроены искусственные пруды. Мѣстность эта соединяется съ городомъ паркомъ. Для подъема земли на насыпь пользовались элеваторами. Входъ на насыпь устроенъ террасами и служитъ мѣстомъ прогулокъ для городскихъ жителей.

Резервуаръ устроенъ изъ желѣзныхъ плитъ, толщиною 8,22 миллим., и имѣетъ форму полушара съ цилиндрическою верхнею частью (черт. 19 и 20). Кромѣ главнаго, имѣется еще одинъ внутренній цилиндрическій бассейнъ, который служитъ вспомогательнымъ резервуаромъ во время ремонта и очистки главнаго.

Дно резервуара покрыто мелкимъ гравіемъ на асфальтѣ; наружныя стѣны залиты густымъ слоемъ асфальта. Для защиты стѣнокъ резервуара, онѣ ограждены кромѣ того слоемъ бетона. Все сооруженіе покрыто сводомъ системы Монье, а для защиты отъ вліянія температуры засыпано землею. Устройствомъ такого ложа, перекрытія и защиты стѣнъ достигнуто то, что при сильной жарѣ лѣтомъ 1893 г. температура воды поднялась лишь на одинъ градусъ по Цельсію.

Протокъ и отводъ воды происходитъ по двумъ желѣзнымъ трубамъ, діаметра въ 300 миллим. Трубы эти заключены въ особый цементный каналъ, въ которомъ помѣщены также и сточныя трубы. Каналъ этотъ заключенъ въ особыя рамы, укрѣпленныя на столбахъ. При выходѣ изъ кривой на прямую линію и при подъемѣ въ резервуаръ положены спиральныя кольца въ видѣ шарнировъ для урегулированія струи.

Для сокращенія длины трубопровода, т. е. горизонтальныхъ участковъ, трубы круто поднимаются въ резервуару. Вершины подъемныхъ трубъ соединены воздушнымъ вантузомъ. Какъ при основаніи, такъ и при входѣ въ резервуаръ трубопроводъ снабженъ задвижками для остановки притока воды, какъ въ главный, такъ и въ вспомогательный резервуаръ.

При основаніи нагнетательныхъ трубъ установленъ замыкающій аппаратъ, который, въ случаѣ какой либо порчи главнаго трубопровода, останавливаетъ притокъ воды и закрываетъ выходъ ея изъ резервуара.

Уровень воды въ резервуарѣ контролируется электрическою сигнализаціею системы Сименса и Гальске, которая показываетъ уровень воды въ резервуарѣ какъ на водокачкѣ, такъ и въ бюро главной дирекціи водопровода. Главные размѣры резервуара слѣдующіе:

Диаметръ главнаго резервуара . . . . .	21 м.
„ вспомогательнаго . . . . .	4 „
Наибольшая глубина . . . . .	13 „
Высота верхняго края надъ уровнемъ земли	36 „
Объемъ главнаго резервуара . . . . .	3.025 „
„ вспомогательнаго резервуара . . . . .	165 „
Вѣсь основныхъ частей	194.415 куб. м.
Земли, потребовавшейся для насыпи,	260.000 куб. м.

Общая стоимость сооруженія, кромѣ стоимости отчужденія, выразилась въ суммѣ 405.000 мар.

*Расходъ воды.*

	Г	О	Д	Б.
	1878.	1883.	1888.	1893.
При числѣ жителей	50.188	53.200	64.700	80.000
Число отвѣтвленій .	1.142	1.967	2.640	3.180
Число крановъ:				
въ кухняхъ . . . . .	4.684	6.932	10.438	13.720
въ рабочихъ помѣщеніяхъ, комнатахъ и т. п. . . . .	5.393	5.826	6.904	8.724
въ клозетахъ, писсуарахъ и т. п. . . . .	935	1.394	2.616	3.976
въ баняхъ . . . . .	322	509	992	1.397
Дворцовыхъ и садовыхъ:				
крановъ . . . . .	1.102	1.404	2.011	2.459
фонтановъ . . . . .	113	116	134	136

	въ 1878 г. куб. м.	въ 1883 г. куб. м.	въ 1888 г. куб. м.	въ 1893 г. куб. м.
Общій расходъ вы- разился . . . .	1.529.344	1.523.992	2.235.860	4.020.416
Наибольшій дневной расходъ . . . .	7.538	8.503	12.042	20.550
Наименьшій дневной расходъ . . . .	1.568	1.825	2.374	2.645
Средній ежедневный расходъ . . . .	4.190	4.175	6.126	10.501

Общій расходъ воды для общественныхъ потребностей, какъ то: для фонтановъ, водоразборныхъ колодцевъ, поливки улицъ, включая сюда городскіе сады, промывку каналовъ и другія общественныя надобности, въ количественномъ и процентномъ отношеніи выражается слѣдующими цифрами:

въ 1878 г. куб. м.	въ 1883 г. куб. м.	въ 1888 г. куб. м.	въ 1893 г. куб. м.
343.697	258.925	514.685	1.127.612
22,47 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	16,90 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	22,77 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	39,00 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> .

Чистый расходъ выражается въ слѣдующихъ цифрахъ:

По водомѣру . . . .	—	167.817	401.840	759.420
По оцѣнкѣ . . . .	1.185.647	1.097.250	1.319.335	2.133.384
Всего . . . .	1.185.647	1.265.067	1.721.175	2.892.804

	въ 1878 г. куб. м.	въ 1883 г. куб. м.	въ 1888 г. куб. м.	въ 1893 г. куб. м.
Для общественныхъ надобностей . . . .	18,8	13,48	22,74	39,00
Для частныхъ . . . .	64,7	65,89	78,14	100,8
Всего . . . .	83,5	79,37	100,88	139,8

Сравнительно большой расходъ воды въ 1893 году, какъ для общественныхъ, такъ и для частныхъ потребностей, объясняется очень сухимъ лѣтомъ, въ виду отсутствія дождей.

Съ постановкою водомѣровъ установлена плата 10 пфен. за 1 куб. метръ расхода воды, причемъ наименьшая плата за каждую отдѣльную водоснабжаемую часть = 100 маркамъ. Расчетъ этотъ, провѣренный по количеству расходуемой воды каждою отдѣльною частію, далъ въ результатѣ ту же цифру (10 пфен.) за куб. метръ израсходованной воды.

#### Водокачка городского сада.

Въ виду сравнительно большого расхода воды, въ городскомъ саду въ 1893 году была устроена особая водокачка; часть воды для сада добывается изъ колодца, діам. въ 3 м. и глубиною въ 10 метр., устроеннаго изъ бетона; остальное количество воды добывается изъ большаго озера, лежащаго у подошвы Лаутерберга. При поливкѣ садовыхъ насажденій колодезная вода соединяется съ болѣе теплою озерною. Паровая машина въ 23 лошадины силы и насосы, вполнѣ сохранившіеся, были взяты изъ стараго городского водопровода. Такъ какъ дымовую трубу для пароваго котла, поверхность нагрѣва коего = 30 куб. м., въ виду близъ расположеннаго холма, гдѣ помѣщается главный резервуаръ, пришлось бы соорудить весьма высокую, что испортило бы общій видъ этой мѣстности, то дымоотводъ отъ котла примкнули къ откосу насыпи и протянули до дымовыхъ трубъ главной городской водокачки. Эти машины пускаются въ ходъ только при наибольшемъ расходѣ воды лѣтомъ, для облегченія главнаго водопровода. При обычномъ расходѣ, вода для потребителей сада берется изъ городского водопровода. Наибольшій ежедневный расходъ воды въ саду до сего времени достигалъ лишь 2.200 куб. метр.

#### Великогерцогскій дворцовый водопроводъ.

Для надобности многочисленныхъ дворцовыхъ сооружений великогерцогской резиденціи, включая театръ и другія сооруженія и службы, а также для поливки большаго дворцоваго сада въ 1862—1865 гг. былъ устроенъ особый водопроводъ. Изъ колодца, діам. 3 м. и глубиною 15 м., вода добывается двумя горизонтальными машинами двойнаго дѣйствія въ 15 лошадиныхъ силъ. Для обра-

зованія пара установлено два корнвалійскихъ паровыхъ котла. Вода поднимается въ находящіеся въ водоемной башнѣ 2 резервуара, помѣщенные на высотѣ надъ уровнемъ земли: первый на 30 метр., а второй—на 22,5 м. Изъ баковъ этихъ ведутъ два трубопровода, развѣтвленныхъ на нѣсколько рукавовъ. Водопроводъ съ болѣе высокимъ напоромъ предназначенъ специально для великогерцогскаго замка и театра.

Протяженіе водопроводной сѣти около 6 километровъ. Водопроводъ этотъ въ двухъ мѣстахъ соединенъ съ городскимъ водопроводомъ, что даетъ возможность, въ случаѣ надобности, пользоваться или тѣмъ, или другимъ водопроводомъ.

#### IV.

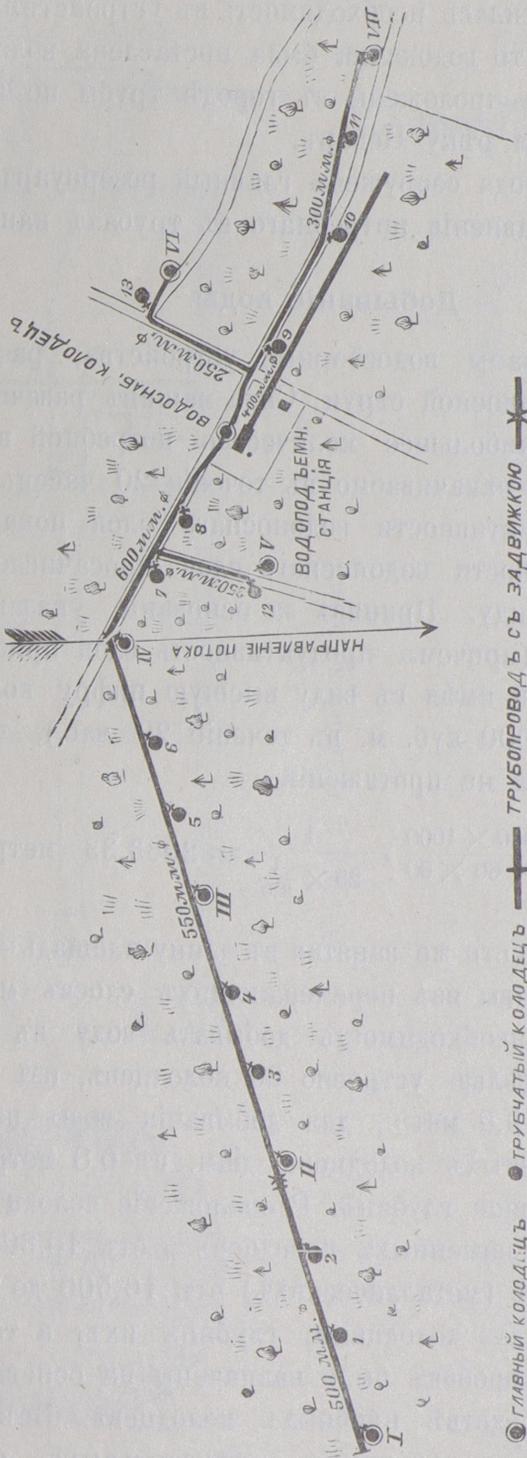
#### Водоснабженіе города Мангейма \*).

При устройствѣ водоснабженія въ гор. Мангеймѣ пришлось считаться съ весьма большими естественными затрудненіями. Не смотря на то, что гор. Мангеймъ расположенъ въ дельтѣ рѣкъ Рейна и Некара, воспользоваться водою изъ этихъ рѣкъ не представилось возможнымъ безъ примѣненія весьма дорогой и сложной искусственной очистки, такъ какъ вода этихъ рѣкъ оказывалась, съ одной стороны, весьма жесткою, а съ другой — съ большимъ содержаніемъ желѣза. Для того же, чтобы воспользоваться водою изъ источниковъ предгорій Одена и Шварцвальда, пришлось бы сдѣлать большія затраты на устройство водопровода весьма значительной длины. Такимъ образомъ гор. Мангеймъ, насчитывающій въ настоящее время болѣе 80.000 жителей, оставался многіе годы безъ правильно устроеннаго водопровода.

Послѣ многолѣтнихъ гидрологическихъ изысканій въ окрестностяхъ Мангейма, въ октябрѣ 1882 года былъ, наконецъ, открытъ въ направленіи сѣверо-западной части города, по ту сторону Некара, на значительной глубинѣ, водоносный слой съ хорошею и въ достаточномъ количествѣ водою.

\*) См. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. 1891 г. Статья *O. Smrecker*. „Das Wasserwerk der Stadt Mannheim“.

При опредѣленіи потребнаго количества воды, было принято въ



Фиг. 1. Планъ водосборныхъ устройствъ.

круглыхъ цифрахъ населеніе города въ 100.000 чел. Считая круглымъ числомъ по 100 литровъ (8,13 ведеръ) на человѣка въ день

являлась потребность въ 10.000 куб. м. воды (813.080 ведеръ), а наибольшая въ 15.000 куб. м.

Такъ какъ встрѣтилась необходимость въ устройствѣ искусственнаго подъема воды, то водокачка была поставлена вблизи каптажа водъ. Отъ водокачки проложены въ городѣ трубы по прямому направленію, пересѣкая рѣку Некаръ.

Въ серединѣ города сооруженъ главный резервуаръ значительной высоты, для уравненія потребнаго въ трубахъ напора.

#### Добываніе воды.

На фиг. 1 показаны водосборныя устройства, расположенныя по направленію водоносной струи. Сила машинъ рассчитана такимъ образомъ, чтобы наибольшее количество потребной воды (15.000 куб. м.) могло быть накачиваемо въ теченіе 20 часовъ. Изысканія въ отношеніи продуктивности водоноснаго слоя показали, что съ 1 кв. метра поверхности водоноснаго слоя просачивается воды до  $\frac{1}{250}$  литр. въ секунду. Принявъ за основаніе указанную норму просачиванія воды (причемъ продуктивность слоя принята на глубину до 25 метр.) и имѣя въ виду высшую цифру количества потребной воды (15.000 куб. м. въ теченіе 20 час.), пришлось бы занять площадь слоя на протяженіи

$$X = \frac{15.000 \times 1000}{20 \times 60 \times 60} \cdot \frac{1}{25 \times \frac{1}{250}} = 2083,33 \text{ метр.}$$

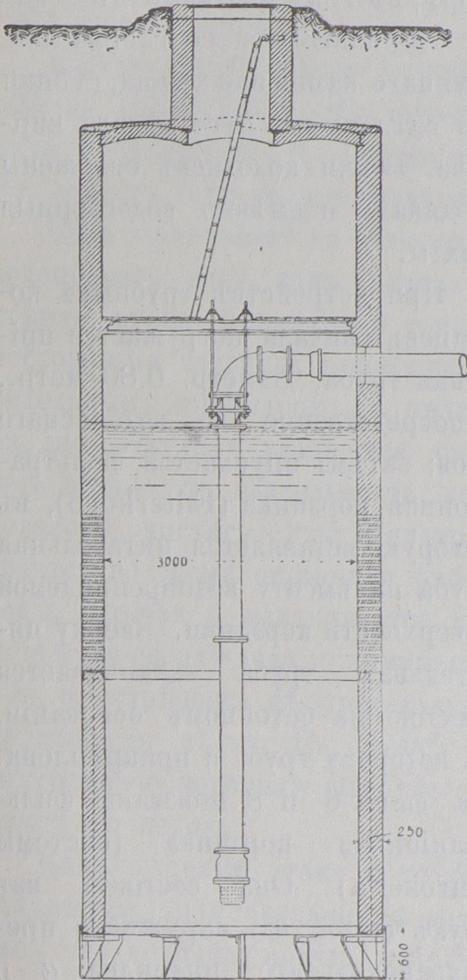
Въ дѣйствительности же занятая въ длину площадь = 2.600 метр.

Свойство подпочвы изъ перемежающихся слоевъ мелкаго песка и гравія вызвало необходимость добывать воду въ нѣсколькихъ мѣстахъ. Съ этой цѣлью устроено 20 колодцевъ, изъ коихъ 7 каменныхъ, діам. въ 3,0 метр., для добыванія воды изъ верхнихъ слоевъ, и 13 трубчатыхъ колодцевъ, діам. въ 0,8 метр., для добыванія воды на большой глубинѣ. Расположеніе колодцевъ показано на фиг. 1; глубина каменныхъ колодцевъ = отъ 10,300 до 11,676 метр., а трубчатыхъ (металлическихъ) отъ 16,500 до 22,600 метр.

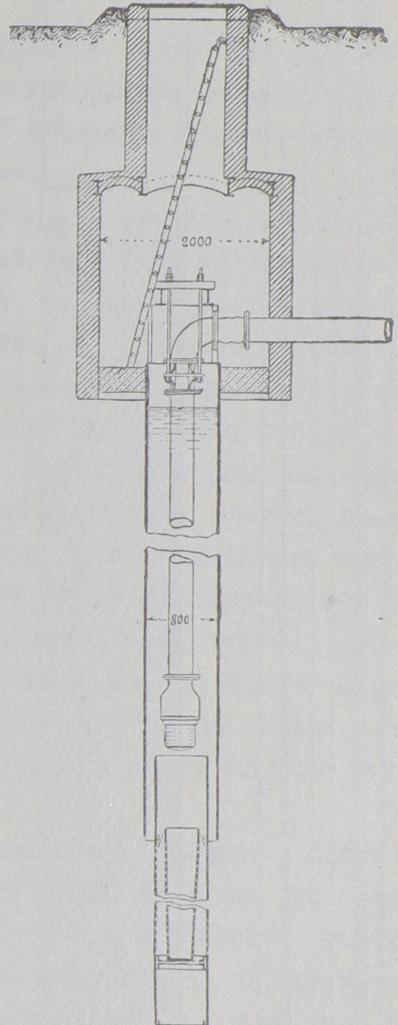
Разстояніе между колодцами, глубина ихъ, а также высота фильтраціонныхъ коробокъ были назначены на основаніи точныхъ изысканій при посредствѣ пробныхъ колодцевъ. Всѣ упомянутые колодцы соединены съ главнымъ собирательнымъ резервуаромъ, расположеннымъ въ машинномъ зданіи. Діаметръ собирательнаго колодца = 5,0 метр. На фиг. 2 и 3 показаны разрѣзъ и планъ главнаго колодца, а на фиг. 4 и 5 трубнаго. Каменная кладка

колодець, діам. въ 3 метра., упирается въ желѣзную раму, тол-

Фиг. 2. Разрѣзь.

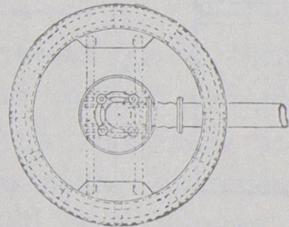
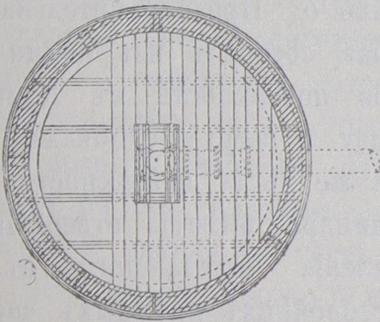


Фиг. 4. Разрѣзь.



Фиг. 2 и 3. Главный колодець.

Фиг. 4 и 5. Трубный колодець.

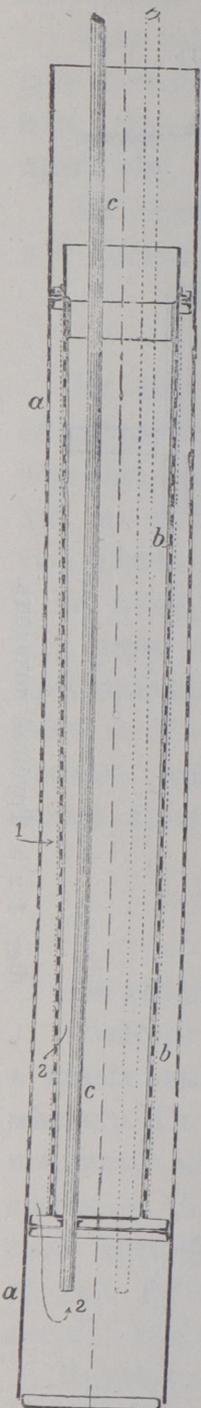


Фиг. 3. Планъ.

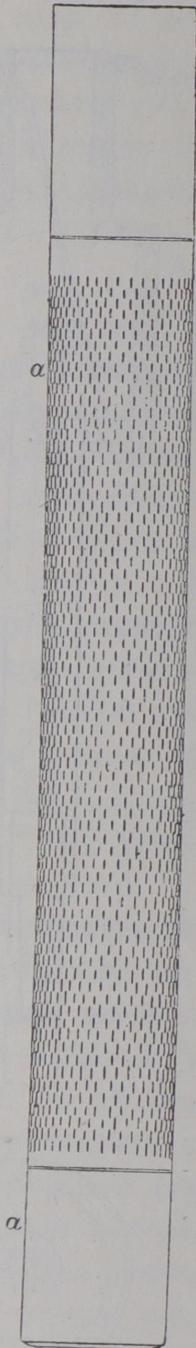
Фиг. 5. Планъ.

щиною до 0,60 метр. Для укрѣпленія каменной кладки въ колодцахъ, на разстояніи 3-хъ метр. установлено 2 желѣзныхъ колодца,

Фиг. 6. Разрѣзъ.



Фиг. 7. Боковой видъ.



Фиг. 6 — 8. Фильтръ.



Фиг. 8. Планъ.

соединенныхъ съ желѣзною рамою. Стѣны колодезь выложены изъ кирпича на цементномъ растворѣ; въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ стѣнки соприкасаются со слоемъ изъ крупнаго камня или хряща, стѣнки эти сдѣланы изъ пустотѣлаго кирпича. Верхи колодезь снабжены сводиками и имѣютъ водосборныя шахты.

При устройствѣ трубныхъ колодезь сначала погружается приемная труба, діаметр. 0,80 метр., непосредственно до водоноснаго слоя; затѣмъ опускается фильтраціонная корзинка (Filterkorb), въ которую вставляется питательная труба на высоту водопроницаемой поверхности корзинки. Вверху питательная труба заканчивается шахтою на бетонномъ основаніи, къ которому труба и прикрѣплена. На фиг. 6 и 8 показана фильтраціонная корзинка (системы Smreker'a). Она состоитъ изъ двухъ частей: изъ наружнаго предохранительнаго цилиндра *a* и собственно фильтраціонной корзинки *b*. Предохранительная коробка состоитъ изъ цилиндрической поверхности съ цѣльными внизу и вверху стѣнками; средняя же часть поверхности этого цилиндра имѣетъ отверстія для удаленія попадающихъ въ воду постороннихъ крупныхъ частицъ. Внутренняя фильтраціонная корзинка имѣетъ отверстія до самаго низа, гдѣ заканчивается также цѣльными стѣнками. Вверху

она можетъ быть также снабжена предохранительною коробкою съ цѣльными стѣнками. Въ той части, гдѣ фильтраціонная корзинка имѣетъ отверстія, она обтянута мѣдной сѣткою, отверстія которой должны быть сообразованы со свойствомъ грунта, дабы предотвратить наносъ песку.

Сквозь крышку фильтраціонной корзины проходятъ до самаго дна ея двѣ трубы с. Внутренняя фильтраціонная корзинка вставлена въ наружный предохранительный цилиндръ такимъ образомъ, что можетъ быть всегда вынута отдѣльно.

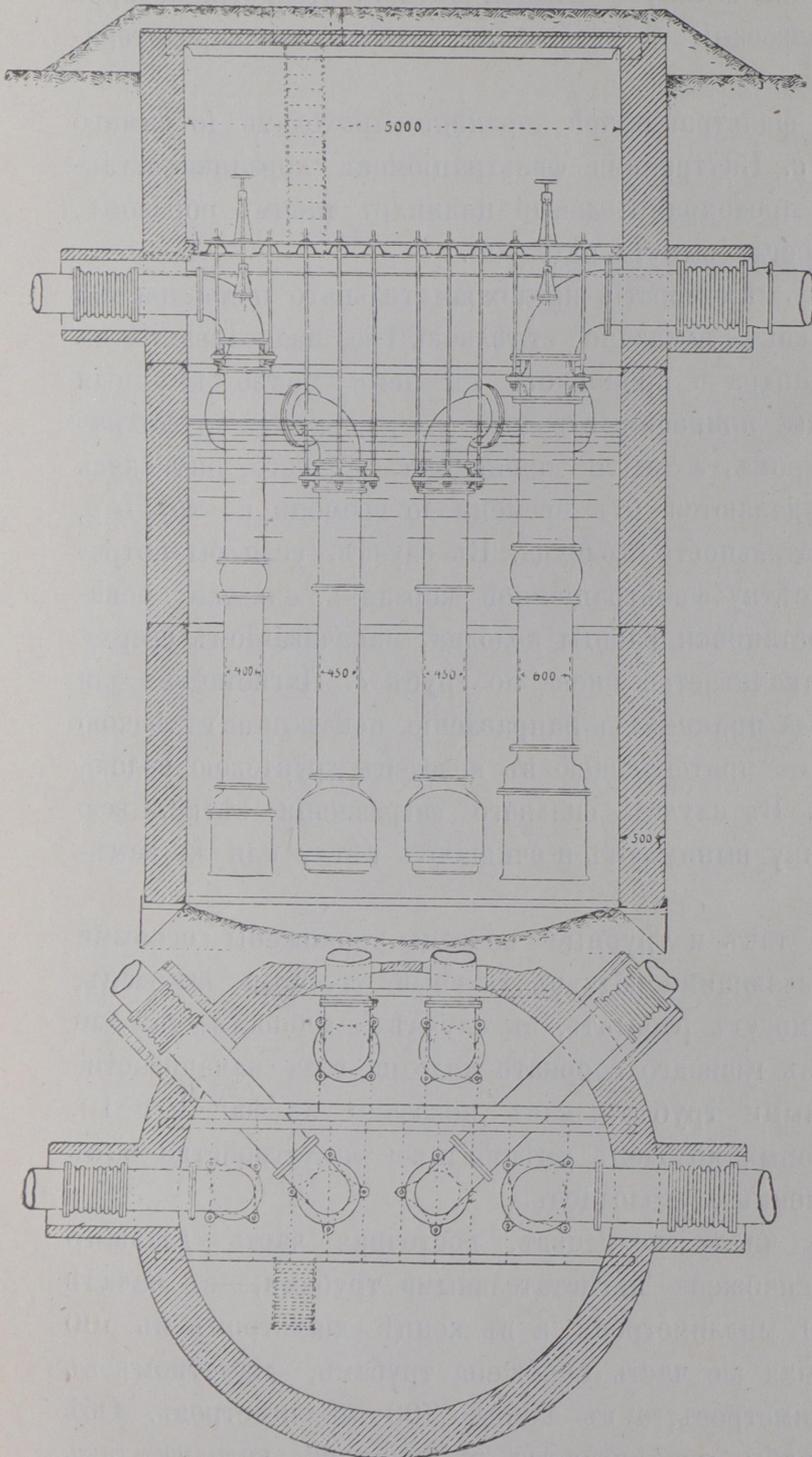
Вода проникаетъ въ отверстія предохранительнаго цилиндра изъ водоноснаго слоя, какъ показано стрѣлкою 1-ю, надавливая на стѣнки этого цилиндра и проникаетъ въ него. Болѣе крупныя постороннія частицы, приносимыя водою, задерживаются предохранительнымъ цилиндромъ, а мелкія проникаютъ въ него, опускаясь на дно, откуда и удаляются отъ времени до времени по трубѣ с, безъ остановки дѣятельности колодца. Въ случаѣ, если бы потребовалось очистить сѣтку фильтраціонной корзины, очистка производится во время остановки работы колодца, накачиваніемъ сверху воды, которая и выкачивается снова по трубѣ с. Нагнетаемая для этой цѣли сверху вода принимаетъ направленіе, показанное стрѣлкою 2-ю, и, встрѣчаясь съ притекающею въ колодець грунтовою водою, промываетъ сѣтку. Въ случаѣ сильнаго загрязненія сѣтки, всю внутреннюю корзину вынимаютъ и очищаютъ сѣтку или же замѣняютъ ее новою.

Какъ главные, такъ и трубные колодцы снабжены особыми клапанами, направляющими воду въ главный сборный колодець, такъ что колодцы могутъ работать, въ случаѣ надобности, каждый въ отдѣльности. Изъ главнаго сборнаго колодца вода накачивается двумя нагнетательными трубами, какъ показано на фиг. 9 и 10. Этотъ главный сборный колодець имѣетъ такое же устройство, какъ и остальные 7 каменныхъ колодцевъ.

Соотвѣтственно числу колодцевъ, восточная часть главнаго сборнаго колодца снабжена нагнетательными трубами;—въ началѣ діаметромъ въ 600 миллиметровъ, а въ концѣ діаметромъ въ 500 миллиметровъ; южная же часть снабжена трубами, діаметромъ въ началѣ 400 миллиметровъ, а въ концѣ 300 миллиметровъ. Обѣ нагнетательныя трубы оканчиваются въ главномъ колодцѣ такъ называемымъ подъемнымъ клапаномъ, показаннымъ на фиг. 11. При остановкѣ работы питательныхъ трубъ, клапанъ этотъ закрывается; для этой же цѣли во всѣхъ колодцахъ устроены особые

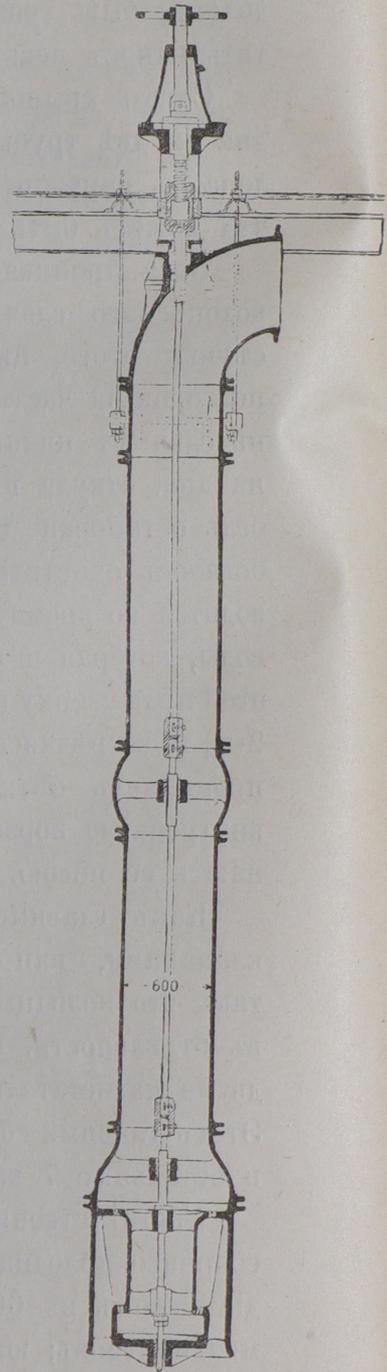
клапаны. Скорость движенія воды по трубамъ, при наибольшемъ рас-

Фиг. 9. Разрѣзъ.



Фиг. 10. Планъ.

Фиг. 9 и 10. Главный водосборъ.



Фиг. 11. Подъемный клапанъ.

ходѣ воды (15.000 куб. метр. въ 20 часовъ), не превышаетъ 0,5 метр.

### Водоподъемныя сооруженія.

Для накачиванія воды имѣется въ настоящее время 3 паровыхъ машины съ 2-мя насосами каждая. Въ особомъ зданіи помѣщаются паровыя машины съ насосами; затѣмъ имѣются особыя зданія для котловъ, для жилыхъ помѣщеній рабочаго персонала и склада. Сила машинъ рассчитана такимъ образомъ, чтобы, въ случаѣ необходимости, увеличить подачу воды до 20.000 кубическихъ метровъ въ теченіе 20 часовъ. При дальнѣйшемъ увеличеніи расхода воды, предполагается поставить 4-ю паровую машину, увеличить число рабочихъ часовъ машинъ до 22 и увеличить число оборотовъ насосовъ.

Машины снабжены насосами съ пустотѣльными поршнями.

При наибольшемъ расходѣ воды каждая машина должна дать въ теченіе 20 часовъ  $666\frac{2}{3}$  куб. м. воды, или 0,0926 куб. метр. въ секунду; отсюда каждый насосъ долженъ давать 46,3 секундо-литровъ.

Высота подъема воды достигаетъ 52,00 метровъ.

Паровыя машины и насосы имѣютъ слѣдующіе размѣры:

#### А. Машины.

Діаметръ цилиндра высокаго давленія . . . . .	450	миллим.
Діаметръ поршневаго стержня . . . . .	75	„
Объемъ поршня . . . . .	1546,25	куб. м.
Діаметръ цилиндра низкаго давленія . . . . .	700	миллим.
„ поршневаго стержня . . . . .	85	„
Объемъ поршня . . . . .	3791,71	куб. м.

Число оборотовъ въ минуту:

среднее . . . . .	27½	
высшее . . . . .	42	
Подъемъ . . . . .	900	миллим.
Средній ходъ поршней . . . . .	825	„
Предѣльный . . . . .	1.260	„

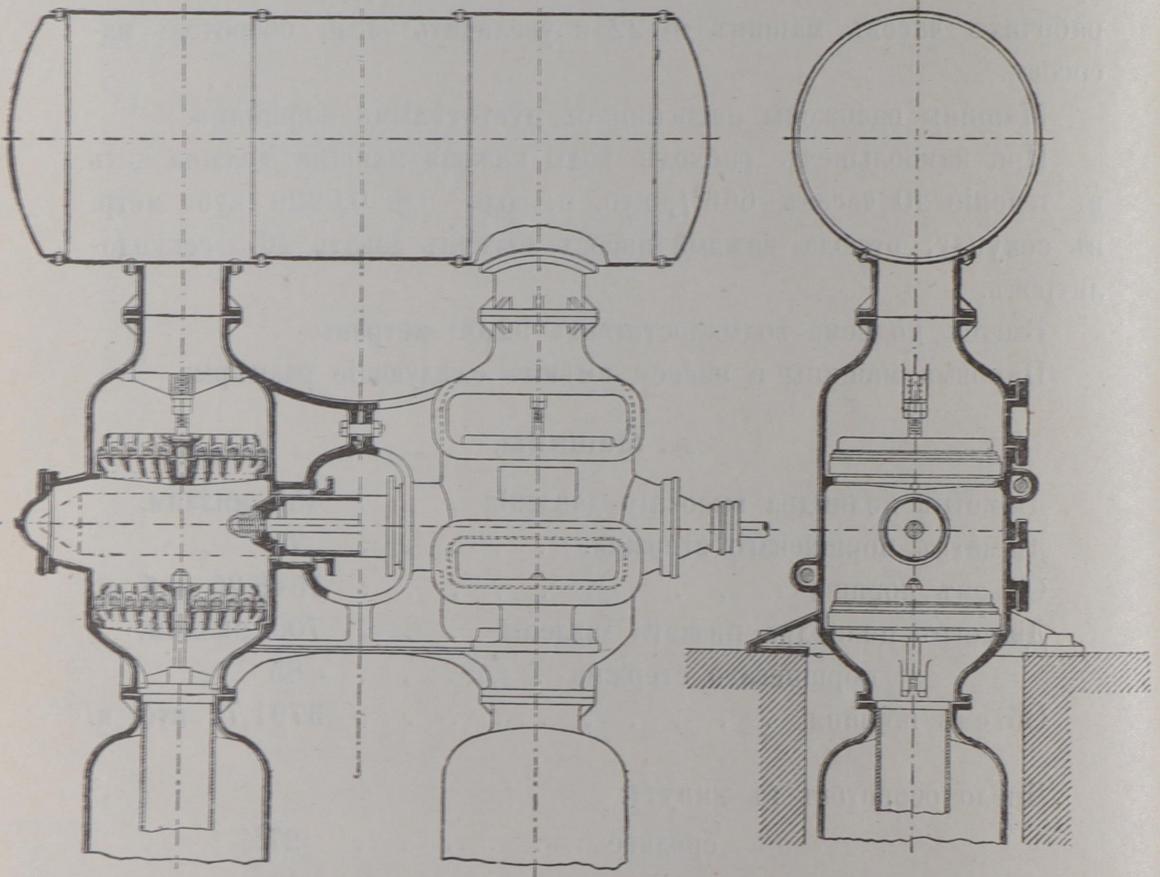
#### Б. Насосы.

Діаметръ пустотѣльныхъ поршней . . . . .	280	миллим.
Подъемъ . . . . .	900	„
Средній ходъ поршней . . . . .	825	„
Предѣльный . . . . .	1.260	„

Паровыя машины съ валапанами и парораспредѣлителями системы Зульцера. Насосы (фиг. 12 и 13) горизонтальные съ кольцевыми валапанами.

Для образования пара служатъ 3 корнвалійскихъ котла съ подогрѣвателями и трубами системы Галлова. Размѣры котловъ слѣдующіе: поверхность нагрѣва — 67 квад. м., подогрѣвателей — 33 квад. м., давленіе  $6\frac{1}{2}$  атмосферъ; поверхность рѣшетки колосниковъ—1,65 куб. м.

Фиг. 12 и 13. Насосъ.



Фиг. 12. Боковой видъ и продольный разрѣзъ.

Фиг. 13. Поперечный разрѣзъ.

#### Водоводъ.

Отъ водокачки вода направляется въ городу по чугуннымъ трубамъ; длина водовода около 7.000 метр. Диаметръ трубъ рассчитанъ по принципу наименьшихъ расходовъ на устройство и эксплуатацію водопроводныхъ сооружений. Въ данномъ случаѣ для расчета служила формула О. Smrecker'a, въ которой скорость движенія воды

$v$  выражена въ слѣдующей зависимости отъ указанныхъ элементовъ \*):

$$v = \frac{1}{\left(\frac{\pi}{4}\right)} \sqrt[3]{\frac{\mu}{\frac{M}{6} + \frac{3.650}{3} \cdot S \cdot K}},$$

гдѣ:

$S$  обозначаетъ число ежедневныхъ рабочихъ часовъ машинъ,  
 $M$  стоимость машинныхъ сооружений на одну паровую силу,  
 $\mu$  — стоимость 1-го метра трубы наивыгоднѣйшаго діаметра  $d$  съ укладкою,

$K$  стоимость эксплуатаціи каждой паровой силы въ теченіе одного часа работы (топливо, смазки и пр.).

Въ данномъ случаѣ величина полезной скорости  $v$  выразилась 0,491 м., соотвѣтственно чему діаметръ трубъ былъ принятъ въ 600 миллим. Діаметръ этотъ сохраненъ до развѣтвленія трубъ въ предмѣстьи—Neckarvorstadt, откуда діаметръ трубъ уменьшенъ до 550 миллим.

Непосредственно за отвѣтвленіемъ, водопроводъ вступаетъ въ затопляемую долину Некара и пересѣкаетъ послѣднюю.

Въ затопляемой части долины рѣки проложена двойная система трубъ, соединенная между собою и могущая дѣйствовать отдѣльно въ случаѣ какой либо порчи во время половодья. При переходѣ рѣки Некара проложены желѣзныя сифонныя трубы (Ducker). Трубы эти были собраны на особомъ паромѣ и погружены въ рѣку въ приготовленный землечерпательною машиною каналъ. При пересѣченіи водопроводомъ желѣзной дороги Ludwigsbahn не потребовалось особыхъ сооружений, а проложены обыкновенныя желѣзныя трубы.

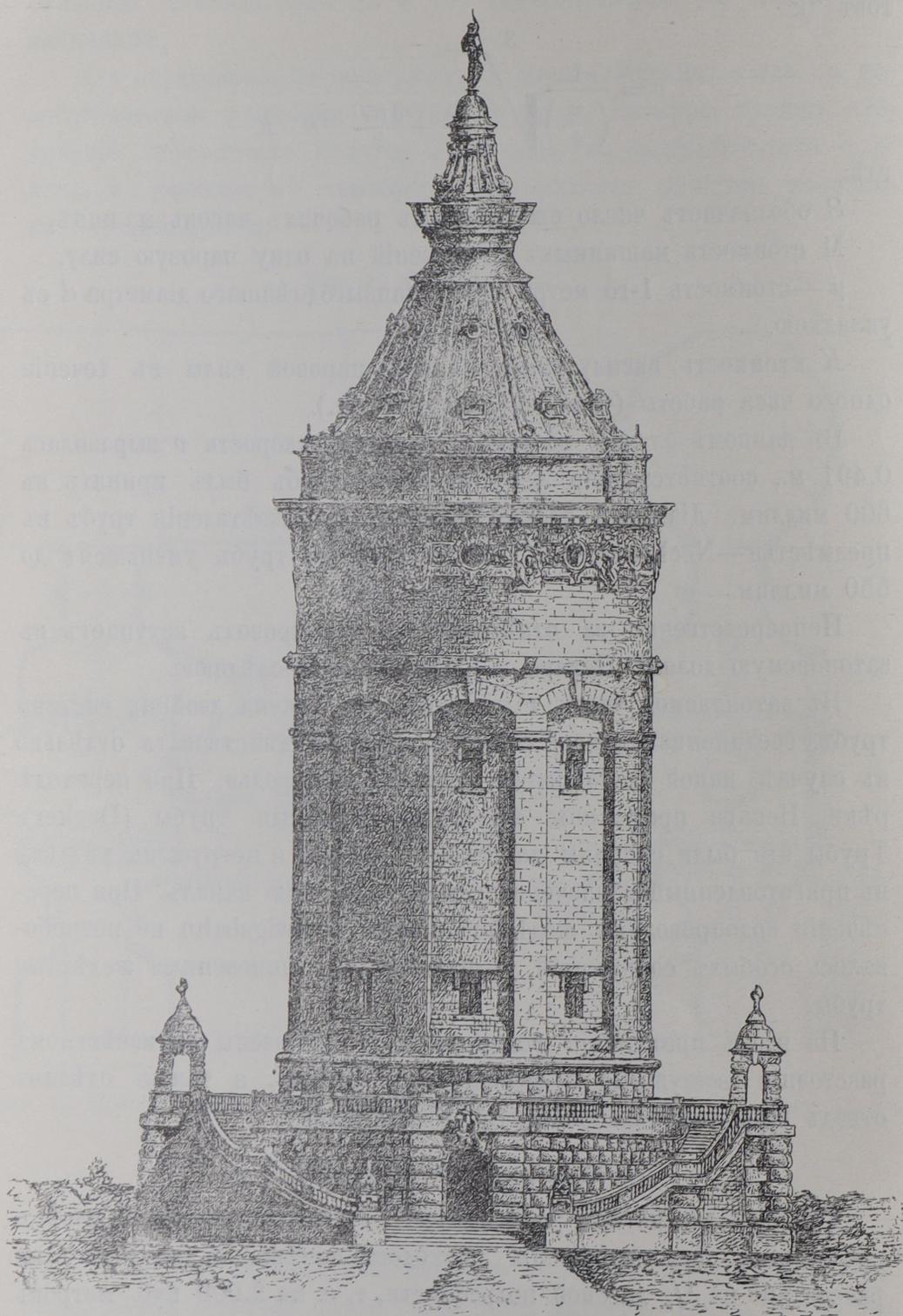
На всемъ протяженіи водопровода установлены на извѣстномъ разстояніи воздушныя и водоспускныя краны, а также сдѣланъ отводъ воды изъ водопровода въ рѣку Некаръ.

#### Главный резервуаръ.

Главный резервуаръ расположенъ въ особомъ зданіи на извѣстной высотѣ. Для уменьшенія расходовъ помѣщеніе для воды было рассчитано на  $\frac{1}{5}$  дневной потребности, т. е. на 2.000 куб. метровъ. Въ виду того, что водоемная башня расположена посреди города,

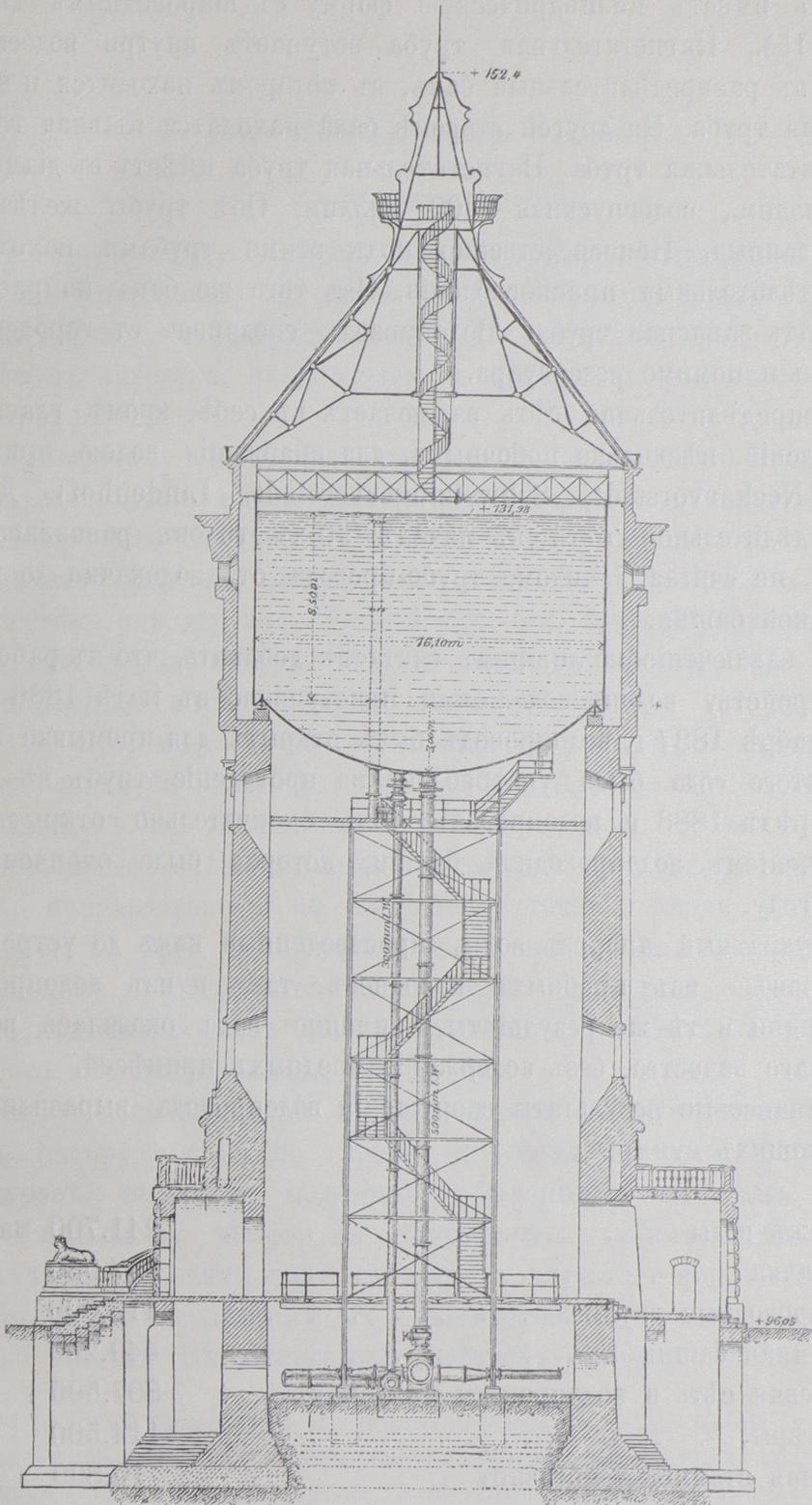
\*) См. *O. Smrecker*. Die Bestimmung der finanziell günstigsten Gechwindigkeit des Wassers in Druckleitungen unter Voraussetzung künstlicher Hebung. Zeitschr d. V. D. I. 1889 г., S. 95.

сооруженію этому приданъ весьма изящный видъ и зданіе возведено



Фиг. 14. Водоемная башня.

особенно капитальнымъ (фиг. 14). Фасадъ зданія выведенъ изъ булыжнаго камня, а крыша покрыта мѣдными листами; нижняя



Фиг. 15. Бакъ.

часть башни возведена изъ плитняка, а верхняя—изъ кирпича. Основаніе башни построено на бетонѣ.

Бакъ имѣеть цилиндрическую форму съ шаровиднымъ дномъ (фиг. 15). Нагнетательная труба вступаетъ внутри водоемной башни въ распредѣлительный бакъ, въ которомъ находится и водоспускная труба. На другой сторонѣ бака находится главная городская питательная труба. Нагнетательная труба имѣеть въ діаметръ 500 миллим., водоспускная—300 миллим. Обѣ трубы желѣзныя, оцинкованныя. Непосредственно подъ этими трубами находятся распредѣлительныя приспособленія. Изъ того же бака направлена въ городъ запасная труба. Водопроводъ соединенъ съ городскими трубами и помимо резервуара.

Распредѣлительная сѣть заключаетъ въ себѣ, кромѣ главныхъ отвѣтвленій, нѣсколько побочныхъ, для снабженія водою пригородовъ (Neckarvorstadt, Schwetzingenvorstadt, Lindenhof). Длина распредѣлительной сѣти въ началѣ 90-хъ годовъ равнялась 55 килом., не считая 7 килом. трубо-провода отъ водокачки до водопроводной башни.

Въ заключеніе не лишнимъ считаемъ добавить, что къ работамъ по устройству водопровода было приступлено въ іюль 1886 г., а въ декабрь 1887 г. водопроводъ былъ открытъ для промывки сѣти; зима этого года была употреблена на проведеніе трубъ въ дома. Въ апрѣль 1888 г. водопроводъ былъ окончательно открытъ, за исключеніемъ водопроводной башни, которая была окончена въ 1889 году.

Двукратный анализъ воды, произведенный какъ до устройства водопровода изъ пробныхъ колодцевъ, такъ и изъ водопровода, далъ одни и тѣ же результаты, а именно—вода оказалась весьма хорошаго качества, безъ содержанія вредныхъ примѣсей.

Финансовые результаты сооруженія водопровода выразились въ слѣдующихъ суммахъ:

Каптажъ воды . . . . .	241.700	марокъ.
Водокачка . . . . .	337.000	”
Водопроводныя трубы . . . . .	413.000	”
Водоемная башня . . . . .	449.200	”
Городская сѣть и водопроводы въ домахъ . .	807.500	”
Водомѣры . . . . .	114.500	”
Опытная станція и магазинъ . . . . .	10.800	”

---

А всего . . . . . 2.373.700 марокъ.

## V.

## Водоснабженіе города Кельна \*).

## Римскій водопроводъ.

Многочисленные и весьма ясные слѣды указываютъ на то, что существовавшая на мѣстѣ нынѣшняго гор. Кельна римская колонія имѣла устроенный водопроводъ для питьевой воды, который, въ формѣ акведука, направлялся съ юго-запада, рядомъ со старою дорогою въ Zulpich.

Водопроводъ этотъ, какъ выяснилось по тщательно произведеннымъ изслѣдованіямъ, питался водою частью изъ горной рѣчки Hürther, близъ деревни Hüh, а затѣмъ, у деревни Hermülheim, принималъ воду на водораздѣлѣ рѣкъ Мозеля, Мааса и Рейна, на востокъ отъ деревни Nettersheim, отъ которой онъ поворачивалъ затѣмъ на сѣверъ. Первая часть водопровода, до деревни Hermülheim, имѣетъ форму каменнаго лотка, шириною отъ 0,37 до 1,04 метр., а на остальномъ протяженіи водопроводъ въ формѣ акведука имѣлъ въ діаметрѣ отъ 0,73 до 1,17 метра.

Акведукъ изъ Hermülheim въ Кельнъ, какъ это можно судить по оставшимся слѣдамъ, шелъ въ началѣ пути подземнымъ каналомъ, направлявшимся по нынѣшнему теченію рѣчки Duffesbach, шириною въ 0,57 метр.; высоту же этого канала, за отсутствіемъ сводовъ, не представляется возможнымъ опредѣлить. На дальнѣйшемъ протяженіи этотъ водопроводъ былъ устроенъ въ видѣ надземнаго каменнаго канала или трубы.

Изъ расположеннаго посреди города водосборнаго бассейна вода распредѣлялась по городу, занимавшему площадь до 96,80 гектаровъ, частью по подземнымъ каменнымъ каналамъ, частью по свинцовымъ, частью по гончарнымъ трубамъ, слѣды коихъ встрѣчаются до сихъ поръ въ старыхъ частяхъ города. Свинцовыя трубы имѣли въ діаметрѣ 68 миллиметровъ, при толщинѣ стѣнокъ до 3½ миллим. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ стараго города открыто

\*) „См. *Die Beleuchtung und Wasserversorgung der Stadt Köln*“. Трудъ этотъ, съ описаніемъ главнѣйшихъ сооруженій въ историческомъ, техническомъ и хозяйственномъ отношеніи, составленъ подъ руководствомъ директора водопроводныхъ и освѣтительныхъ устройствъ города Кельна, г. Жоли (F. Joly) въ 1895 году по случаю 35-го Съѣзда Общества газоваго освѣщенія и водоснабженія (Deut. Ver. von Gas und Wasserfachmännern).

существованіе въ домахъ купаленъ, устроенныхъ въ видѣ колодцевъ осьмиугольной формы, діаметромъ до 2-хъ метровъ, съ водопроводными и водоотводными трубами.

#### Водоснабженіе города помощью колодцевъ.

Изъ факта существованія римскаго водопровода можно судить, что снабженіе городовъ и селеній свѣжею и здоровою для питья водою во времена Римской Имперіи находилось въ гигиеническомъ отношеніи на такой высотѣ, до которой техника водоснабженія достигла лишь въ наши дни. Затѣмъ, болѣе 5 столѣтій, до начала 18-го, водоснабженіе города Кельна находилось въ весьма незавидномъ положеніи.

Весь городъ, въ продолженіе указаннаго срока, снабжался водою изъ колодцевъ, которые были разбросаны въ различныхъ частяхъ города. Колодцы эти были снабжены водоподъемными колесами для выкачиванія воды и принадлежали частью городу, а частью отдѣльнымъ владѣльцамъ.

Въ половинѣ 18-го столѣтія, а именно въ 1745 году, впервые появились такъ называемые питательные колодцы, изъ коихъ вода добывалась насосами. Колодцы эти, какъ закрытые, не такъ скоро загрязнялись, и вскорѣ получили очень широкое распространеніе и вытѣснили старую систему колодцевъ.

Питательные колодцы существовали въ Кельнѣ до 1872 года, до открытія центрального водоснабженія этого города.

#### Устройство центрального водоснабженія города Кельна.

Первоначальный проектъ устройства центрального водоснабженія на концессионныхъ началахъ возникъ еще въ 1840 году. Проектъ этотъ, встрѣченный весьма сочувственно подлежащими властями, однако, не осуществился за пропускомъ предпринимателями даннаго имъ годичнаго срока для разработки подробнаго проекта и формальнаго заключенія условія.

Въ 1851, 1853 и 1854 гг. появились другіе предприниматели, предлагавшіе устроить водопроводъ на свой счетъ, но представленный ими проектъ устройства водопровода и предъявленные условія оказались для города невыгодными, да и сами предприниматели не могли собрать соотвѣтствующихъ денежныхъ средствъ.

Затѣмъ въ продолженіе 12-ти лѣтъ, а именно до 1866 года, было представлено городу разными предпринимателями нѣсколько проектовъ по устройству водоснабженія. Всѣ эти предложенія, однако, встрѣтили мало сочувствія со стороны городскихъ властей въ виду невыгодности предложеній, а особенно многолѣтнихъ концессій,—до 50 лѣтъ.

Наконецъ, въ 1866 году, городомъ былъ одобренъ проектъ устройства водопровода, составленный инженеромъ Мооре (Moore), находившимся при постройкѣ водопровода въ Берлинѣ.

По проекту Мооре, водопроводъ былъ рассчитанъ на подачу воды до 15.460 куб. метр. въ сутки. Добываніе воды должно было производиться на берегу рѣки Рейна у Альтебурга (Alteburg); очистка воды предполагалась помощью естественнаго отстоя въ глубокихъ колодцахъ. Предполагалась также очистка, въ случаѣ надобности, помощью фильтровъ. Главный резервуаръ былъ рассчитанъ на объемъ воды въ 120.000 куб. футовъ.

Для сооруженія этого водопровода, къ постройкѣ котораго было приступлено лишь въ 1868 году, городъ заключилъ заемъ, и такимъ образомъ предпріятіе было осуществлено на городской счетъ. Окончаніе постройки водопровода затянулось на 3 слишкомъ года, такъ что водопроводъ открытъ лишь въ концѣ феврала 1872 года.

Для добыванія воды служатъ три глубокихъ колодца, изъ коихъ каждый даетъ при низкомъ уровнѣ грунтовыхъ водъ до 500 куб. метр. въ часъ. Колодцы имѣютъ въ діаметрѣ 5,5 м., 18 метровъ глубины, а нижній вѣнецъ колодцевъ лежитъ на 8 метровъ ниже подошвы Кельнской водомѣрной рейки. Находящійся вблизи машиннаго зданія колодезь  $a^1$  (черт. 1) соединенъ съ нагнетательнымъ паровымъ насосомъ, тогда какъ колодцы  $a^2$  и  $a^3$  имѣютъ отдѣльные паровые насосы. Накачиваемая насосами вода направляется въ особую шахту, помѣщающуюся подъ машиннымъ зданіемъ нагнетательныхъ насосовъ. Излишняя вода, накачиваемая насосами, спускается въ колодець  $a^4$ . Изъ шахты нагнетательными насосами вода направляется въ городъ по главной трубѣ.

Питательные и нагнетательные насосы не соединены между собою,—съ цѣлью уменьшить толчки и удары въ водопроводѣ.

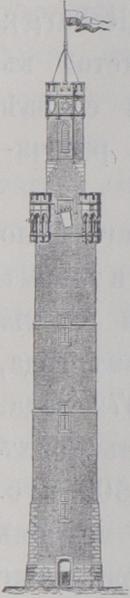
Три паровыя нагнетательныя машины системы Вольфа съ балансирами и приборомъ для уравненія движенія (Kataraktsteuerung) работаютъ поочередно. Общая работа машинъ даетъ до 1350 куб. метр. въ часъ.

Для образованія пара служатъ 8 паровыхъ корнвалійскихъ кот-

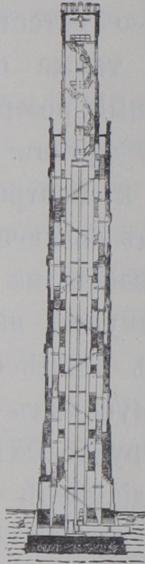
ловъ, поверхность нагрѣва коихъ равна 65 куб. метр. Котлы эти работаютъ при  $3\frac{1}{2}$  атмосферахъ. Для питанія котловъ водою имѣется два вортингтоновскихъ насоса.

Для уменьшенія колебанія воды въ трубахъ при нагнетаніи ея на значительную высоту (до 50 метр.), а также для защиты отъ ударовъ въ главной трубѣ водопровода, а въ случаѣ какой-либо поломки въ трубахъ,—для защиты отъ дальнѣйшаго разрушенія,—при водокачкѣ въ Альтебургѣ устроена особая система трубъ (Standrohr), заключенныхъ въ особую башню (фиг. 1 и 2).

Фиг. 1 и 2. Башня Альтебургской водокачки.



Фиг. 1.  
Фасадъ.



Фиг. 2.  
Верт. разрѣзъ.

Сооруженіе это состоитъ изъ двухъ трубъ, діаметромъ около 900 миллим., изъ коихъ одна служитъ водоподъемною, а другая одоспускною.

Трубы имѣютъ въ высоту 52,5 метра и заключены въ желѣзный ящикъ. Надъ ящикомъ устроена еще одна открытая вверху желѣзная труба, діаметромъ 900 миллим. и 14 метр. высоты, къ которой прикрѣплена водоспускная труба, діаметромъ 400 миллим., имѣющая общую высоту 65,2 метра. Всѣ эти трубы заключены въ четырехъугольную каменную башню (фиг. 2).

Кромѣ этихъ сооруженій при водокачкѣ имѣется мастерская и домъ для машинистовъ и кочегаровъ.

Въ 1883-1885 годахъ было приступлено къ расширенію этого водопровода и сооружена новая водокачка, именуемая „Pumpwerk Severin“. При устройствѣ новой водокачки оставлена прежняя система добыванія изъ глубокихъ колодцевъ, но паровыя машины поставлены съ маховыми колесами.

Вода добывается изъ шести глубокихъ колодцевъ, отстоящихъ другъ отъ друга до 50 метр. Колодцы эти находятся на разстояніи 800 метр. отъ берега Рейна и имѣютъ въ діаметръ, какъ и прежніе, 5,5 м.; глубина ихъ—20 метровъ; продуктивность каждаго колодца колеблется отъ 350 до 500 куб. метр. въ часъ.

Въ каждомъ колодцѣ находится нагнетательная труба, діаметромъ 500 миллим., воронкообразное окончаніе коей на 1,5 метра отстоитъ отъ основанія подошвы колодца. Колодцы эти соединены

системою трубъ по три вмѣстѣ и имѣють общую трубу, оканчивающуюся въ зданіи насосовъ, гдѣ имѣются особые чугунные ящики (родъ шахты) или колодцы. Оба эти ящики соединены съ паровыми насосами.

Насосы на этой водокачкѣ поршневыя, двойнаго дѣйствія, съ шарнирными клапанами, а паровыя машины—системы Вульфа съ балансирами и конденсаціей.

Количество поднимаемой воды—1260 куб. метр. въ часъ. Поднимаемая вода направляется въ расположенный позади машиннаго зданія подземный бакъ, емкостью до 1400 куб. метр., откуда и нагнетается въ питательную шахту нагнетательныхъ насосовъ.

Для образованія пара служатъ 6 паровыхъ корнвалійскихъ котловъ, работающих при 6 атмосферахъ. Питаніе котловъ водою производится двумя паровыми насосами или 6-ю инжекторами. Передъ поступленіемъ въ котлы вода подогревается; кромѣ того воду очищаютъ прибавленіемъ соды, для уничтоженія образованія накипи. Очистка воды производится въ бакѣ, находящемся подъ землю вблизи котловъ.

*Водоемная башня* находится въ наивысшей точкѣ, посрединѣ города. Сооруженіе это каменное, построенное на цементѣ. На высотѣ 30 метровъ установленъ чугунный бакъ, діаметромъ 32,3 метр. и высотой 4,6 метр., объемъ его—4000 куб. метр.; бакъ этотъ покоится на чугунныхъ же балкахъ. Снаружи бакъ обтянутъ желѣзными кольцами.

Внутри бакъ раздѣленъ перегородкою на два равныя отдѣленія, которыя имѣють независимый одинъ отъ другаго трубопроводъ, діаметромъ 785 миллим., соединяющійся непосредственно съ городской сѣтью. Независимо отъ сего въ каждомъ отдѣленіи имѣется особая водоспускная труба, діаметр. 520 миллим.

*Городская водопроводная сѣть* (черт. 2) распределена такимъ образомъ, что каждая водокачка работаетъ въ особомъ направленіи. Непосредственно за машиннымъ зданіемъ, въ главныхъ трубопроводахъ помѣщены запорные клапаны, имѣющіе назначеніе заперать воду въ водопроводной сѣти въ случаѣ какихъ либо поломокъ въ насосахъ или машинахъ.

Магистраль водопроводной сѣти отъ водокачки въ Альтебургѣ расположена параллельно рѣкѣ Рейну. Трубы этой сѣти имѣють различный діаметръ, начиная отъ 315 миллим. и кончая 785 миллиметромъ, при входѣ въ главный резервуаръ.

Магистральная линія водокачки Северина окружаетъ городъ

периферически. Диаметръ трубъ прилегающей сѣти различный, отъ 500 до 700 миллим. Трубы обѣихъ водокачекъ соединяются въ нѣсколькихъ мѣстахъ. Наименьшій диаметръ трубъ нѣкоторыхъ отвѣтвленій 100 миллим., а наибольшій—785.

Трубы расположены на глубинѣ 1,5 метр. Общая длина сѣти—202.072 метра.

До введенія въ Кельнѣ водомѣровъ была установлена слѣдующая тарифная плата за пользованіе водою: въ жилыхъ помѣщеніяхъ 3 пфеннига за квадратный метръ пола cadaго этажа по четвертямъ года; за квадратный метръ площади сада и двора съ расходомъ до 400 куб. м.—1 пфеннигъ и за каждые слѣдующіе квадратные метры до 1.000 куб. м.—0,5 пф.; отъ 1.000 до 2.000 куб. м.—0,4 пф. Для фонтановъ, бань и т. п. заведеній былъ установленъ дополнительный тарифъ.

Необычайно большой расходъ воды жителями, а именно до 168,44 литра ( $13\frac{1}{2}$  ведеръ) въ сутки на человѣка въ среднемъ, считая по общему годовому расходу, и до 220,5 литра (18,7 ведра) наибольшаго суточного потребленія, вынудилъ изыскивать мѣры къ уменьшенію этого расхода, такъ какъ водопроводъ не былъ въ состояніи удовлетворять насущнымъ потребностямъ города. Съ этою цѣлью состоялось постановленіе объ обязательномъ введеніи водомѣровъ и измѣненіи тарифной платы, которая была уменьшена съ 3 до  $2\frac{1}{2}$  пфенниговъ на квадратный метръ этажа жилыхъ помѣщеній. Въ 1895 году была закончена постановка водомѣровъ.

Обязательнымъ введеніемъ водомѣровъ достигнуто значительное сокращеніе расхода воды, какъ видно изъ графической таблицы (черт. 3); въ 1893-94 годахъ уменьшеніе это достигло 26%, а въ слѣдующемъ году еще 22%.

Установленные къ 1-му апрѣля 1895 года 16.221 водомѣры были системъ и размѣровъ, какъ показано въ таблицѣ А.

Общій расходъ воды въ 1894-95 годахъ выразился въ цифрѣ 9.014.880 кубич. метр.; раздѣляя это количество на число жителей къ тому времени (292.400), получимъ ежедневный расходъ воды на cadaго человѣка—84,47 литр. (6,87 ведра).

Для повѣрки дѣйствія водомѣровъ среди города устроена повѣрочная станція.

Для украшенія города въ послѣднее время открыто нѣсколько изящныхъ фонтановъ-монументовъ.

Общая стоимость водопроводныхъ устройствъ города Кельна со всѣми накладными расходами выразилась въ слѣдующихъ суммахъ показанныхъ въ таблицѣ В.

ТАБЛИЦА А.

Системы водомѣровъ.	Размѣръ въ миллиметрахъ.											Общее число водомѣровъ.		
	250	200	150	125	100	80	50	40	33	26	20		13	10
Siemens und Halske . . . . .	1	2	4	—	64	93	69	197	200	464	3.522	1.317	5	5.938
Meinecke . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	320	5.199	3.918	—	9.437
Dreyer, Rosenkranz und Droop . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	124	86	—	258
Lux . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	383	—	—	383
Wiesenthal te C-ie . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	160	20	—	180
Spanner . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	8
Ketterer . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	12
Thomson . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
Valentin . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	4
	1	2	4	—	64	93	69	197	200	833	9.912	5.341	5	16.221

ТАБЛИЦА В.

Наименование расходовъ.	Общая стоимость.		Погашено.		Продано.		Осталось непогашеннымъ къ 1-му апрѣля 1895 года.	
	м.	п.	м.	п.	м.	п.	м.	п.
	1. Приобрѣтеніе земель въ Альтебургѣ . . . . .	30.825	59	10.825	59	—	—	20.000
2. Зданія и колодцы " " . . . . .	530.158	30	440.158	30	—	—	90.000	—
3. Машины и насосы " " . . . . .	502.110	72	47.000	72	2.000	—	30.000	—
4. Приобрѣтеніе земель въ Северишѣ . . . . .	520.186	66	234.106	66	—	—	286.000	—
5. Зданія и колодцы " " . . . . .	693.878	66	423.878	66	—	—	270.000	—
6. Машины и насосы " " . . . . .	638.711	74	508.711	74	—	—	130.000	—
7. Приобрѣтеніе земель для водохранилищъ . . . . .	110.671	07	40.671	07	—	—	70.000	—
8. Водохранилище . . . . .	398.549	85	368.549	85	—	—	30.000	—
9. Напорная башня (Standrohr) . . . . .	168.288	15	168.288	15	—	—	—	—
10. Водопроводная сѣть стар. города . . . . .	1.040.453	24	770.453	24	—	—	270.000	—
11. " " новой части . . . . .	1.183.921	99	814.921	99	—	—	369.000	—
12. " " пригородовъ . . . . .	502.181	94	307.181	94	—	—	195.000	—
13. Водомѣры . . . . .	743.640	99	478.255	20	—	—	265.385	79
14. Мастерскія . . . . .	26.732	01	23.732	01	—	—	3.000	—
15. Движимость . . . . .	1.789	—	1.489	—	—	—	300	—
16. Различные накладные расходы по водопроводу въ Альтебургѣ . . . . .	744.009	93	744.009	93	—	—	—	—
Итого . . . . .	7.836.029	84	5.805.344	05	2.000	—	2.028.685	79

## VI.

## Водоснабженіе гор. Висбадена \*).

Историческій очеркъ развитія водопроводныхъ устройствъ.

Городъ Висбаденъ уже сравнительно давно воспользовался всѣми новѣйшими открытіями и усовершенствованіями въ области техники водоснабженія, которыя даютъ возможность въ каждомъ сооруже­ніи, расположенномъ въ водопроводной сѣти, во всякое время пользоваться въ потребномъ количествѣ и хорошаго качества водою. Уже во время франко-прусской войны 1870 г. большинство домовъ города Висбадена пользовалось новою водопроводною сѣтью, и 2-е сентября 1870 г. слѣдуетъ считать днемъ офіціального открытія новаго водопровода, ибо именно въ этотъ день, день Седанскаго боя, была впервые направлена изъ новаго водопровода, отъ Городского собора на Торговую площадь, величественная струя, освѣщенная бенгальскими огнями.

Прежде, чѣмъ приступить къ описанію новаго водопровода, необходимо сказать нѣсколько словъ о существовавшемъ до того времени водоснабженіи города Висбадена.

Въ прежнія времена жители Висбадена пользовались исключительно колодезною водою. Къ числу общественныхъ водоемовъ начала текущаго столѣтія слѣдуетъ отнести колодець съ насосомъ, помѣщавшійся на Торговой площади.

По окончаніи войны 1812 г. жизнь стала замѣтно обновляться и выдвинула на очередь вопросъ о болѣе раціональномъ водоснабженіи города.

Такъ какъ расположенные вокругъ города открытые источники давали весьма жесткую воду, то было обращено вниманіе на подземные ключи. Вскорѣ же былъ открытъ на довольно значительной глубинѣ первый источникъ, названный Kisselborn, весьма обильный и съ хорошею водою. Идея эксплуатаціи этого источника была при-

\*) Приводимыя свѣдѣнія и данныя почерпнуты изъ описанія водопровода и канализаціи города Висбадена, составленнаго директоромъ Винтеромъ и инженеромъ Бриксомъ и изданнаго городомъ въ честь 60-го съѣзда нѣмецкихъ естествоиспытателей и врачей. Den Mitgliedern und Theilnehmern der 60. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. Dargebracht vom Gemeinderath der Stadt Wiesbaden. Bearbeitet von E. Winter. Wiesbaden 1887 г.

См. также Lüger „Wasserversorgung der Städte“.

ведена въ исполненіе въ 1821 году. Для приведенія въ исполненіе предпріятія, по приказанію тогдашняго герцога Нассаускаго, былъ приглашенъ изъ Дармштадта придворный колодезный мастеръ Штумпфъ. Предпріятіе это считалось по тому времени весьма значительнымъ, какъ по числу жителей города, доходившему до 8.000 чел., такъ и по весьма низкому развитію техники водопроводнаго дѣла. Проектъ состоялъ въ томъ, чтобы въ томъ мѣстѣ, гдѣ горный хребетъ Таунусъ, вообще весьма крутой, переходитъ въ болѣе плоскую возвышенность, перехватить водоносный слой и направить его въ распредѣлительныя камеры, которыя помѣщались въ городѣ на такъ называемомъ Гейденбергѣ. Отсюда вода распредѣлялась по находившимся въ разныхъ частяхъ города 14-ти водоразборнымъ колодцамъ. Въ тридцатыхъ годахъ текущаго столѣтія число колодцевъ пришлось увеличить. Для этой цѣли потребовалось усилить также и источникъ, изъ котораго получалась вода и къ которому присоединили два новыхъ источника, названные Stein und Sandborn-Quellen.

Недостатокъ воды въ этихъ источникахъ заставлялъ изыскивать способы усиленія водоснабженія, въ виду чего въ 1837-1839 гг. завѣдующій строительной частью, инженеръ Фабръ, присоединилъ къ уже эксплуатируемымъ источникамъ новый, такъ называемый Hölterborn, открытый въ Доцгеймерфельдѣ, изъ котораго вода была направлена въ городъ по гончарнымъ трубамъ. Нынѣ часть этихъ трубъ замѣнена желѣзными.

Въ 1852 году были открыты новые источники, названные Holtzborn, которые были соединены въ одинъ, находившійся въ долинѣ Дамбаха (Dambachthal), гдѣ въ то время были предприняты работы по устройству шоссе для прогулокъ. Получавшаяся изъ всѣхъ этихъ источниковъ вода все таки оказывалась недостаточною. Быстрый ростъ населенія требовалъ новыхъ изысканій въ отношеніи добыванія воды, въ которой замѣчался недостатокъ. Особенно памятенъ въ этомъ отношеніи 1857 годъ, весьма жаркій и сухой. Въ этомъ году уровень воды въ источникахъ настолько понизился, что продуктивность ихъ совсѣмъ ослабла. Въ виду сего, въ 1858-1859 гг. были предприняты работы по сооруженію новаго водопровода. Трудами Борна были возведены такъ называемыя новыя галереи (Faul-Weidenborn-Leitung). Сборная галерея находилась на глубинѣ 4-6 метр., непосредственно въ хрящеватомъ и песчаномъ грунтѣ, дававшемъ весьма обильное количество воды, вслѣдствіе чего явилась возможность открыть 18 новыхъ водоразборныхъ колодцевъ.

По свойству воды, добываемой изъ всѣхъ упомянутыхъ источниковъ, самая мягкая оказалась изъ источника Kisselborn.

Добываемая изъ всѣхъ эксплуатируемыхъ источниковъ вода была распределена между 37-ю водоразборными колодцами съ общимъ нормальнымъ количествомъ воды, достигавшимъ до 700 куб. метр. въ сутки. Имѣя въ виду 30.000-ое населеніе города того времени, надо удивляться, какимъ образомъ жители могли обходиться такимъ малымъ количествомъ воды, если даже принять во вниманіе, что въ городѣ еще существовало нѣсколько колодцевъ съ насосами. Можно съ увѣренностью сказать, что водоснабженіе города того времени далеко не отвѣчало всѣмъ потребностямъ.

Встрѣченныя при устройствѣ новаго водопровода препятствія затянули исполненіе проекта до 1870 года. Главное препятствіе заключалось въ способѣ добыванія воды, такъ какъ предстояло открыть искусственные источники, что, при тогдашнемъ состояніи геогностическихъ познаній о строеніи подпочвы, представляло большія затрудненія. Послѣ продолжительныхъ предварительныхъ работъ, Борну удалось открыть на склонѣ Таунуса мѣстонахожденіе водоноснаго слоя; источникъ этотъ названъ Pfaffenborn. Отсюда инженеромъ Фахъ вода была направлена къ городу. Источники эти въ серединѣ лѣта 1870 г. давали городу въ среднемъ около 2.300 куб. м. воды. Не смотря на то, что къ нимъ въ 1873 г. былъ присоединенъ еще одинъ источникъ, открытый въ Адамовой долинѣ (Adamsthal) и дававшій въ среднемъ около 400 куб. метр. воды, въ іюлѣ мѣсяцѣ очень жаркаго и сухаго лѣта 1874 г. ощущался весьма большой недостатокъ въ водѣ, такъ что пришлось даже прекратить поливку садовыхъ насажденій. Задача улучшенія водоснабженія города была послѣ того вполне благополучно разрѣшена весьма обстоятельными совмѣстными трудами геолога Коха и инженеровъ Фаха и Винтера. По ихъ проекту было предположено производить добычу воды въ двухъ пунктахъ, а именно: въ верхней части долины Неро (Oberer Nerothal) и въ Мюнцбергскихъ глубокихъ штольняхъ (Münzberg-Tiefstollen). Особенный интересъ представляетъ вторая часть этого проекта, съ одной стороны, въ виду грандіозныхъ сооружений, а съ другой, потому, что всѣ теоретическіе предположенія и расчеты относительно Мюнцбергскихъ источниковъ оправдались на дѣлѣ.

Прочія водопроводныя сооруженія, какъ то: прокладка трубъ отъ мѣста добыванія воды до мѣсторасположенія главнаго резервуара на Platterstrasse, сооруженіе сего послѣдняго, а также город-

ская водопроводная сѣть—все это было выполнено въ 1869-1870 гг. Въ виду же увеличенія съ того времени числа жителей съ 30.000 до 56.000 чел., всѣ поименованныя выше сооруженія пришлось значительно расширить. \*)

### Сборныя галлерей.

При добываніи воды изъ источниковъ главнымъ образомъ могли быть приняты во вниманіе сѣверныя окрестности города, гдѣ были расположены естественныя источники съ значительнымъ количествомъ воды, тогда какъ южныя окраины вообще бѣдны водою, и если она и находилась, то на такой глубинѣ, что не представлялось возможности воспользоваться естественнымъ самотекомъ и собирать эту воду въ резервуары, расположенныя на соотвѣтствующей высотѣ, а требовалось устройство искусственнаго подъема воды помощью насосовъ. Кромѣ того, вода эта, въ виду известковаго грунта, была вообще жестка.

На сѣверѣ отъ города, приблизительно въ одной милѣ, начинается горный хребетъ Таунуса, съ котораго берутъ начало четыре рѣчки, соединяющіяся въ гор. Висбаденѣ. Уровень воды въ этихъ рѣчкахъ имѣетъ весьма значительныя колебанія, тогда какъ уровень грунтовыхъ водъ въ этой же окрестности менѣе подверженъ колебаніямъ, что дало возможность пользоваться естественнымъ напоромъ для доставленія воды въ резервуаръ. Сравнительно небольшая продуктивность водоноснаго слоя по отношенію къ величинѣ занимаемой площади атмосферныхъ осадковъ побудила произвести точныя изслѣдованія и измѣренія количества грунтовыхъ водъ этой мѣстности. Въ результатѣ выяснилось, что долина гор. Висбадена вообще бѣдна водою.

По даннымъ за послѣднія 14 лѣтъ, число дождевыхъ дней въ Висбаденѣ въ годъ бываетъ около 51. Принимая во вниманіе, съ одной стороны, такое значительное количество атмосферныхъ осадковъ, а съ другой, что большая часть долины покрыта лѣсомъ съ крутыми обрывами, незначительное количество поступающей въ

\*) Пользуемся случаемъ принести благодарность завѣдующему (директору) Висбаденскаго водопровода г. Мучаль (Muschall) за его указанія и личныя объясненія особенностей этого водопровода. Инженеръ Мучаль былъ первоначально помощникомъ строителя новаго Висбаденскаго водопровода—Винтера и можетъ считаться однимъ изъ лучшихъ знатоковъ водопроводнаго дѣла въ Германіи.

открытые источники воды должно быть объяснено тѣмъ, что большая часть дождевыхъ водъ просачивается въ землю. Просачивающаяся въ землю вода, по характеру строенія почвы, не выходитъ наружу полностью изъ какого либо ближайшаго водоноснаго слоя, а проникаетъ въ глубину. При прежнихъ изысканіяхъ и вычисленіяхъ возможнаго количества находящейся въ этой мѣстности воды не обращалось должнаго вниманія на просачиваніе воды. Фахъ и его предшественники держались въ шестидесятихъ годахъ того мнѣнія, что достаточно опредѣлить площадь данной мѣстности и ея строеніе, а также количество атмосферныхъ осадковъ, и по этимъ даннымъ уже будетъ возможно судить о количествѣ воды, находящейся въ данной мѣстности.

Напластованіе долинъ окрестностей Висбадена состоитъ изъ болѣе или менѣе толстыхъ слоевъ глины, хряща или мелкаго гравія и булыжника; толщина этихъ слоевъ измѣняется отъ 2 до 10 метр. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, какъ напр. Klosterbruch и Pfannenkuchenbrücke, материковая порода была открыта лишь на глубинѣ 20 метровъ.

Подземныя воды, берущія начало на склонахъ горъ, появляются наружу въ видѣ источниковъ или же распространяются по долинѣ и просачиваются въ глубину до тѣхъ поръ, пока не встрѣтятъ какого либо препятствія. Такимъ препятствіемъ является чаще всего пересѣкающій долину водонепроницаемый слой глины или слой каменной породы. Это препятствіе задерживаетъ воду и накопляетъ ее до тѣхъ поръ, пока вода не достигнетъ поверхности задержавшаго ее слоя. Если слой этотъ толстый и покатый, то въ мѣстахъ углубленія поверхности земли появляются пруды. Если же поверхность задержавшаго воду слоя болѣе горизонтальна и находится на меньшей глубинѣ отъ поверхности земли, а поверхность послѣдней плоская, то вода выступаетъ во многихъ мѣстахъ и образуетъ болота.

Весьма понятно, что при выборѣ мѣста для устройства искусственнаго водосборнаго бассейна, Фахъ прежде всего выбиралъ болѣе глубокія долины, гдѣ предполагалось наибольшее скопленіе воды. Наиболѣе подходящей въ этомъ отношеніи оказалась долина верхней части Фазанери (Fasanerie). Устроенныя въ этомъ мѣстѣ сооруженія вызвали значительные расходы, о чемъ можно судить уже по тому, что главный сборный водоемъ въ этомъ пунктѣ имѣетъ протяженіе около 3.100 метровъ. Затѣмъ было сдѣлано нѣсколько вспомогательныхъ каналовъ, общимъ протяженіемъ около 1.900 метровъ, по которымъ вода направлялась въ главный водоемъ.

Въ заключеніе этихъ работъ, для усиленія водопровода, былъ устроенъ водоемъ въ Валькмюль или Адамсталъ (Walkmühl, Adamsthal). Каналь этотъ начинается около такъ называемаго Nonnen-triftwiese и продолженъ до Fischzuchtanstalt, имѣя протяженіе около 1.530 метровъ. Далѣе не удалось продолжить этого канала вслѣдствіе невозможности приобрѣсти земельный участокъ.

Въ послѣднее время водопроводныя работы были сосредоточены въ долину Нероталъ (Nerothal), изъ которой предполагалось направить воду къ городу. Для этой цѣли было испрошено разрѣшеніе на занятіе Висбаденскимъ водопроднымъ обществомъ извѣстнаго участка земли. Прежде всего былъ избранъ одинъ изъ наиболѣе высокихъ участковъ, откуда вода могла бы быть направлена само-текомъ въ сборный бассейнъ, расположенный по Platterstrasse. Здѣсь была устроена сборная галлерей, длиною около 550 метр., конецъ коей, на протяженіи 100 м., былъ устроенъ въ видѣ глубоко расположенной штольни. Такимъ образомъ были устроены еще 4 вышележащихъ участка, причемъ конецъ галлерей всегда оканчивается штольнею, углубленною приблизительно на протяженіи 200 метровъ.

#### Глубокія штольни.

Съ присоединеніемъ къ уже эксплуатируемымъ источникамъ сборныхъ галлерей въ долину Нероталъ, гор. Висбаденъ былъ на нѣкоторое время обезпеченъ водою. Это продолжалось, однако, не долго, и уже въ 1875 году возобновились работы по устройству новыхъ водосборныхъ сооружений. Работы были направлены въ долину Мюнцберга (Münzberg).

Уже при предшествующихъ работахъ по устройству водосборныхъ сооружений въ верхней части Фазанери, Адамовой долины и долины Нероталъ, а особенно послѣ весьма обстоятельныхъ геогностическихъ работъ въ горномъ вряжѣ Таунуса, въ отношеніи его напластованія и строенія почвы, выяснилось съ достаточною точностію, что только сооруженіемъ спеціальнаго характера можно достигнуть наибольшаго скопленія воды въ извѣстномъ мѣстѣ. Наиболѣе подходящимъ для этой цѣли сооруженіемъ является глубокая штольня.

Къ работамъ по устройству такихъ штоленъ въ Мюнцбергѣ было приступлено въ 1875 году. Не смотря на весьма усиленную работу, до 1884 года удалось исполнить работы лишь на протя-

женіи 1.300 метровъ и произвести каменныхъ работъ на пространствѣ 800 метровъ. По окончательномъ устройствѣ этихъ штоленъ ожидался притокъ воды изъ нихъ до 6.000 куб. м. въ 24 часа.

### Искусственное загражденіе для сбереженія грунтовыхъ водъ.

Весьма усиленный расходъ воды въ жаркое и сухое время года, въ связи съ уменьшеніемъ продуктивности источниковъ, выдвигалъ неоднократно вопросъ о болѣе рациональномъ способѣ сбереженія грунтовыхъ водъ, излишекъ которыхъ въ зимнее и весеннее время пропадалъ непроизводительно. Въ нѣкоторыхъ странахъ съ этою цѣлью устроены различныя сооруженія. Многія изъ такихъ сооруженій имѣютъ весьма существенные недостатки; другія обходятся сравнительно дорого. Большія открытыя водохранилища подвергаютъ воду загрязненію отъ пыли и другихъ примѣсей, тогда какъ закрытыя каменные зданія обходятся весьма дорого.

Съ цѣлью уменьшенія непроизводительнаго расхода воды, стекающей весною въ рѣчки, въ верхней, весьма лѣсистой, части Фазанери, было устроено нѣсколько открытыхъ углубленій съ небольшимъ уклономъ въ сторону долины. Въ этихъ водоемахъ собиралась весною вода и стекала понемногу въ долину, гдѣ были устроены сборныя галереи.

Глубокія штольни, устроенныя около Мюнцберга, требовали также устройства какого либо искусственнаго сооруженія для задержанія стока водъ весною и для усиленія продуктивности штоленъ лѣтомъ. Съ этою цѣлью въ штольнѣ была устроена подпорная стѣнка (дамба), съ отверстіемъ для спуска водъ. Дамба эта скопляла воду до высоты ея гребня и давала такимъ образомъ возможность регулировать уровень воды. Такое искусственное загражденіе на первыхъ же порахъ дало прекрасные результаты. Обиліе весеннихъ водъ побудило продолжать предпріятыя въ этомъ направленіи работы.

Въ настоящее время, для скопленія большаго количества воды въ Мюнцбергскихъ штольняхъ, устроено нѣсколько такихъ дамбъ на извѣстномъ разстояніи одна отъ другой, по склону хребта. При возведеніи такихъ искусственныхъ загражденій необходимо обращать вниманіе на тщательное устройство dna и стѣнокъ штольни, чтобы задержать утечку воды.

Расположеніе эксплуатируемыхъ источниковъ, благодаря холмистой мѣстности, на значительной высотѣ дало возможность направить воду къ городу самотекомъ. Для уменьшенія расходовъ по прокладкѣ трубъ, конечные участки водоводовъ по возможности соединялись вмѣстѣ, дабы направлять воду по общимъ трубамъ. Для этой цѣли въ нѣкоторыхъ мѣстахъ пришлось устроить искусственный подъемъ воды изъ трубъ источниковъ въ общій водоводъ. Въ старыхъ водопроводахъ употреблялись большею частію цементныя трубы; при новѣйшихъ прокладкахъ употребляются исключительно чугунныя трубы. Изъ источниковъ Фазанери вода направляется по цементнымъ трубамъ, діаметр. въ 0,54 и 0,36 метр.; изъ источниковъ Нероталы и штолень у Мюнцберга вода проведена по чугуннымъ трубамъ, діаметр. 300 миллим. Для наблюденія за исправностью цементныхъ трубъ устроены на участкахъ, протяженіемъ отъ 90 до 100 метровъ, особыя шахты съ желѣзными крышками.

При пересѣченіи горнаго кряжа между Gehrnerthal и Адамовой долиной устроена, на протяженіи 420 м., штольня, съ 6-ю шахтами. Размѣры штольни— ,20 и 0,80 м. Стѣнки этой штольни выложены изъ хорошо обожженаго кирпича на цементѣ. Подошва сдѣлана изъ цементнаго раствора, смѣшаннаго въ одинаковой пропорціи съ пескомъ.

### Сборные резервуары.

Сооруженный въ гор. Висбаденѣ въ 1869 году сборный резервуаръ для водоснабженія состоитъ изъ двухъ отдѣленій, дѣйствующихъ самостоятельно. Каждое изъ этихъ отдѣленій раздѣлено на двѣ части и перекрыто особымъ коробовымъ сводомъ. Отдѣленія эти вмѣщаютъ до 3.100 куб. метр. воды.

Все сооруженіе возведено изъ кирпича на цементѣ. Сводъ надъ всѣмъ сооруженіемъ засыпанъ землею, толщиною до 1 метра.

При усиленіи общаго водопровода, въ 1882 году былъ построенъ новый резервуаръ, рядомъ съ первымъ. Емкость новаго резервуара— 4.200 куб. м. Сооруженіе это, такой же длины, какъ и первое, имѣетъ такое же устройство, но отличается отъ стараго тѣмъ, что возведено цѣликомъ изъ бетона.

Прежде, чѣмъ достигнуть сборнаго резервуара, вода попадаетъ въ сборныя камеры. Камеры легко доступны для осмотра. Вода поступаетъ въ нихъ съ двухъ сторонъ. Въ камерахъ этихъ имѣется аппаратъ для опредѣленія количества находящейся въ нихъ воды

Въ одной изъ стѣнокъ камеры устроено четыре отверстія для спуска воды въ соотвѣтствующее отдѣленіе резервуара.

Въ нижней части сборнаго резервуара находятся распредѣлительныя камеры, гдѣ помѣщаются водопроводныя трубы, направляющія воду въ городъ, а также сточныя и водоспускныя трубы, съ соотвѣтствующими клапанами. Въ этой же камерѣ имѣется особый аппаратъ, названный индикаторомъ, для опредѣленія количества расходуемой въ городѣ воды. Аппаратъ этотъ имѣетъ часовой механизмъ и вращается вокругъ валика, на которомъ намотана бумажная лента. Механизмъ аппарата соединенъ съ поплавкомъ резервуара, показывающимъ уровень воды въ бакахъ. Съ этимъ аппаратомъ связана также электрическая сигнализациа, которая, въ случаѣ какой-либо неисправности въ трубахъ или остановки притока воды, даетъ звонокъ въ помѣщеніе сторожа, постоянно тамъ живущаго.

Изъ главнаго резервуара вода направляется къ городу по чугунной трубѣ, діам. въ 350 милл. (около 14 дюймовъ), которая, при вступленіи въ городъ, раздѣляется на 3 отвѣтвленія, діаметръ коихъ 250 миллим. (9,8 дюймовъ). Отвѣтвленія распредѣлены по городу такимъ образомъ, чтобы каждое изъ нихъ, по возможности, питало одинаковое число жителей. Три главныхъ отвѣтвленія соединены между собою водоспускною трубою. Такимъ образомъ городская сѣть является сомкнутою, за исключеніемъ лишь отдаленныхъ участковъ. Въ 1881 году отъ сборнаго резервуара проведена въ городъ новая труба, діам. въ 300 миллим. Трубы заложены на глубинѣ до 1,50 м. отъ поверхности земли.

По изслѣдованію мѣстнаго геолога, Кора, снабжающіе водою г. Висбаденъ водоносныя пласты принадлежатъ къ такъ называемой додевонской системѣ. Слои эти наклонены подъ углами отъ 60° до 90° къ сѣверу. Направленіе ихъ параллельно склонамъ горнаго вряжа, идущаго отъ Нидервальда до Фельдберга, т. е. отъ юго-запада къ сѣверо-востоку. Наиболѣе древнія породы, образующія гору возлѣ самаго города, къ сѣверу составляютъ серицитъ, за ними выше слѣдуютъ филлиты. Собственно гребень горы состоитъ изъ кварцита (сѣрой вакки), который простирается отъ Нидервальда почти по прямой линіи къ Гамбургу. Всѣ эти горныя породы изобилуютъ безчисленными щелями и трещинами, расположенными весьма неравномѣрно. Особенно богатъ трещинами кварцитъ; расположенные къ югу отъ него слои серицитовъ и филли-

товъ имѣютъ много углубленій, направленныхъ не перпендикулярно направленію слоевъ и образующихъ особаго рода плотины или бассейны для находящейся въ щеляхъ кварцита воды. Вслѣдствіе этихъ запрудъ, на краю горы обнаруживаются ключи-водосливы грунтового характера; большая же часть почвенныхъ инфильтрацій по направленію горныхъ слоевъ (при ихъ значительномъ превышеніи надъ сосѣдними третичными отложеніями и надъ ниже лежащими наносами долины Рейна) должна опускаться въ Майнцскій бассейнъ.

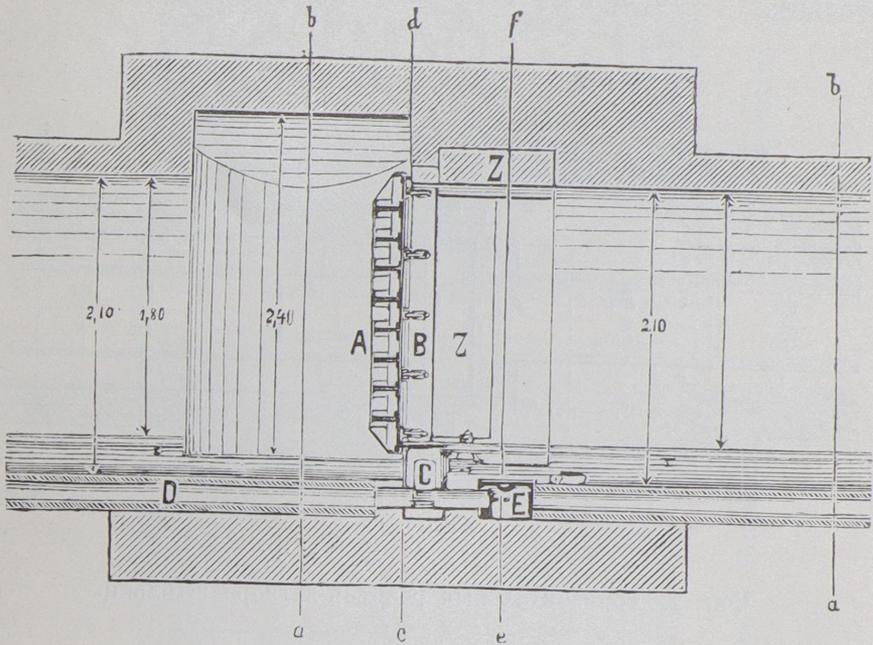
Принимая въ соображеніе эти условія, завѣдывавшій водоснабженіемъ г. Висбадена, Винтеръ, въ 1875 году предложилъ провести въ горѣ штольню, пересекающую слои кварцита въ поперечномъ направленіи и по возможности глубже, съ цѣлью выведенія на дневную поверхность бесполезно просачивающейся грунтовой воды. Эта штольня была заложена въ слояхъ серицита на высотѣ отъ уровня моря 20 метр., такъ что потоки воды могли попасть въ сборное хранилище водопроводнаго сооруженія подъ естественнымъ напоромъ. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ штольня пересекала ключи, стѣнки ея снабжались щелями, черезъ которыя истоки ключей свободно поступали въ штольню. Послѣ прохода слоевъ серицита и филлита. общей длиной 1.980 метр., встрѣтили слой кварцитовъ на глубинѣ 165 метр. подъ поверхностью земли. Въ началѣ августа 1887 г. штольня имѣла длину около 2.650 метр. и достигала сѣверной стороны цѣпи кварцита. Въ настоящее время штольня имѣетъ длину около 3.000 метровъ.

Устроенный такимъ образомъ водосборъ вполне оправдалъ ожиданія. Слои серицита и филлита давали весьма мало воды, а слои кварцита, наоборотъ, давали много воды. Какъ и можно было предвидѣть, наибольшее количество притока получалось тотчасъ же послѣ перерѣзки слоевъ; послѣ стока большей части запаса грунтовыхъ водъ обнаруживалась весьма нежелательная зависимость между притоками почвенной инфильтраціи и количествомъ воды. Поэтому было прибѣгнуто къ опыту рѣшенія вопроса о сохраненіи, въ видѣ запаса, излишняго количества воды, притекающей зимой и весной, для удовлетворенія усиленной потребности въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ.

Для рѣшенія этой задачи прибѣгли къ примѣненію затворовъ въ штольнѣ (шлюзныхъ воротъ), впервые, сколько намъ извѣстно, примѣненныхъ въ Висбаденѣ.

Фиг. 1 и 2 изображаютъ продольный и горизонтальный раз-

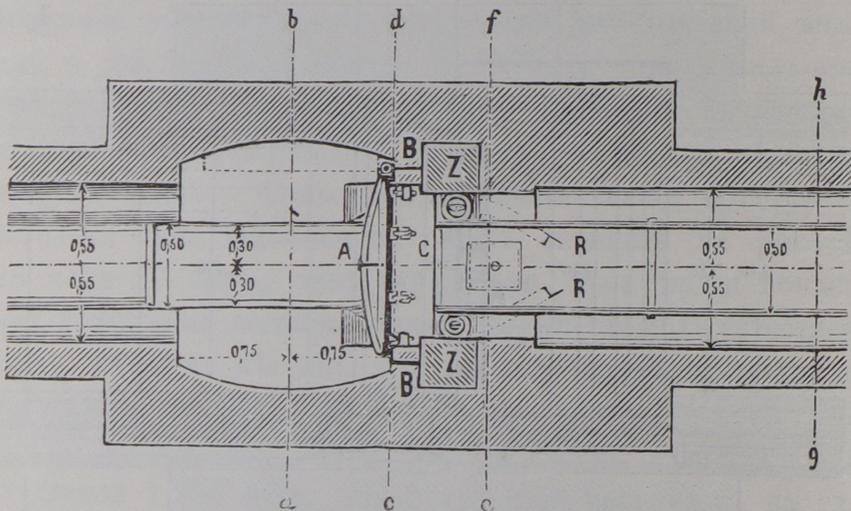
рѣзь подобнаго затвора штольни. Движущаяся на петляхъ дверца *A* изъ листоваго желѣза, скрѣпленная со стороны воды угловымъ желѣзомъ и ребрами, примыкаетъ къ резиновой прокладкѣ, находящейся на прочной чугунной дверной рамѣ *B*. Со стороны дневной поверхности вокругъ всей дверцы закрѣплены подвижные болты съ задвижками, которые укладываются въ углубленія или гнѣзда, находящіяся въ чугунной рамѣ и показанныя на разрѣзѣ *cd* (фиг. 3).



Фиг. 1. Продольный разрѣзь черезъ затворъ штольни.

Помощью навинчиваемыхъ гаекъ каждый отдѣльный болтъ можетъ быть натянутъ, причемъ дверца плотно прижимается къ резиновой прокладкѣ, что черезъ нѣкоторое время происходитъ само собой подъ напоромъ воды. Въ нижней части рамы имѣется камера *C*, открытая со стороны воды, а со стороны дневной поверхности закрываемая съ правой и лѣвой стороны задвижками, соединенными съ ней помощью флянцевъ; въ срединѣ она снабжена отверстиемъ, закрываемымъ крышкой (фиг. 4). Постановкой задвижки, спускная труба которой выходитъ на подошву штольни, какъ показано на фиг. 2, можно заимствовать желательное количество воды изъ того запаса, который подъ извѣстнымъ напоромъ находится за затворомъ. Подъ подошвой штольни проходитъ черезъ камеру *C* центральная труба, діаметромъ 120 миллим., которая, подобно чугунной трубѣ, оканчивается въ шахтѣ *E*, гдѣ она снабжена съемной запорной крышкой, какъ показано на фиг. 1 и 4. Помощью этой

крышки можетъ быть отдѣльно спущена часть находящейся выше нея воды, что, впрочемъ, имѣло значеніе только во время постройки. Шахта *C* со стороны подошвы штольни закрыта. Разрѣзь *ab* (фиг. 5) показываетъ видъ запорной дверцы со стороны воды, а разрѣзь *gh* (фиг. 6) показываетъ нормальный поперечный разрѣзь штольни, на которомъ показанъ уложенный на желѣзныхъ поперечникахъ рельсовый путь для перевозки строительныхъ матеріаловъ и проч. по штольнѣ.

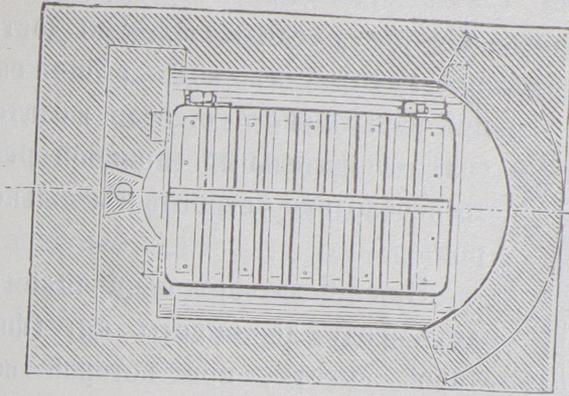


Фиг. 2. Горизонтальный разрѣзь затвора штольни.

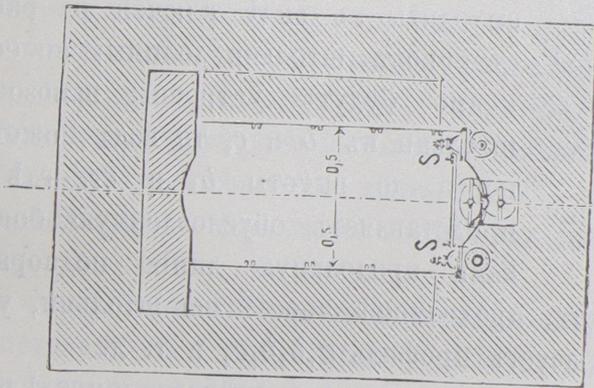
Стѣнки штольни выложены изъ хорошо обожженного кирпича на цементномъ растворѣ; устроенная непосредственно за дверной рамой стѣнка *Z* (фиг. 1 и 2) изъ песчаника съ залитыми свинцомъ швами вполне обезпечиваетъ водонепроницаемость затвора. Имѣющееся въ дверцахъ выпускное приспособленіе служитъ для удаленія скопляющагося въ штольнѣ воздуха; для опредѣленія давленія или напора воды за дверцами имѣется манометръ, сообщенный со внутренностью штольни.

Такихъ затворовъ въ штольнѣ устроено два. При соотвѣтствующемъ примѣненіи этого устройства вода не можетъ больше стекать по обыкновенному своему пути; не только лежащая выше затвора части штольни тотчасъ же наполняются водой, но уровень воды постепенно подымается также въ сосѣднихъ каналахъ водоноснаго слоя приблизительно до той высоты, которую онъ занималъ до нарушенія равновѣсія путемъ расхода воды. Прѣжнее состояніе не можетъ быть опять вполне достигнуто, такъ какъ по строенію горныхъ породъ между ними встрѣчаются трудно проникаемые

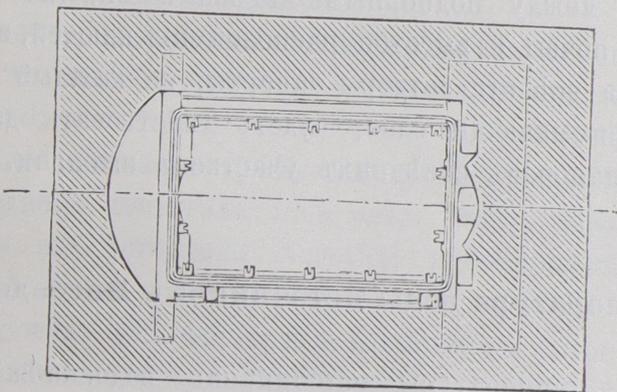
водою, но ни въ какомъ случаѣ не совершенно непроницаемые слои. Само собой разумѣется, что для устройства затворовъ были выбраны такія мѣста, гдѣ серицитовые и филлитовые слои были по возможности мало проницаемы; точно также при выполнении сооружения было обращено весьма строгое вниманіе на надлежащую



Фиг. 5. Разрѣзь по ab.



Фиг. 4 Разрѣзь по cd.



Фиг. 3. Разрѣзь по cd.

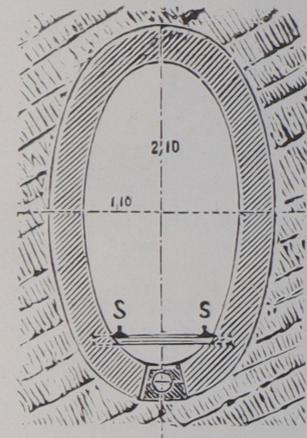
плотную связь каменной кладки галлерей съ обнаженіями грунта.

Слѣдуетъ имѣть въ виду, что наполненная водой штольня, помощью щелей въ ея стѣнкахъ для истока ключей, образовала связь съ водами внутри слоевъ породы всей горной области, начиная отъ наружнаго конца штольни до запорныхъ дверецъ. Этимъ обуславливается состояніе равновѣсія такого рода, что

когда въ самомъ затворѣ штольни и надъ нимъ, а также и сбоку, вода стекать не можетъ, то горизонтъ грунтовыхъ водъ въ окружающей области необходимо долженъ образовать горизонтальную плоскость. Если, какъ это на самомъ дѣлѣ и происходитъ, стекаетъ только весьма мало воды, то горизонтъ грунтовыхъ водъ получаетъ весьма слабый наклонъ по направленію отъ конца штольни къ затвору. Поэтому, если желательно достигнуть увеличенія подъема горизонта грунтовыхъ водъ выше самой штольни

при началѣ ея, т. е. если желательно получить болѣе значительный запасной резервуаръ воды, то необходимо устроить нѣсколько такихъ затворовъ.

Нижній затворъ въ крайнемъ случаѣ запрудитъ воду до высоты  $aa_1$  (фиг. 7), т. е. до такой высоты, при которой вода начинаетъ выходить въ видѣ ключей на расположенныя съ боковъ штольни долины; но если одновременно будутъ устроены шлюзовые затворы штольни въ  $b$  и  $c$ , то вода можетъ быть подперта до высоты  $b_1$  и  $c_1$ , гдѣ линія  $a_1b_1c_1$  представляетъ обусловленную боковыми источниками продольную линію подпора. Въ верти-



Фиг. 6. Поперечный разръзъ штольни.

кальной плоскости, проходящей черезъ ось штольни, уровень грунтовыхъ водъ образуетъ профиль  $a_1b_2b_1c_2$  и т. д.

Разстояніе между подпорными стѣнами опредѣляется количествомъ слоевъ почвы и высотой расположенія ключей, истекающихъ изъ нихъ. Пока всѣ эти затворы заперты, на каждый изъ нихъ, а также и на примыкающіе слои, будетъ дѣйствовать давленіе, равное разности напоровъ сосѣднихъ участковъ штольни.

### Температура воды источниковъ Висбадена.

Измѣреніе температуры источниковъ водоснабженія хотя и признается въ настоящее время однимъ изъ важныхъ опредѣлителей ихъ свойствъ, тѣмъ не менѣе производится почти всюду весьма въ небольшихъ размѣрахъ. Точно также и въ Висбаденѣ наблюденіе надъ температурой воды, предназначенной для пищи и питья, производилось весьма поверхностно. Лишь за послѣднее время признано необходимымъ измѣрять черезъ каждые 5 дней температуру

воды, притекающей въ городскую сѣть изъ различныхъ источниковъ. Кромѣ того ежемѣсячно измѣряется температура воды и въ самихъ источникахъ. На основаніи этихъ наблюденій составлена прилагаемая при семъ графическая таблица (черт. 1), изъ которой видно, что колебаніе температуры воды въ источникахъ сравнительно весьма незначительно; оно измѣняется отъ 1-2 градусовъ Цельсія. Здѣсь кстати нужно замѣтить, что общепринятое мнѣніе, будто бы количество воды въ источникѣ можетъ значительно вліять на температуру воды, весьма неосновательно, о чемъ можно судить потому, что производимыя наблюденія надъ источникомъ дали въ результатѣ колебаніе температуры лишь въ 1-2 градуса Цельсія, тогда какъ количество воды въ источникѣ въ теченіе года измѣнялось шесть разъ въ значительныхъ предѣлахъ.

Колебаніе температуры воды, притекающей въ самое водохранилище, весьма незначительно; ежедневныя наблюденія въ этомъ отношеніи дали въ результатѣ разницу въ 0,1 гр. по Цельсію. Водопроводы различныхъ источниковъ даютъ, однако, различныя колебанія въ температурѣ. Температура воды изъ источниковъ Pfaffenborn и Adamsthal, въ виду весьма значительнаго протяженія водопровода (до 3.000 м.), вообще измѣняется лишь на 2% по Ц. Колебаніе температуры воды изъ источника Nerothal въ теченіе года доходить до 4%.

Причины этихъ колебаній заключаются въ слѣдующемъ:

- 1) вода источниковъ Pfaffenborn и Adamsthal вообще холоднѣе, чѣмъ въ источникѣ Nerothal;
- 2) количество воды въ источникѣ Pfaffenborn ко времени наблюденія весьма незначительно превышало такое же въ источникѣ Nerothal;
- 3) глубина прокладки трубъ водопровода изъ источника Pfaffenborn въ среднемъ достигала 3-хъ метр., тогда какъ глубина прокладки трубъ изъ источника Nerothal простиралась въ среднемъ лишь до 1,50 м.;
- 4) водопроводъ изъ источника Pfaffenborn устроенъ изъ каменныхъ трубъ на цементѣ, а изъ Nerothal—изъ чугунныхъ.

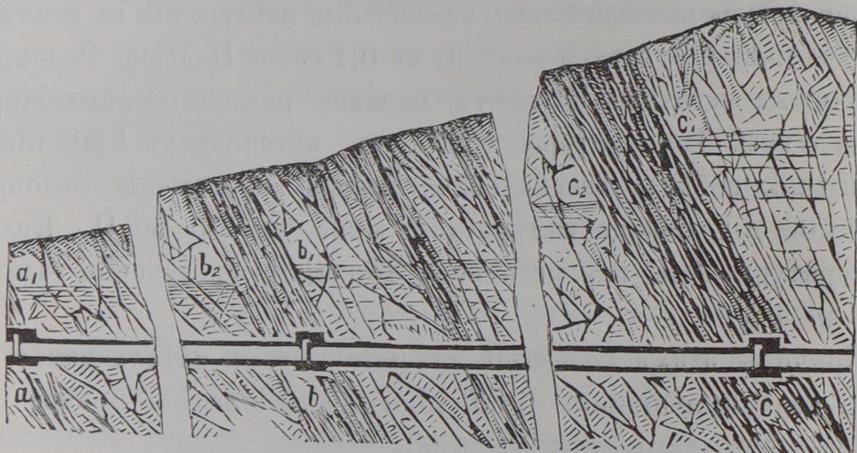
#### Производительность источниковъ.

Колебаніе притока воды въ источникахъ происходитъ постоянно и въ довольно значительныхъ размѣрахъ, въ виду чего необходимы точныя наблюденія и измѣренія.

Въ отношеніи колебанія на первомъ мѣстѣ слѣдуетъ поставить естественный источникъ *Maushechquelle*, открытый въ 1868 году, вода изъ котораго направлена въ водопроводъ *Pfaffenbornleitung*. Вода изъ этого источника проходитъ черезъ слой кварцита; источникъ этотъ даетъ 676 куб. метр. въ сутки (по 14 лѣтней сложности); въ частности источникъ этотъ даетъ не рѣдко до 1.000-1.500 куб. метр. въ сутки, но бываетъ также, что производительность его падаетъ до 400-200 куб. метр. въ 24 часа.

Другіе источники даютъ еще большія колебанія не только въ средній годовой періодъ, но и въ ежемѣсячный.

Въ искусственныхъ водоемахъ, какъ напр., въ подземныхъ галлереяхъ *Pfaffenborn'a*, колебанія имѣютъ тотъ же характеръ, что и въ естественныхъ источникахъ.



Фиг. 7. Продольный разрѣзъ штольни.

Общее количество водъ, получаемыхъ изъ источниковъ *Pfaffenborn*, весьма неравномѣрно, и колебанія въ ту и другую сторону настолько значительны, что разница между минимумомъ и максимумомъ средняго годоваго расхода воды, потребной въ количествѣ 4.442 куб. метр. въ теченіе 24 часовъ, выражается отъ 211 до 50%.

Наименьшія колебанія даютъ новые источники, а именно устроенныя штольни въ Мюнцбергѣ, такъ называемыя *Wiesen-Wilhelms- und Bergstollen*. Благодаря этимъ источникамъ, водоснабженіе города можно считать обезпеченнымъ на продолжительное время.

Производительность источниковъ зависитъ главнымъ образомъ отъ атмосферныхъ осадковъ. Долговременныя наблюденія, имѣвшія цѣлью точно опредѣлить зависимость производительности источника

отъ количества выпадающихъ осадковъ, не привели къ положительнымъ выводамъ, и всѣ наблюденія приводятъ лишь къ тому общему заключенію, что чѣмъ больше атмосферныхъ осадковъ, тѣмъ болѣе и производительность источниковъ.

#### Финансовые результаты устройства Висбаденскаго водопровода.

При опредѣленіи финансовыхъ результатовъ устройства водопроводныхъ сооружений необходимо, какъ и въ другихъ предпріятіяхъ, строго различать строительные и эксплуатаціонные расходы.

Приведенная ниже таблица, составленная за 14-лѣтній періодъ, ближайшій ко времени открытія водопровода, даетъ наглядное представленіе о строительныхъ расходахъ. Что же касается доходовъ и эксплуатаціонныхъ расходовъ, то въ 1872 году поступило платы за воду—88.971,30 марки, въ 1877 году—130.569,30 марки, въ 1882 г.—150.593,41 марки и въ 1886 г. 189.795,83 марки. При столь значительномъ ростѣ поступленій за воду, расходъ на эксплуатацію сооружений и ихъ содержаніе весьма незначительно повышался. Расходъ по эксплуатаціи водопровода достигалъ лишь до 20% валоваго дохода, такъ что чистая прибыль отъ платы за воду достигала почти 80%. Изъ этой прибыли погашался основной капиталъ съ процентами, затраченный на устройство водоснабженія; въ 1886 г. на погашеніе капитала было отчислено 83.700 марокъ, что составило около 60% съ чистой прибыли.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ показана сумма общаго расхода на отдѣльныя сооружения водопровода, стоимость дальнѣйшихъ расширеній его, сумма погашенія и общая стоимость водопроводныхъ сооружений.

Какъ видно изъ этой таблицы, наибольшія затраты вызвало устройство каптажныхъ сооружений и водоемовъ; наименьшій расходъ понесенъ на постановку водомѣровъ, на прокладку водопроводной сѣти и устройство водохранилища.

Общая сумма займа, сдѣланнаго на устройство водоснабженія, выразилась цифрою 1.861.000,00 марокъ; изъ нея до 1886 года было погашено 379.449,54 марки, такъ что къ концу этого года долгъ по займу опредѣлялся въ 1.481.550,46 марки.

Плата за пользованіе водою установлена въ 0,25 марки за 1 куб. метръ. Минимальный расходъ воды для каждаго частнаго отвѣтвленія опредѣленъ въ 120 куб. метр. въ годъ, съ платою не менѣе 30 марокъ. Въ случаѣ, если при ежемѣсячныхъ расчетахъ

	Общіе расходы:		Расширенія съ 1872 до 1876 г.	Сумма пога- шенія съ 1872 до 1886 г.	Стоимость сооруженія съ 1886 г. Денежн. сум.
	до 1872 г.	до 1886 г.			
Каптажныя сооруженія	273.769,90	1.019.627,74	745.857,84	106.532,72	913.095,02
Водопроводъ до водохра- нилища . . . . .	93.912,52	142.043,38	48.130,86	22.774,53	119.268,85
Водохранилище . . . . .	64.418,80	164.109,68	99.690,88	20.025,29	144.084,39
Водопроводная сѣть . . .	475.899,25	617.391,96	141.492,71	180.049,09	437.342,87
Отводы къ домамъ . . . .	52.662,36	92.758,42	40.096,06	58.860,97	33.897,45
Водомѣры . . . . .	42.213,37	176.384,19	134.170,82	167.462,33	8.921,86
Расходы по отчужденію	31.767,12	69.969,83	38.202,71	49.882,67	20.087,16
<b>И т о г о . . . . .</b>	<b>1.034.643,32</b>	<b>2.282.285,20</b>	<b>1.247.641,88</b>	<b>605.587,60</b>	<b>1.676.697,60</b>

расходъ будетъ произведенъ въ меньшихъ размѣрахъ, то въ концѣ года недостающая до 30 марокъ сумма должна быть пополнена. Въ случаѣ прекращенія пользованія водою среди года, расчетъ за воду производится по 2,50 марки въ мѣсяцъ.

Въ случаѣ порчи водомѣра, или въ случаѣ сомнѣнія въ правильности показанія его, расчетъ за пользованіе водою производится на основаніи существующихъ однородныхъ примѣровъ или показаній водомѣра до его порчи; исправленіе водомѣра или замѣна его новымъ относится на счетъ водопроводнаго общества.

## VII.

### Водоснабженіе г. Нюрнберга \*).

#### Историческій очеркъ.

Среди общественныхъ предпріятій, способствующихъ благосостоянію и здоровью жителей г. Нюрнберга, предметомъ особаго вниманія и попеченія городского управленія было снабженіе города чистой водой для питья.

Городъ расположенъ въ песчаной равнинѣ; подъ слоемъ песку залегаютъ слои глины и песчаника, которые представляютъ собою верхнія наслоенія триаса, на который опираются отдѣльныя вершины песчаныхъ холмовъ, какъ то Schmausenbuck на востокѣ Alte Feste на западѣ и, наконецъ, bei Fürth на сѣверѣ.

На этихъ слояхъ глины и песчаника лежитъ слой кварцеваго песку и гальки. Глубоко врѣзавшись въ этотъ слой кварца, течетъ съ востока на западъ р. Регницъ; въ 8 километр. ниже Нюрнберга она впадаетъ въ р. Регницъ у г. Фюрта, которая вплоть до впаденія въ Майнъ течетъ въ сѣверномъ направленіи.

Вслѣдствіе существованія этого слоя чистаго кварцеваго песку, оказывалось возможнымъ устраивать колодцы; съ другой стороны

---

\*) Взято изъ Сборника, посвященнаго 24-му Съѣзду нѣмецкаго общества охраненія народнаго здравія, состоявшемуся въ сентябрѣ 1899 году въ Нюрнбергѣ (Festschrift zur 24. Versammlung des Deut. Ver. für öffentliche Gesundheitspflege. Nürnberg 1899 г.).

См. также *Grahn*. Die städtische Wasserversorgung im Deutschen Reiche.

этотъ же слой способствовалъ загрязненію грунтовыхъ водъ, такъ какъ въ прежнее время всю воду, застаивавшуюся въ канавахъ, отводили въ глубокіе выгреба, гдѣ она просачивалась въ почву и тѣмъ загрязняла грунтовую воду.

Въ виду этого, уже въ 1361 г., устроили къ юго-востоку отъ города у St.-Peter и Glaishamer колодцы, которые питались чистою грунтовой водою, стекавшею сюда въ большомъ изобиліи изъ расположенныхъ къ югу казенныхъ (имперскихъ) лѣсовъ; эту воду отводили деревянными трубами въ городъ, гдѣ она питала отчасти общественные колодцы, отчасти снабжала водою частные дома и учрежденія. До сего времени сохранилось лишь три такихъ водопровода, которые подъ названіемъ Schönbrunen, Schült и Sptalleutung снабжаютъ водою отдѣльные питательные центры въ городѣ; только деревянные трубы въ нихъ замѣнены желѣзными. Для подъема воды въ части города, расположенныя на значительной высотѣ, прибѣгали къ водянымъ двигателямъ.

Впервые подобные двигатели были устроены по однимъ даннымъ въ 1512 г., по другимъ уже въ 1483 г. Машинное зданіе сначала было расположено у Sternther, у южнаго края стараго города, причемъ все устройство носило названіе Blau-Sternwerk. Впослѣдствіи пришлось увеличить число двигателей, чего достигли при помощи еще двухъ подобныхъ же устройствъ. Два изъ нихъ еще нынѣ дѣйствуютъ подъ названіемъ Nageleinswasserwerk и Grapsmeidenmuhlwerk. Оба расположены на правомъ берегу р. Пегницъ.

Чрезвычайный ростъ городского населенія въ срединѣ XIX столѣтія, обусловленный процвѣтаніемъ торговли и промышленности г. Нюрнберга, предъявилъ къ водоснабженію города новыя требованія. Пришлось въ 1856 году примѣнить для новой водокачки находящуюся въ срединѣ стараго города энергію водяного двигателя (въ размѣрѣ 20 лошадиныхъ силъ), такъ называемаго Schwabemühle; эта новая водокачка доставляла подъ напоромъ въ городскую сѣть отъ 25 до 30 тысячъ секундолитровъ воды изъ нѣсколькихъ грунтовыхъ и артезианскихъ колодцевъ.

Дѣйствіе этихъ водокачекъ было въ 1885 г. на время приостановлено, вслѣдствіе окончанія устройства новой водокачки, берущей ключевую воду изъ „Ursprungthal“; въ 1890 г. пришлось снова прибѣгнуть къ ней (поставивъ новую машину) для снабженія водою новой бойни и скотнаго двора. Для этой же цѣли воспользовались резервуаромъ, устроеннымъ въ 1867 г. въ скалѣ южнаго склона

Burgberg'a. Вода резервуара служила также по временамъ для промыванія водосточныхъ трубъ.

Въ 1865 г. была построена въ юго-восточной части города, тамъ, гдѣ нынѣ красуется стройное зданіе центральной электрической станціи (оконченное въ 1896 г.), новая водокачка Tullnau; въ глубоко залегающемъ слоѣ чистаго кварцеваго песку здѣсь имѣется въ изобиліи проточная грунтовая вода, просачивающаяся сюда изъ плазненныхъ лѣсовъ; эта вода извлекается отсюда при помощи шести каменныхъ колодцевъ и распредѣляется по городской сѣти въ размѣрѣ 30 секундолитровъ. Въ связи съ этимъ устроенъ въ 1867 г. вышеупомянутый резервуаръ (образованный въ скалѣ) такой вмѣстимости, чтобы въ случаѣ пожара имѣть большой запасъ воды, находящейся подъ сильнымъ напоромъ; кромѣ того, онъ уравниваетъ напоръ и расходъ.

Уже въ 1872 г. стала ощущаться снова необходимость въ расширеніи городского водоснабженія. Для этой цѣли сняли въ аренду находящійся въ предмѣстьи Wöhroh 25-сильный водяной двигатель и установили тамъ двѣ системы насосовъ, берущихъ воду изъ 4-хъ старыхъ (50 м. глубиною) обыкновенныхъ артезианскихъ колодцевъ и 4-хъ новыхъ (10—12 м.) колодцевъ, соединенныхъ съ фильтрами. Эта новая водокачка прибавляла въ городскую сѣть еще 8 секундолитровъ воды; впоследствии къ ней присоединили еще паровой запасный насосъ.

Вода, доставляемая центральной паровой водокачкой Tullnau, съ теченіемъ времени стала подвергаться загрязненію вслѣдствіе расширенія города, надвигавшагося все болѣе и болѣе на предмѣстье; поэтому необходимо было подыскать болѣе подходящее мѣсто для расширенія и улучшенія городского водоснабженія. Зданія водокачки Tullnau были въ 1896—1897 гг. приспособлены для цѣлей вновь выстроенной электрической станціи: изъ колодцевъ ея стали питать котлы, зданіе же было передѣлано въ квартиру директора и служащихъ.

Для снабженія города водою рѣшено было воспользоваться естественнымъ напоромъ, подъ которымъ находилась вода одного ключа, расположеннаго въ 19 klm. къ востоку отъ Нюрнберга между мѣстностями Altdorf и Leinburg. Этотъ источникъ былъ названъ Ursprung. Онъ выходитъ на поверхность земли въ обширной, прилегающей къ отрогамъ Франконской Юры, песчаной равнинѣ и вымылъ въ послѣдней громадную рытвину, имѣющую 1.900 м. длины и до 25 м. глубины. Когда ключъ еще былъ не тронуть,

то возможно было слѣдить за тѣмъ, какъ рывина все болѣе и болѣе углублялась во внутрь страны, какъ вырывавшаяся изъ почвы у подошвы крутого склона вода выносила безпрепятственно песокъ и уносила его съ собою внизъ по рывинѣ. Слѣдствіемъ этого было постепенное сползаніе всего склона, т. е. все большее и большее удлиненіе рывины. Это явленіе объясняется существованіемъ подъ подошвой рывины на глубинѣ 11,3 м. (и высотѣ 364 м. надъ уровнемъ моря) у конца ея слоя глины, непроницаемаго для воды.

Измѣренія, произведенныя въ 1875 г., показали, что источникъ Ursprung имѣетъ минимальный расходъ въ 69 секундолитровъ, а средній въ 90. Послѣ тщательнаго разсмотрѣнія проекта такими специалистами, какъ Эманъ въ Штутгартѣ, Гюмбель въ Мюнхенѣ, Айрдъ въ Берлинѣ, Тіемъ въ Мюнхенѣ, приступили къ постройкѣ водопровода въ 1882 г., подъ надзоромъ инженера Шпангенбурга; вслѣдствіе болѣзни послѣдняго, его вскорѣ замѣстилъ главный городской инженеръ Вагнеръ, который и довелъ постройку до конца.

Добывали воду изъ источника при помощи колодцевъ, расположенныхъ въ два ряда у подошвъ склоновъ узкой и длинной рывины. У конца ея расположены были еще два ряда такихъ колодцевъ перпендикулярно къ оси рывины. Эти колодцы, числомъ 83, снабжаютъ водою двѣ независимыхъ другъ отъ друга системы водопроводныхъ трубъ, общая длина которыхъ равна 2.185 м., а діаметръ измѣняется отъ 300 до 450 мм.; эти два трубопровода потомъ соединяются въ одну общую сборную шахту. Отъ этой шахты отдѣляются двѣ трубы съ шиберами (затворами), діаметромъ въ 550 мм. Одна изъ нихъ служитъ для спуска воды, которая отводится на 340 м., въ сторону въ мельничный прудъ, а другая направляется къ папорному резервуару. Длина этой послѣдней линіи провода равна безъ малаго 13½ километрамъ.

За исключеніемъ штольни, у которой мѣстность возвышается на 15 м. надъ напорнымъ горизонтомъ, водопроводъ строго слѣдуетъ конфигураціи мѣстности со среднимъ уклономъ въ 1,7 м. Въ самыхъ пониженныхъ и повышенныхъ точкахъ устроены два приспособленія для выпуска воды, а также автоматическія приборы для впуска воздуха (вантузы).

#### Напорный резервуаръ.

Напорный резервуаръ, находящійся въ 5 кил. на востокъ отъ Нюрнберга, емкостью въ 8.148 куб. метр. Всѣ части его сдѣланы изъ бетона фирмою Dyckerhoff и К<sup>о</sup> въ Нюрнбергѣ.

Основаніе резервуара заложено, главнымъ образомъ, на глинь и отчасти на мягкомъ песчаникѣ. Составъ бетона для дна: 1 часть портландскаго цемента, 4 части мелкозернистаго песку, 4 части крупнозернистаго песку и 9 частей доломитоваго щебня; для стѣнъ и отдѣльныхъ опоръ: 1 часть цемента,  $3\frac{1}{2}$  мелкозернистаго песку,  $3\frac{1}{2}$  крупнозернистаго песку и 8 частей доломитнаго щебня; для щитовъ и сводовъ: 1 часть цемента, 3 части мелкозернистаго песку, 3 части крупнозернистаго песку и 7 частей доломитнаго щебня; составъ раствора для штукатурки стѣнъ и дна: 1 часть цемента и 2 части мелкозернистаго песку. Для устройства этого резервуара, имѣющаго видъ четырехугольника ( $73 \times 40$  м.), потребовалось 19 недѣль.

Резервуаръ одной своей стороной врѣзывается въ гору; поэтому явилось опасеніе о томъ, что просачивающаяся въ откосахъ горы вода размочетъ основаніе резервуара; для предупрежденія возможности подобнаго размыва, въ уровнѣ дна резервуара уложена бетонная отводная труба; кромѣ того, давленіе на основаніе уменьшено еще замѣною отдѣльныхъ опоръ, поддерживающихъ своды, и слоя земли въ 1,5 м., лежащаго на нихъ, сплошными стѣнками изъ бетона, въ которыхъ устроены проходныя отверстія въ 0,8 м.

Тщательныя наблюденія, производившіяся при опоражнваніи резервуара для очистки его, показали, что никакихъ осадокъ или трещинъ до сего времени не произошло. Устройство резервуара обошлось въ среднемъ по 24 марки на каждый кубич. метръ его объема.

Резервуаръ состоитъ изъ 14 отдѣленій, причемъ каждая половина его можетъ дѣйствовать независимо отъ другой. Доставку воды въ городъ возможно производить и безъ помощи резервуара чрезъ проходящія въ немъ трубы, которыя могутъ работать независимо другъ отъ друга. Для опорожненія резервуара, а также для удаленія избытка воды имѣется особая отводная труба, спускающая воду въ р. Пегницъ.

Оба отдѣленія резервуара были испытаны въ 1886 г. при помощи тщательныхъ измѣреній, причемъ было также принято во вниманіе испареніе воды. Эти измѣренія показали, что резервуаръ совершенно непроницаемъ для воды. Обѣ отводныя магистрали, діаметромъ въ 550 мм. и длиною въ 3.150 и 3.650 м., снабжаютъ водою части города, расположенныя по ту и другую сторону р. Пегницъ.

Устройство всего водопровода обошлось въ 2.885.400 марокъ.

Существовавшая до устройства этого новаго водопровода старая городская сѣть, длиною въ общей сложности до 50.000 м., всецѣло вошла въ составъ новой водопроводной сѣти. Только въ немногія улицы пришлось провести отдѣльныя трубы. Всего было уложено въ городѣ новыхъ трубъ до 66.900 м., діаметромъ отъ 550 до 100 мм. Ранѣе соединенія ихъ съ существующей сѣтью пришлось испытать эти новые трубопроводы на давленіе до 18 атмосферъ.

Къ концу 1898 года общее протяженіе всей сѣти достигало 156.335 м., причемъ имѣется 886 затворовъ, 731 наружныхъ, 851 подземныхъ и 983 пожарныхъ крана.

Способъ производства работъ и относящіяся сюда приспособленія требуютъ особаго описанія. Напорный резервуаръ былъ вчерпѣ уже готовъ, большая часть трубъ уже уложена, а между тѣмъ для этого устройства не имѣлось еще никакого опредѣленнаго проекта.

#### Фильтрующіе колодцы.

Сооруженіе горизонтальной галереи для фильтровъ было бы весьма затруднительно въ виду необходимости заложить основаніе галереи на глубинѣ  $5\frac{1}{2}$  м. ниже уровня воды. Поэтому было рѣшено устроить большое количество малыхъ фильтрующихъ колодцевъ, которые работаютъ съ такимъ же конечнымъ результатомъ, какъ и одна галерея. При этомъ до нѣкоторой степени уменьшалась опасность обваловъ песку, такъ какъ въ случаѣ порчи одного колодца, послѣдній можетъ быть выключенъ безъ всякаго ущерба для остальныхъ.

Наблюденія при помощи пробныхъ скважинъ, которыя были размѣщены начиная съ 50 м. отъ конца рывины до 1.100 м., показали, что колодцы слѣдуетъ расположить лишь на протяженіи 460 м. Ниже не замѣчается болѣе напора воды; въ дѣйствительности оба нижнихъ колодца совсѣмъ не давали воды въ сухой 1887 годъ.

При устройствѣ этихъ колодцевъ нѣсколько уклонились отъ первоначальнаго проекта, въ которомъ предполагалось заложить собирательныя трубы на глубинѣ 1,5 м. Эти трубы точно такъ же, какъ и колодцы, завлаживали возможно глубже для полученія, во-первыхъ, возможно большаго количества воды, а, во-вторыхъ, и для того, чтобы возможно было, поддерживая уровень воды на нѣкоторой высотѣ, имѣть всегда большой запасъ воды. Въ данномъ случаѣ водоносный слой чистаго песку уподоблялся исполинской губкѣ,

которую возможно было по мѣрѣ надобности выжимать въ большей или меньшей степени. Пустоты, заполненные водой, составляютъ въ этомъ песчаномъ слоѣ до 29% всего его объема.

Сборнымъ трубамъ былъ приданъ уклонъ, необходимый лишь для расхода въ нихъ до 100 секундолитровъ; въ виду чего ихъ пришлось у конца рытвины углубить на 5,2 м. отъ поверхности земли; вслѣдствіе этого являлась возможность накопить на такую высоту воду и, въ случаѣ надобности, ее снова спустить.

Послѣ многихъ попытокъ, наконецъ остановились на конструкціи колодець, предложенной главнымъ инженеромъ Вагнеромъ. Каждый колодець состоитъ изъ чугунной трубы, діаметромъ въ 155 мм.; въ нижней своей части эта труба снабжена небольшими отверстіями и покоится на ступенчатомъ бетонномъ основаніи. Дырчатая часть трубы окружена четырьмя слоями песку, причемъ по направленію внаружу величина зеренъ уменьшается; величина зеренъ внѣшняго слоя равна 2 мм. и удерживаетъ мелкій песокъ отъ прониканія въ колодець. При этомъ можно было предвидѣть, что окружающій колодцы песокъ будетъ размытъ; и, такимъ образомъ, образуется еще естественный фильтрующій слой. Вся поверхность фильтра находится подъ водой и потому вся утилизируется.

Отдѣльные колодцы соединялись со сборными трубами при помощи вылуженныхъ мѣдныхъ трубъ, діаметромъ въ 70 мм., причемъ муфты ихъ имѣютъ резиновыя прокладки. Эти трубы кончатся у вентиляныхъ коробокъ, опирающихся на сборный трубопроводъ. Соединеніе того или другого колодца можетъ быть регулировано или закрыто при помощи особыхъ коническихъ вентиляей.

Работы по устройству колодець производились слѣдующимъ образомъ: ставили вертикально на подлежащемъ мѣстѣ желѣзный цилиндръ, длиною 7,5 м. и діаметромъ въ 0,8 м., и снабжали его грузомъ въ 30 центнеровъ. Затѣмъ начинали выкачивать песокъ и воду изъ него при помощи обыкновеннаго насоса, причемъ цилиндръ очень быстро опускался. Когда цилиндръ такимъ образомъ былъ опущенъ на должную глубину, то покрывали дно ямы крупнымъ щебнемъ для подготовки основанія подъ бетонную плиту. По укладкѣ на мѣсто бетонной плиты, опускали еще три цилиндра, діаметромъ соответственно въ 0,6, 0,48 и 0,36 м.; они устанавливались въ нѣкоторомъ опредѣленномъ другъ отъ друга разстояніи. благодаря существованію ступеней въ плитѣ. Затѣмъ промежутки между ними заполнялись пескомъ, крайній промежутокъ заполнялся пескомъ съ зернами величиной въ 2 мм., второй—4 мм., третій—8 мм. и по-

слѣдній промежутокъ, прилегающій къ чугунной трубѣ, пескомъ съ величиною зеренъ въ 16 mm; при этомъ соблюдалось чередованіе слоевъ и въ вертикальномъ направленіи, при прониканіи воды сверху внизъ. При помощи лебедки вытаскивали затѣмъ желѣзные цилиндры, и колодцы послѣ этого можно было считать готовыми. Для прочистки окружавшаго ихъ песку, изъ колодцевъ усиленно выкачивали нѣкоторое время воду.

По устройствѣ отдѣльныхъ колодцевъ, путѣмъ выкачиванія изъ нихъ воды, понижали уровень грунтовыхъ водъ и осушали котлованъ для прокладки сборныхъ трубъ на глубину  $5\frac{1}{2}$  м. Устройство каждаго колодца продолжалось  $1\frac{1}{2}$ —2 дня. Къ концу октября 1886 г. были такимъ образомъ опущены всѣ 83 колодца.

1-го сентября 1885 г. уже стало возможнымъ питать городскую сѣть водою изъ источниковъ Ursprung. Водокачка Schwabenhöhlpumpwerk, существующая съ 1856 г., совершенно прекратила свое дѣйствіе, между тѣмъ какъ паровая водокачка Tullna, хотя также была остановлена, но на всякій случай содержалась въ исправномъ для работы состояніи до 1896 года.

Расходъ источниковъ до устройства колодцевъ колебался между 74 и 109 секундолитрами; по устройствѣ ихъ, онъ уменьшился до 77 секундолитровъ, потомъ сталъ повышаться до 103 и теперь, по накопленіи воды въ водоносномъ слоѣ, даетъ даже до 160 секундолитровъ.

### Новые резервуары и водокачки.

Напоръ отъ источниковъ Ursprung недостаточенъ для одной части города Нюрнберга, для такъ называемой высокой зоны; поэтому устроенъ новый резервуаръ, вмѣстимостью въ 20 cbm., на Vestnerthurm der Burg, который питается хорошей водой. Насосы приводятся въ движеніе водяными двигателями изъ сосѣдней прядильни; этой водой снабжается высокая зона города.

У самой башни имѣется напоръ въ 26 м.; при помощи соотвѣтственныхъ затворовъ область водоснабженія можетъ быть по желанію ограничена, причемъ излишекъ воды уходитъ въ остальную сѣть, питающую нижнюю зону.

Въ 1892—93 году была устроена еще новая водокачка Krämermeister. Она беретъ воду изъ водоема, примыкающаго къ большому водосбору ключей Ursprung, и поднимаетъ до 50 секундолитровъ на 20 м. высоты, которая подаются затѣмъ въ напорный резервуаръ. Въ 1895 г. эта водокачка была снабжена запаснымъ насосомъ системы Вортингтоновъ.

Однако, несмотря на всѣ эти грандіозныя сооруженія, въ скоромъ времени, вслѣдствіе неожиданнаго увеличенія населенія гор. Нюрнберга, оказалось необходимымъ еще больше расширить водоснабженіе города, такъ какъ, напримѣръ, для поливки улицъ воды не хватало. Пришлось разыскать новые источники, которые бы могли вполне удовлетворить нуждамъ города.

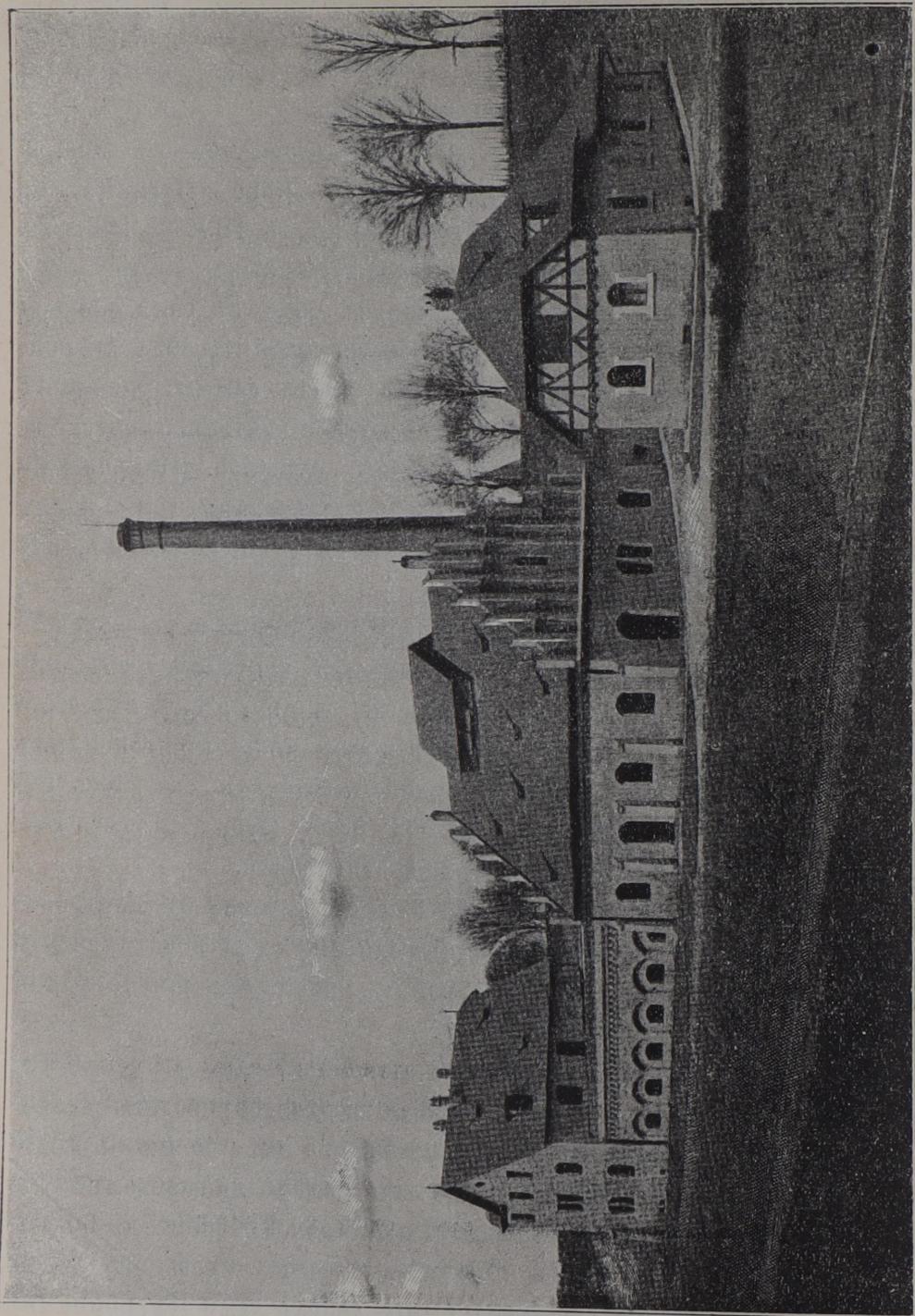
По инициативѣ энергичнаго дѣятеля по снабженію водою г. Ernst Eickort, былъ купленъ на берегу рѣки Пегницъ, въ 6 km. выше Нюрнберга, большой плацъ; уже въ 1892 и 1893 гг. были произведены тамъ изслѣдованія подпочвенныхъ водоносныхъ слоевъ. Оказалось, что вода, содержащаяся тамъ въ слоѣ аллювія состоящаго въ нижнихъ слояхъ изъ известняковой гальки и кварца, въ верхнихъ изъ мелкаго жирнаго песку, а съ самымъ верхнимъ изъ тонкаго слоя чернозема, въ химическомъ и бактеріологическомъ отношеніяхъ не оставляетъ желать ничего лучшаго. Направленіе грунтовыхъ водъ и ихъ количество было изслѣдовано при помощи скважинъ и нѣсколькихъ группъ фильтрующихъ колодцевъ, изъ которыхъ качали воду.

Одна группа опытовъ показала, что расходъ воды тутъ возможно довести до 55 секундолитровъ, другая—65 секундолитровъ; при этомъ уровень воды въ трубахъ падалъ на 2,5 м., а внѣ ихъ всего на 0,6 м. Большаго пониженія уровня при помощи примѣненныхъ центробѣжныхъ насосовъ и локобилей достигнуть оказалось невозможнымъ. Это послужило доказательствомъ того, что здѣсь возможно устроить съ большимъ успѣхомъ водокачку.

За 124.000 марокъ было куплено 24 гектара земли. Изъ устроенныхъ уже колодцевъ 9 оказались пригодными и для послѣдующаго времени; въ 1895 г. начали постройку новой водокачки, общій видъ которой изображенъ на фиг. 1.

Машинное и котельное отдѣленія, помѣщеніе для угля и квартира для машиниста и кочегара образуютъ одну группу зданій. Машинное отдѣленіе расположено на глубинѣ 5 м отъ поверхности земли и сдѣлано изъ одного бетона вслѣдствіе сильнаго напора грунтовыхъ водъ. Въ котельномъ отдѣленіи установлено 2 трубчатыхъ паровыхъ котла съ поверхностью нагрѣва въ 48 кв. м., на 8 атм. рабочаго давленія, а кромѣ того оставлено еще мѣсто для двухъ котловъ. Тамъ же установлено 2 насоса, доставляющихъ каждый 60 секундолитровъ воды на высоту въ 70 м.; они горизонтальныя, системы компаундъ, въ 70 лошадиныхъ силъ, съ клапаннымъ парораспределеніемъ и конденсаторами.

Два этихъ насоса гонять воду чрезъ напорную трубу, діаметромъ въ 450 мм. и длиною въ 3.940 м. въ сѣтъ сѣверной части города.



Фиг. 1. Новая насосная станція, для водоснабженія города Нюрнберга,

Къ востоку отъ главнаго корпуса имѣется небольшое зданіе съ квартирой для втораго кочегара; тамъ также помѣщается мастерская и кладовая.

Для того, чтобы предупредить загрязнение грунтовой воды, все нечистоты и сточная вода отводятся при помощи чугунных труб въ рѣку Пегницъ; отхожія мѣста снабжены клозетами съ торфомъ. Для охраненія области источниковъ городъ скупаетъ сосѣднія земли.

Общая стоимость устройства водопровода опредѣлилась въ  $\frac{1}{2}$  милліона марокъ.

Несмотря на то, что городъ и все его предмѣстья въ настоящее время обильно снабжаются водой, теперь уже намѣченъ путь къ дальнѣйшему расширенію и усовершенствованію водоснабженія. Такъ, на примѣръ, городъ приобрѣлъ небольшіе источники, находяшіеся неподалеку отъ Ursprung, вода которыхъ, благодаря естественному уклону, отводится въ водокачку Kramerhweiher и тутъ уже поднимается въ главную магистраль, идущую отъ Ursprung. Имѣется въ виду увеличить, по крайней мѣрѣ вдвое, папорный резервуаръ на Schauenbuck, а водокачка Erlerweger, по установкѣ еще двухъ насосовъ и увеличенія числа колодцевъ, будетъ въ состояніи давать городу до 200 секундолитровъ воды.

Такимъ образомъ управленіе города полагаетъ, что въ двадцатомъ столѣтіи, которое оно встрѣчало съ 240.000 жителей, оно будетъ въ состояніи доставлять жителямъ въ достаточномъ количествѣ чистую и здоровую воду. Кромѣ того управленіе города стремится къ тому, чтобы увеличеніемъ числа общественныхъ колодцевъ, пожарныхъ крановъ, а также крановъ для поливки улицъ и площадей, устройствомъ въ общественныхъ и частныхъ домахъ ватер-клозетовъ обезпечить горожанамъ удобство, безопасность и здоровье.

### VIII.

#### Водоснабженіе г. Регенсбурга.

Въ числѣ наиболѣе удачно устроенныхъ водопроводовъ второстепенныхъ городовъ Баваріи обращаетъ на себя вниманіе водоснабженіе города Регенсбурга, находящагося въ недалекомъ разстояніи отъ Нюрнберга и имѣющаго въ настоящее время до 50 тысячъ жителей. Водоснабженіе это особенно поучительно удачною замѣною паровыхъ насосовъ водяными двигателями (турбинами), поставленными на незначительной рѣчкѣ, простотой и дешезивною сооружеія и эксплуатаціи и можетъ служить однимъ изъ примѣровъ раціональнаго устройства небольшихъ водопроводовъ въ баварскихъ городахъ.

Увеличение населения и расхода воды изъ водопровода г. Регенсбурга въ (Баваріи) съ 50 тысячъ жителей.

	1887	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897
Число жителей . . . . .	41.459	42.500	42.500	42.500	42.500	44.500	45.000	46.300	47.298	47.400
Общій годовой расходъ куб. м.	1.732.307	2.020.716	2.123.659	2.305.870	2.451.358	2.245.072	2.152.309	2.278.629	2.307.323	2.307.786
Средній ежедневный расходъ на человѣка въ литр.	114	130	134	148	158	138	131	133	134	133
Наибольшій ежедневный расходъ на человѣка въ литр.	143	164	171	186	216	214	182	169	174	181
Количество отвѣтвленій . . . . .	1.178	1.256	1.280	1.397	1.471	1.595	1.626	1.724	1.776	1.804
Средній ежедневный расходъ куб. м. . . . .	4.746	5.536	5.820	6.317	6.716	6.150	5.896	6.213	6.305	6.325
Максимальный куб. м. . . . .	5.968	6.940	7.427	7.925	9.177	9.530	8.195	7.910	8.194	8.607
Минимальный " . . . . .	3.853	4.080	3.298	4.778	5.020	4.378	4.249	4.485	4.879	4.825
Общій расходъ безъ водомѣровъ куб. метр. . . . .	1.762.623	1.916.723	1.981.863	2.110.638	2.210.934	1.966.149	1.853.508	1.974.959	1.979.135	1.882.700
По водомѣрамъ . . . . .	59.684	103.993	141.796	195.232	240.424	278.923	298.801	303.670	328.688	426.086
Количество водомѣровъ . . . . .	66	68	80	147	209	306	388	514	602	728

При устройствѣ въ 1888 году въ *Регенсбургъ* вспомогательной водокачки, въ качествѣ двигателя воспользовались водяною силою источниковъ *Regan'a*. Источники эти давали въ секунду до 12 куб. метр. воды. Для приведенія въ дѣйствиѣ насосовъ здѣсь установлены 2 турбины *Жонваля*, развивающихъ отъ 60 до 70 лошадиныхъ силъ къ которымъ въ послѣдствіи добавлена одна паровая машина. Турбины соединены коническими колесами съ валомъ, приводящимъ въ движеніе насосы: отъ паровой же машины передача производится помощью ремня. На водокачкѣ установлено 2 горизонтальныхъ двойнаго дѣйствія насоса системы *Жирара* (*Girard*). Диаметръ турбинъ 3,9 метр. Вода къ этимъ турбинамъ направлена по деревянному каналу, имѣющему въ поперечномъ сѣченіи 12,5 куб. метр.; длина канала 1.100 метр.; а ширина 10,0 метр. Турбины работаютъ при паденіи на нихъ съ высоты 0,5 метр. до 4 куб. метр. воды въ секунду. Высота паденія воды можетъ быть даже понижена до 0,3 метр., причѣмъ турбины при 22 оборотахъ въ минуту развиваютъ до 65—70 лошадиныхъ силъ.

Вспомогательная паровая машина, поставленная на этой водокачкѣ, системы *Вульфа*, горизонтальная, развиваетъ до 100 лошадиныхъ силъ; машина эта дѣлаетъ до 80 оборотовъ въ минуту и работаетъ съ конденсациею пара. Машина имѣетъ два цилиндра и парораспределительный клапанъ. Необходимый для дѣйствія машины паръ проведенъ изъ помѣщенія котловъ старой водокачки, гдѣ имѣется 3 *корнваллійскихъ* паровыхъ котла.

Общая стоимость этой второй водокачки выразилась въ суммѣ 250.000 марокъ.

Въ вышепомѣщенной таблицѣ показанъ общій расходъ воды въ теченіе десятилѣтняго періода изъ водопровода города *Регенсбурга*.

## IX.

### Нѣкоторыя данныя о водоснабженіи города *Вѣны* \*).

Въ сравнительно еще не далекое отъ насъ время, а именно въ началѣ прошлаго столѣтія, для водоснабженія *Вѣны*, кромѣ большого

\*) 1) *Die Wasserversorgung der Stadt Wien 1897* г. Составлено городскимъ управленіемъ подъ редакцію бургомистра *Карла Люера*. 2) *Borkowitz*. Das Wasserwerk der Wiener Hochquellenleitung: a) ст. XIII Bezirk (*Breitensee*) и b) ст. X Bezirk (*Favoriten*). Последняя статья помѣщена въ *Zeitschrift des Oesterr. Ing. und Architekt-Vereines* 1900 г. № 4. См. также общее описаніе водоснабженія г. *Вѣны* въ статьѣ „*Städtische Wasserversorgungen zur Zeit der Pariser Weltausstellungen 1900* (*Zeits. d. Oesterr. Jng. und Arch. Ver.* 1902 г. № 36).

числа колодцовъ, существовали слѣдующіе незначительные водопроводы.

1. Городской Гернальскій (Hernalser) водопроводъ, доставляющій воду изъ долины Альсбаха. Ежедневное количество воды, получаемой изъ этого водопровода, колебалось отъ 460 до 570 куб. метровъ. Водопроводъ этотъ снабжалъ нѣсколько водоразборныхъ колодцевъ и общественныхъ зданій. Въ послѣднее время водопроводъ этотъ обслуживалъ предмѣстье Hernalts.

2. Альбертинскій каналъ, проводившій воду со склона Halterbach'a близъ Hütteldorf'a, снабжалъ многіе водоемы, общественныя и частныя водоразборныя колодцы и старыя предмѣстья: Penzing Fünfhaus, Sechshaus и Rudolfsheim. Притокъ воды, въ количествѣ отъ 340 до 400 куб. метровъ, проходилъ по сборному каналу длиною до 7.000 метровъ.

3. Водопроводъ Лаврентія (Laugenser), питавшій водою одинъ бассейнъ и нѣсколько водоразборныхъ колодцевъ, давалъ въ общемъ около 60 куб. метровъ воды ежедневно.

4. Каролишскій (Karoly'sche), съ ежедневнымъ расходомъ около 57 куб. метровъ, питалъ лишь 3 водоразборныхъ колодца.

Кромѣ описанныхъ водопроводовъ существовало еще 13 мелкихъ водосборовъ, снабжавшихъ нѣсколько общественныхъ и частныхъ зданій. Изъ всѣхъ этихъ водопроводовъ получалось ежедневно отъ 450 до 570 куб. метровъ воды.

#### Водопроводъ короля Фердинанда.

Въ 1835 году, по повелѣнію короля Фердинанда I, было приступлено къ сооруженію въ Вѣнѣ новаго водопровода. Водопроводъ этотъ состоялъ изъ питательнаго канала, расположеннаго на правомъ берегу рукава Дуная; ложе канала проходило на 2½ метра глубже дна Дуная, въ грунтѣ изъ мелкаго булыжника. Вода въ количествѣ до 5.700 куб. метровъ въ день добывалась двумя паровыми машинами въ 60 лошадиныхъ силъ. Она накачивалась въ 3 небольшихъ резервуара, расположенныхъ въ Währing'ѣ, Neulerchenfeld'ѣ и около линіи Западной желѣзной дороги, откуда распредѣлялась по городу и была предназначена для питанія водоразборныхъ колодцевъ. Такъ какъ водопроводъ этотъ не даль ожидаемаго количества воды, то было приступлено къ увеличенію длины питательнаго канала, доведенной до 340 метровъ. Увеличившійся расходъ воды вслѣдствіе проведенія ея въ нѣкоторые дома не могъ быть полностью добываемъ изъ этого водопровода, въ виду

чего потребовалось изыскивать новые способы къ его расширенію. Въ 1859 году было приступлено къ устройству новаго питательнаго канала, общеою длиною до 400 метровъ. Каналь этотъ, расположенный въ 200 метрахъ отъ рукава Дуная, проведенъ на глубинѣ до 5 метровъ ниже дна этого рукава. Для увеличенія силы машинъ была поставлена третья паровая машина въ 100 лошадиныхъ силъ. Съ устройствомъ этого новаго водопровода количество ежедневно добываемой воды было доведено до 10.000 куб. метровъ, въ городѣ было открыто 211 общественныхъ водоразборныхъ колодцевъ, 25 бассейновъ со стоками, 52 паровыхъ крана и проведена вода въ 36 общественныхъ и 682 частныхъ домовъ.

Быстрый ростъ населенія и расширеніе города потребовали дальнѣйшаго усиленія водоснабженія. Въ 1861 году былъ объявленъ конкурсъ на разработку новаго водопровода въ широкомъ масштабѣ. Благодаря этому конкурсу въ 1866 году появился грандіозный проектъ новаго водопровода, къ сооруженію котораго было приступлено въ 1870 году, а работы окончены въ 1873 году.

#### Водопроводъ Императора Франца Іосифа.

(Kaiser-Eranz-Josef-Hochquellen-Wasserleitung).

Съ устройствомъ этого водопровода населеніе города Вѣны получило воду превосходнаго качества, которая проведена почти во всѣ жилые дома Вѣны.

Новый водопроводъ получаетъ воду изъ двухъ источниковъ: Kaiserbunnen и Stixensteiner-Quellen. Первый изъ нихъ расположенъ въ Hollenthal'ѣ у юго-западной подошвы Спѣжныхъ горъ, а второй въ Stierningthal'ѣ, у восточной подошвы этихъ же горъ. У обоихъ источниковъ построены водохранилища (Wasserschlösse), изъ которыхъ вода направлена въ акведукъ. Выходъ воды изъ водохранилищъ въ акведукъ регулируется особыми затворами.

Акведукъ состоитъ изъ главнаго канала, протяженіемъ 89,308 килом. (отъ Kaiserbrunnen до распределительныхъ резервуаровъ въ Rosenhugel'ѣ, близъ Вѣны) и отвѣтвленія, протяженіемъ 6,218 килом. (отъ Stixensteinquellen до соединенія съ главнымъ каналомъ у Ternits'a). Такимъ образомъ, общее протяженіе акведука = 95,526 километрамъ (89 $\frac{1}{2}$  верстъ). Акведукъ заключаетъ въ себѣ 29 штоленъ, общимъ протяженіемъ 8.500 метровъ, и пересѣкаетъ 19 большихъ долинъ, на протяженіи 5.610 метровъ. Каналь на всемъ протяженіи выложенъ камнемъ на цементѣ, съ каменнымъ перекрытіемъ.

Уклонъ главнаго канала, по возможности согласованный съ про-

филью мѣстности, колеблется отъ 1 : 200 до 1 : 2.300. На отвѣтственности имѣются уклоны отъ 1 : 100. Продуктивность акведука составляетъ 138.000 куб. метр. въ 24 часа. Въ зависимости отъ уклона, діаметръ канала, а также форма его различны. Средняя ширина его 1,47 метра, а высота до 1,26 метра.

Изъ главнаго резервуара въ Rosenhugel'ѣ вода распредѣляется по тремъ меньшимъ резервуарамъ, расположеннымъ въ Schmelz'ѣ, Wienerberg'ѣ и Laarberg'ѣ. Изъ этихъ четырехъ резервуаровъ вода распредѣляется по городу чугунными трубами, діаметромъ отъ 800 до 950 миллим. Протяженіе водопроводной сѣти въ 1892 году составляло 322 километра.

Расходъ воды въ домахъ контролируется водомѣрами. Въ концѣ 1891 года изъ новаго водопровода пользовались водою 12.625 общественныхъ и частныхъ зданій; имѣлось 18 общественныхъ бассейновъ, 245 водоразборныхъ колодцевъ, расположенныхъ въ старыхъ частяхъ города; 289 общественныхъ водоразборныхъ колодцевъ расположенныхъ въ новыхъ пригородныхъ частяхъ, а также 14 водоразборныхъ колодцевъ и фонтановъ, расположенныхъ въ общественныхъ садахъ. Для поливки садовыхъ насажденій, а также для противупожарныхъ надобностей имѣлось 748 крановъ, помѣщавшихся на уровнѣ съ землею 760 обыкновенныхъ и 36 двойнаго дѣйствія (Nebenflurhydranten) и 248 крановъ для специальныхъ городскихъ надобностей.

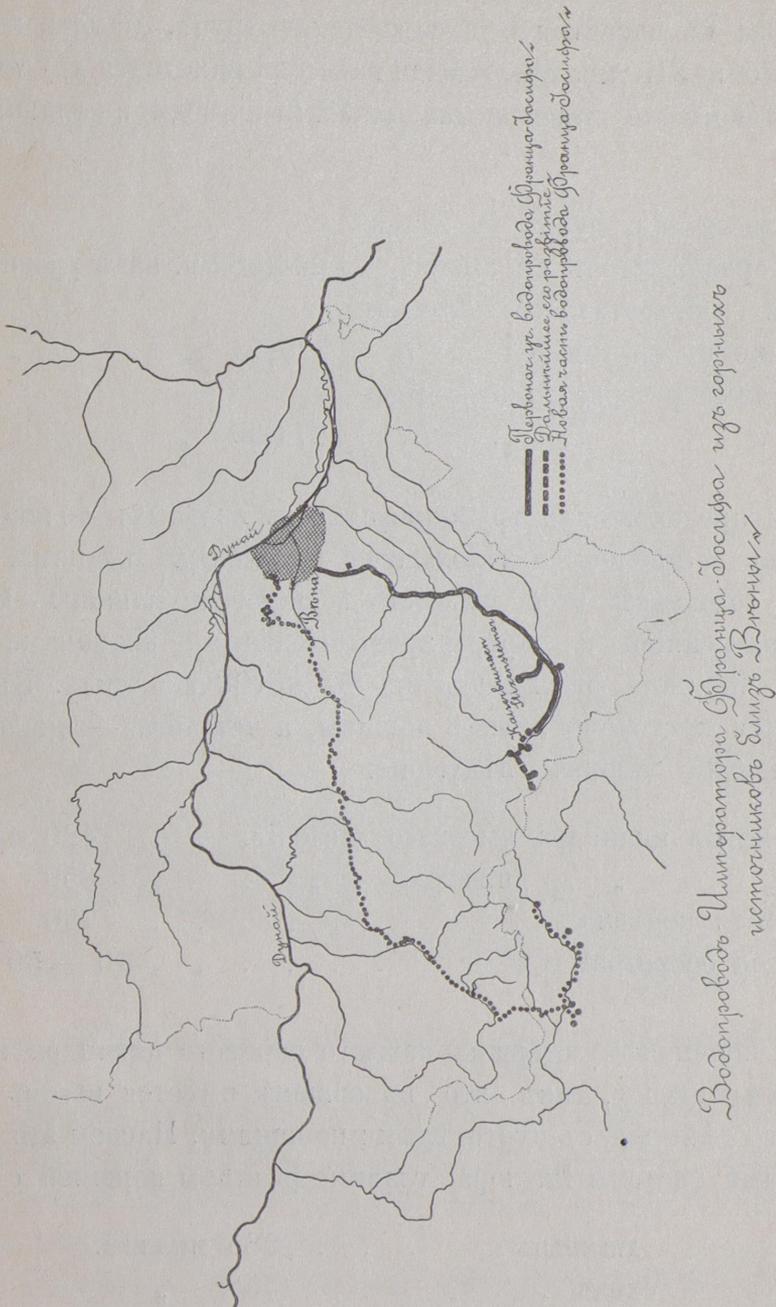
#### *Дальнѣйшее расширение резервуаровъ*

Съ устройствомъ новаго водопровода, расходъ воды настолько увеличился, что имѣющихся 3-хъ резервуаровъ (въ Rosenhugel'ѣ, Schmelz'ѣ Wienerberg'ѣ), съ общимъ объемомъ воды въ 25.749 куб. метровъ, оказалось далеко недостаточно, почему и было приступлено къ расширенію этихъ резервуаровъ. Работа эта была окончена въ 1879 году; объемъ всѣхъ упомянутыхъ резервуаровъ былъ доведенъ до 96.248 куб. метровъ. Дальнѣйшая работа по расширенію резервуаровъ была предпринята въ 1886 году и окончена въ 1889 г. Кромѣ уже существовавшихъ резервуаровъ въ это время былъ сооруженъ еще одинъ, въ Laarberg'ѣ. Общій объемъ этихъ резервуаровъ достигалъ 169.920 куб. метровъ. Запаса этого количества воды хватало на 3 зимнихъ или 2 лѣтнихъ дня.

#### **Водопроводное сооруженіе въ Breitensee.**

Водокачка эта имѣетъ слѣдующія устройства: помѣщеніе для

машинъ, для котловъ, для склада угля, домъ для администраціи водокачки и помѣщеніе для сторожей. Сила машинъ рассчитана на подачу воды въ резервуаръ при нормальной потребности до 24.000



куб. метр. въ 24 часа и при усиленномъ расходѣ до 30.000 куб. метровъ.

Водокачка беретъ воду изъ распределительныхъ резервуаровъ, расположенныхъ въ Rosenhügel'ѣ, съ которыми она соединена особымъ трубопроводомъ. длиною до 5.312 метр. Часть этихъ трубъ,

а именно 2.476 метр., имѣть въ діаметрѣ 870 миллим., а на остальномъ протяженіи—950 миллим. Трубы эти оканчиваются въ помѣщеніи водокачки, гдѣ имѣется особая камера съ приспособленіями для остановки и регулированія притекающей воды. Камера эта соединена съ насосами особою системою трубъ, діаметромъ въ 870, 630, 475 и 315 миллим. Позади насосовъ находится другая система трубъ такого же діаметра для накачиванія воды въ главный резервуаръ.

Сборный резервуаръ въ Rosenhügel'ѣ расположенъ на высотѣ . . . . .	244,582 м. надъ уровнемъ моря;			
Оси (горизонтальная) насосовъ водокачки въ Breitensee . . . . .	229,43	"	"	"
Главный резервуаръ этой водокачки . . . . .	274,00	"	"	"

Для предохраненія трубопровода отъ сильныхъ толчковъ около насосовъ поставлены два большихъ воздушныхъ клапана.

На водокачкѣ этой имѣется 4 паровыя машины—компаундъ съ конденсаціей и парораспредѣлительными клапанами системы Proll'я. Машины развиваютъ отъ 80 до 100 лощ. силъ. Въ дѣйствіи находятся постоянно лишь 3 машины, а четвертая—запасная. Главныя размѣры машинъ слѣдующіе:

Діаметръ цилиндра высокаго давленія . . . . .	420 миллим.
" " низкаго " . . . . .	650 "
Высота подъема . . . . .	750 "
Число оборотовъ . . . . .	40 — 50 въ мин.

Къ поршневому стержню каждаго парового цилиндра приделано по одному насосу, такъ что въ общемъ имѣется восемь насосовъ двойнаго дѣйствія съ пустотѣльными поршнями. Насосы эти снабжены клапанами системы Ридлора; главные размѣры поршней слѣдующіе:

діаметръ . . . . .	285 миллим.
ходъ . . . . .	750 "

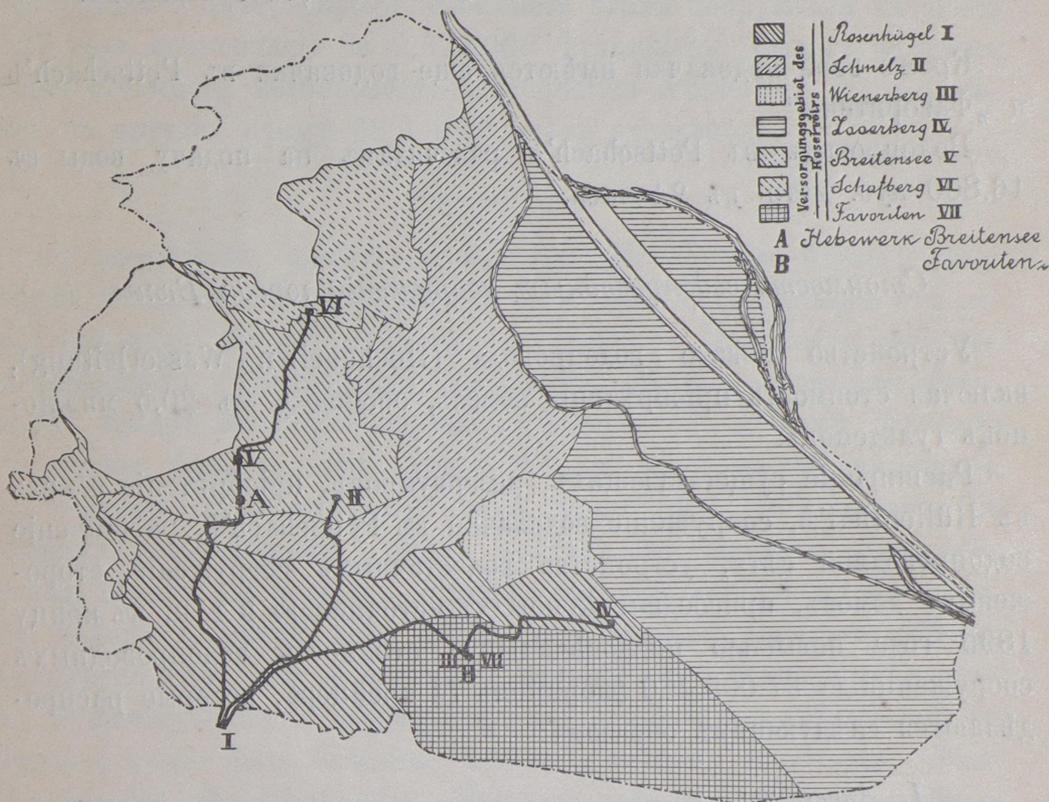
Общая работа насосовъ составляетъ 97 секундолитровъ.

Для питанія котловъ водою служатъ два подогревателя съ латунными трубами и два вертикальныхъ питательныхъ насоса двойнаго дѣйствія, имѣющихъ слѣдующіе размѣры:

діаметръ пароваго цилиндра . . .	140	миллим.
„ поршня насоса . . . . .	80	„
общій ходъ поршня . . . . .	160	„

Кромѣ того для питанія котловъ имѣется еще два универсальныхъ инжектора системы Кертинга.

Идущая для питанія котловъ вода очищается специальнымъ аппаратомъ системы Дерво.



Области снабженія водой изъ городскихъ водопроводовъ *Вены*.

Въ особомъ помѣщеніи установлена еще одна паровая машина въ 25 лш. силъ, которая приводитъ въ движеніе динамомашину электрическаго освѣщенія водопроводныхъ зданій и кромѣ того служитъ для нуждъ мастерской.

Для образованія пара имѣется 4 генератора системы Fairbairn'a. Поверхность нагрѣва топокъ этихъ котловъ разсчитана такимъ образомъ, чтобы приводить въ движеніе одну паровую машину и машину для электрическаго освѣщенія. Машины работают при давленіи пара въ 7 атмосферъ.

Домъ для администраціи водокачки имѣетъ 8 жилыхъ квартиръ.

Стоимость всего сооружения выразилась въ слѣдующихъ суммахъ:

приобрѣтеніе земель . . . . .	52.250	гульденовъ.
машинныя сооружеія . . . . .	197.274	„
перекрытіе зданій . . . . .	19.446,49	„
электрическое освѣщеніе . . . . .	3.628,29	„
постройка зданій и другія сооружеія и администрація . . . . .	255.024,48	„
Итого . . . . .	527.623,26	гульденовъ.

Кромѣ этой водокачки имѣются еще водокачки въ Pottschach'ѣ и „Фаворитенѣ“.

Водопроводъ въ Pottschach'ѣ рассчитанъ на подачу воды въ 16.800 куб. метр. въ 24 часа.

*Стоимость водопроводныхъ сооружений города Вьны.*

Устройство новаго водопровода (Hochquellen - Wasserleitung), включая стоимость приобрѣтенія земель, обошлось въ 20,5 милліоновъ гульденовъ.

Расширеніе существующихъ резервуаровъ, приобрѣтеніе земель въ Hüllenthal'ѣ, сооружеіе водокачки въ Pottschach'ѣ, расширеніе водопроводной сѣти, устройство водосточныхъ сооружений, сторожевыхъ домовъ, присоединеніе новыхъ источниковъ и т. п. къ концу 1895 года повысило первоначальную стоимость водопроводныхъ сооружений до 37.005.480 флориновъ 74 крейцера, которые распределяются слѣдующимъ образомъ:

*I. Акведукъ:*

стоимость сооружеія . . . . .	13.357.317	гульд. 17	крейц.
приобрѣтеніе земель . . . . .	5.544.315	„ 10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	„
администрація . . . . .	706.561	„ 37	„
	19.608.193	гульд. 64 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	крейц.

*II. Резервуары и водопроводная сѣть:*

стоимость сооружеій резервуаровъ и опытной станціи для водопроводовъ . . . . .	4.022.814	гульд. 25	крейц.
стоимость водопроводной сѣти и установка водомѣровъ . . . . .	11.026.210	„ 02	„

приобрѣтеніе земель . . . . .	669.779	гульд.	33	крейц.
администрація . . . . .	678.483	„	49 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	„
	16.397.287	гульд.	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	крейц.
Общая сумма . . . . .	36.005.480	гульд.	74	крейц.

Съ расширеніемъ водопроводныхъ сооружеій въ Nassthal'ѣ а также съ продолженіемъ работъ по расширенію существующаго водопровода и резервуаровъ, стоимость этихъ сооружеій къ іюню 1897 года повысилась на 2.315.000 гульденовъ. Такимъ образомъ общая стоимость водопровода (Hochquellen-Wasserleitung) выразилась въ круглой суммѣ 38,3 милліоновъ гульденовъ.

Съ постройкою новаго водопровода Hochquellen-Wasserleitung, городъ Вѣна, казалось, на многіе годы былъ застрахованъ отъ недостатка воды. Но это продолжалось недолго. Съ присоединеніемъ къ городскому водопроводу пригородовъ Вѣны и мѣстности Фаворитенъ вскорѣ же сталъ ощущаться недостатокъ въ водѣ, особенно въ лѣтнюю жаркую пору, когда расходъ воды сильно повышался. Это обстоятельство вынудило вновь приступить къ взысканію по усиленію водоснабженія. Послѣ долгихъ, но тщетныхъ розысковъ вблизи города водоносныхъ источниковъ, всѣ работы по расширенію района добыванія воды были направлены въ гористую область Kaiserbrunnen'a, для соединенія находящихся тамъ источниковъ съ существующимъ водопроводомъ Hochquellen - Wasserleitung. Первоначально были открыты четыре главныхъ источника (Wasseralmquelle, Reissthalquelle, Fuchspasquelle и Höllenthalquelle), а затѣмъ еще шесть меньшихъ, находящихся позади Nasswald'a. Всѣ эти источники, начиная отъ Wasseralmquelle, наиболѣе удаленнаго, соединены въ одну группу и оканчиваются въ главномъ водосборномъ бассейнѣ въ Kaiserbrunn'ѣ,

При сооружеіи этого водопровода пришлось преодолѣть весьма большія естественныя препятствія. Такъ какъ источники эти расположены на различной высотѣ и на значительномъ одинъ отъ другого разстояніи, то пришлось прибѣгнуть къ различнаго рода устройствамъ и приспособленіямъ.

О грандіозности исполненныхъ работъ можно судить уже потому, что на протяженіи болѣе 1.100 метровъ пришлось устроить подземныя штольни; затѣмъ на протяженіи около 1,500 метровъ устроены

Таблица размѣровъ и стоимости резервуаровъ.

№ по порядку.	Название мѣстности.	Высота уровня воды.			Глубина воды.	Объемъ резервуара и годъ сооруженія.				Стоимость сооруженія.					
		Наль урв.- неть Адриа- тискаго моря.	Наль урв.- неть моста Фердинанда въ Вѣнѣ.	Наль урв. неть моста Фердинанда въ Вѣнѣ.		Первоначальное сооруже- нїе.	Посль пер- варо рас- ширенія.	Посль вто- рого рас- ширенія.	Посль третяго расширенія 1894-1896	Первоначальна- сооруженія.	Перваро расширенія.	Второго расширенія.	Третяго расширенія.	Общая сто- мость.	На 1 куб. метр.
М е т р ы .					Кубическіе метры.				Г у л ь д е н ы .						
1	Bosenhügel.	244,582	87,811	3,973	2,264 1870-1873	30,700 1878-1889	73,958 1887-1889	120,503 1894-1896	218,783	402,227	598,847	626,470	1,876,333	15,57	
2	Schmelz .	238,230	81,549	3,793	7,413 1870-1872	36,850 1878-1879	36,850	36,850	290,248	376,988	—	—	667,236	15,57	
3	Wienerberg.	237,628	80,970	3,793	4,867 1870-1872	17,529 1878-1879	36,046 1887-1889	36,046	263,820	175,054	268,837	—	707,731	19,63	
4	Saarberg .	207,284	50,573	4,741	11,205 1874	23,070 1886-1887	23,070	23,070	231,815	149,110	—	—	380,925	16,51	
5	Breitensee.	274,00	117,289	5,00	—	—	—	28,861	—	—	—	—	Около 446,727	15,48	
6	Schofberg.	267,50	110,789	5,00	—	—	—	17,229 1895-1896	—	—	—	—	Около 371,000	20,18	
В с е г о . . . . .					25,749	108,149	169,020	163,159	—	—	—	—	4,449,652	17,68	

водосборныя штольни и 4 подземныхъ каменныхъ канала. Кромѣ того водопроводомъ пришлось пересѣкать нѣсколько горныхъ кряжей и рѣчекъ, а рѣку Nassbach пришлось пересѣчь въ 5-ти мѣстахъ спеціальными подземными каналами (Düker). Между большимъ Höllethal'емъ и Kaiserbrunnen'омъ пришлось пересѣчь горный хребетъ, для чего устроенъ большой подземный акведукъ.

При сооруженіи въ долину Nassbach'a штолень встрѣтились большія затрудненія въ подземныхъ работахъ, въ виду скалистаго грунта. Для болѣе успѣшныхъ работъ по сооруженію этихъ штолень была примѣнена спеціально устроенная электрическая сверлильная машина (системы Сименса и Гальске). Съ помощью этой машины работы быстро двинулись впередъ и были благополучно доведены до конца.

Съ присоединеніемъ къ водопроводу этихъ новыхъ источниковъ, городъ Вѣна надолго гарантированъ водою, такъ какъ количество ея теперь съ избыткомъ покрываетъ потребные расходы.

Для регулированія направляемой изъ новыхъ источниковъ въ городъ воды вблизи Kaiserbrunnen'a устроено особое сооруженіе (Aicharrarat). Сооруженіе это—спеціальная камера, съ 4-мя отдѣленіями и особою системою трубъ. Въ камерѣ этой регулируется потребное городу количество воды, точно рассчитанное на секундо-литры.

Къ числу наиболѣе выдающихся сооруженій водопровода Nochquellenleitung относится водоемная башня въ мѣстности „Фаворитенъ“ \*). Башня эта круглой формы, состоитъ изъ двухъ концентрическихъ стѣнъ. Фундаментъ башни углубленъ на 5,25 метровъ и на этой глубинѣ сдѣланъ сплошной бетонный фундаментъ, толщиною до 1,65 метра. Внутренняя стѣна башни поддерживаетъ главный резервуаръ, а наружная служитъ для укрѣпленія крыши и спиральнаго подъема (пандуса).

Внутренняя стѣна башни въ основаніи имѣетъ толщину въ 3,05 м.; по высотѣ толщина эта уменьшается, такъ что въ мѣстѣ расположенія главнаго резервуара она составляетъ 1,05 м. Радиусъ внутренней окружности наружной стѣны до самаго верха одинаковъ и составляетъ 8,90 м.

Въ промежуткѣ между стѣнами башни устроенъ спиральный подъемъ (пандусъ), длиною 203 метра, весьма отлогій. Кромѣ

\*) Подробное описаніе этого сооруженія помѣщено въ Zeitschrift d. Oesterr. Ing. und Architekt.—Vereins. 1900 г. № 4.

главнаго резервуара системы Инце, въ башнѣ поставленъ еще запасный небольшой круглый бакъ. Баки эти расположены на различной высотѣ.

Верхняя часть главнаго бака состоитъ изъ цилиндра, діаметр. 15 м., высотой 3,25 м., нижняя часть котораго, обращенная шарообразнымъ днищемъ внизъ, имѣетъ высоту 4,85 м. и укрѣплена на желѣзной круглой рамѣ діаметромъ въ 8 метровъ. Листы бака соединены двойнымъ рядомъ заклепокъ. Запасный бакъ, высотой три метра, имѣетъ въ діаметрѣ 13 м. Объемъ главнаго бака 1.047 куб. метр., а запаснаго—203 куб. метр. Уровень воды въ бакахъ регулируется пневматическимъ поплавкомъ.

Башня соединяется съ водокачкою двумя нагнетательными трубами, діаметромъ въ 315 и 525 миллим., причеиъ непосредственно между башнею и водокачкою вода проходитъ на протяженіи 21 м. по каналу; высота канала 2,50 м., а ширина 2,00 метра,

Отъ главнаго резервуара ведетъ лѣстница въ помещеніе, находящееся подъ крышею башни, откуда по приставной лѣстницѣ можно проникнуть на наружную галерею фонаря, находящагося на высотѣ 288,90 м. отъ земли. Шпиць флюгера башни служитъ одновременно и громоотводомъ; онъ находится на высотѣ 307,50 м. отъ земли, на 1,10 метр. превышаетъ высшую точку башни собора Св. Стефана.

Сила каждаго насоса паровой машины рассчитана на подачу воды въ башню, при нормальной работѣ, 65 литровъ въ секунду, или въ среднемъ въ теченіе 23 рабочихъ часовъ 5.382 куб. метр. Произведенные въ этомъ отношеніи опыты 29 и 30 августа 1899 г. съ машинами и насосами дали удовлетворительные результаты. При этихъ опытахъ съ паровыхъ цилиндровъ каждой машины индикаторомъ сняты непосредственныя діаграммы при одинаковомъ давленіи пара. Точно такія же діаграммы получились и при опытахъ съ насосами.

Изъ произведенныхъ опытовъ, между прочимъ, усматривается, что полученное въ минуту количество воды въ среднемъ равняется  $\frac{93,15+94,60}{2} = 93,875$  литр., тогда какъ по теоретическому подсчету количество это на одинъ оборотъ машины должно бы равняться 95,117 литровъ.

## X.

## Водоснабженіе и канализація города Будапешта \*).

(Съ чертежами на особомъ листѣ).

Безъ преувеличенія можно сказать, что столица Венгріи — Будапештъ въ настоящемъ своемъ видѣ можетъ считаться не только однимъ изъ самыхъ красивыхъ, но и самыхъ благоустроенныхъ въ техническомъ и санитарномъ отношеніи городовъ Европы.

Старый городъ — Буда, какъ извѣстно, расположенъ на правомъ, высокомъ берегу Дуная, ширина котораго на протяженіи 15-ти километровъ въ предѣлахъ города измѣняется отъ 300 до 800 метровъ. На лѣвомъ берегу Дуная расположенъ новый городъ — Пештъ, гораздо обширнѣе стараго Буда и имѣющей значительныя преимущества передъ послѣднимъ въ отношеніи количества и близости подземныхъ водъ. На этомъ лѣвомъ берегу непроницаемые для воды слои твердой глины покрыты толстыми слоями песчаника и гравія, имѣющими покатость въ сторону Дуная, возвышенія уровня котораго не имѣютъ значительнаго вліянія на уровень грунтовыхъ водъ берега. Въ Пештѣ на глубинѣ отъ 3 до 15 метровъ вездѣ находится грунтовая вода, но пользоваться ею возможно, конечно, только внѣ черты города, такъ какъ почва на городскихъ участкахъ до такой степени загрязнена, что грунтовая вода содержитъ около 0,778‰ органическихъ веществъ.

\*) Die Wasserversorgung der Hauptstadt Budapest von J. Wein. Budapest 1883 г., съ альбомомъ чертежей по водоснабженію Будапешта.

Guide technique de Budapest, Par Alodâr Edir Illés, avec la collaboration des plusieurs ingénieurs. Edité par la Société des ingénieurs et des architectes hongrois. Сборникъ этотъ былъ изданъ въ 1896 г. по случаю перваго Венгерскаго технического конгресса и ему посвященъ. Во время состоявшагося въ Будапештѣ. осенью 1901 г., послѣдняго конгресса по испытанію строительныхъ матеріаловъ, на которомъ намъ пришлось быть, особенности водоснабженія и всѣхъ вообще техническихъ и санитарныхъ устройствъ города составляли предметъ особаго вниманія и изученія членовъ конгресса, которымъ были представлены для того всѣ необходимыя данныя, краткія техническія указанія и спеціальныя брошюры, а также и возможность личнаго осмотра и наблюденій

На правомъ берегу Дуная недостатокъ подземной воды отчасти вознаграждается богатствомъ минеральныхъ и горячихъ источниковъ, берущихъ начало у подошвы горъ, на которыхъ расположенъ старый Буда. Эти источники можно раздѣлить на три группы. Наибольшей извѣстностью между этими водами пользуются знаменитыя слабительныя воды, берущія начало въ котловинѣ Lágimányos, окруженной высокими холмами. Вода источниковъ Lágymányos носитъ названіе слабительной минеральной воды города Буда и не имѣетъ значительнаго распространенія; вода же источниковъ Dobogo, принадлежащихъ наслѣдникамъ Saxlehner, пользуется всемірной славой какъ слабительное подъ названіемъ Hunyadi János.

На территоріи этихъ трехъ источниковъ минеральной воды устроено около 50 колодцевъ, которыми постоянно пользуются. Вода въ нихъ имѣетъ среднюю температуру 10 - 9° Цельсія, по составу напоминаетъ извѣстную слабительную воду Püllna и содержитъ большое количество глауберовой соли и магнезіи.

Источники, берущіе начало у подошвы горы Szemlöhegy (Josef hegy), снабжаютъ водою горячія бани съ сѣрною водою. Того же происхожденія горячіе источники на островѣ Маргариты и въ паркѣ Верослигетъ.

На лѣвомъ берегу, въ Пештѣ, имѣются желѣзистые холодные источники, но не богатые водою. Изъ нихъ получается вода для бань, выкачиваемая насосами съ глубины до 10 метровъ.

#### Историческій очеркъ водоснабженія Будапешта.

Древнѣйшія водопроводныя сооруженія Будапешта, расположенныя на правомъ берегу Дуная—это акведуки, построенныя еще римлянами для города Аквинкума (Aquincum), развалины котораго видны на дорогѣ въ Бекасъ-Мегіэръ. Наиболѣе древнее изъ венгерскихъ сооружений—акведукъ,—снабжавшій водою крѣпость въ Будѣ,—какъ полагаютъ, былъ устроенъ королемъ Матѳеемъ (Mátyás) изъ гончарныхъ трубъ. Онъ имѣлъ въ длину 8 стадій и кромѣ крѣпости снабжалъ водою лишь незначительную часть Буда. Остальное населеніе города пользовалось колодцами, или водою, приносимой прямо изъ Дуная въ деревянныхъ ведрахъ или боченкахъ, называвшихся „путтони“ (puttony).

Только въ первой половинѣ 19-го вѣка былъ поднятъ вопросъ о правильномъ водоснабженіи Будапешта. Образовалось даже анонимное общество для этой цѣли, но политическія событія того времени воспрепятствовали осуществленію предполагавшихся устройствъ, и только чрезвычайно быстрое увеличеніе народонаселенія, а также ужасная холера 1886 года заставили городъ приняться за устройство водопровода. Съ этого времени вопросъ о водоснабженіи и составляетъ въ Будапештѣ постоянную злобу дня. Населеніе города возрастаетъ съ такой быстротой, что постоянно чувствуется недостатокъ въ водѣ, суточное потребленіе которой въ Будапештѣ чрезвычайно значительно и достигаетъ 200-400 литровъ на жителя.

Еще въ 1867 году городское управленіе Будапешта, по указанію Линдлея, построило насосную станцію на Дунаѣ и проложило водопроводныя трубы въ нѣкоторой части города. Водоподъемныя машины и насосы были расположены на самомъ берегу рѣки около моста Маргариты. вмѣстѣ съ тѣмъ поставленъ былъ большой резервуаръ въ Кебаніи (Köbánya), въ видахъ будущаго расширенія водопроводной сѣти.

Позднѣе, а именно въ 1872 году, городъ снова обратился къ Вильгельму Линдлею относительно устройства новыхъ водопроводныхъ сооружений, но представленный Линдлеемъ проектъ не понравился городскому совѣту; удовольствовались расширеніемъ прежнихъ устройствъ, и эта работа была исполнена инженеромъ И. Вейномъ (Wein). Капитальныя же работы по устройству водопровода были отложены на нѣкоторое время, такъ какъ буреніе, произведенное въ окрестностяхъ города, давало надежду на полученіе достаточнаго количества воды изъ подземныхъ источниковъ. Въ 1878-79 году Вейнъ устроилъ на лѣвомъ берегу Дуная на 4 метра ниже ординара въ водоносномъ слое ниже уровня земли горизонтальныя фильтры длиною 407 метровъ, а также поставилъ новыя машины, могущія подавать до 20 тысячъ куб. метровъ въ сутки. Въ послѣдующіе годы старыя машины были приспособлены для подачи нефилътрированной воды въ верхніе кварталы города при помощи водоема объемомъ въ 1000 куб. метровъ. Въ тоже время, а именно въ 1875 году, рѣшено было устроить водопроводныя сооружения на лѣвомъ берегу Дуная, и

снова приглашенъ былъ Линдлей, а съ нимъ Жиль (Henri Gill) и Зальбахъ для составленія проектовъ. Жиль, Зальбахъ, а затѣмъ Клейнъ и Фрэзеръ (изъ Лондона) представили свои проекты въ 1877 году. По однимъ предложеніямъ естественные фильтры должны были быть устроены на островѣ Буда, по другимъ, окончательно принятымъ, эти фильтры предположено было расположить въ гравелистомъ слоѣ, пролегающемъ по берегу Дуная близъ Уйлока. Послѣдній проектъ былъ принятъ вслѣдствіе меньшей его стоимости, и Вейнъ въ 1881-1882 г. устроилъ здѣсь фильтры и поставилъ водоподъемныя машины съ промежуточнымъ бассейномъ и насосами для снабженія водой городскихъ кварталовъ, расположенныхъ въ наиболѣе высокой мѣстности. Въ 1884 году вслѣдствіе закладки зданія парламента пришлось перемѣстить насосную станцію. При этомъ былъ удлиненъ горизонтальный фильтръ до 459 метровъ. Но регуляціонныя работы и возвышенія уровня въ руслѣ Дуная оказали на фильтръ весьма дурное дѣйствіе, такъ что, не смотря на значительные размѣры, фильтры не могли доставлять 20 тысячъ куб. метровъ чистой воды, необходимыхъ для всего городского населенія.

Послѣ долгихъ поисковъ и различныхъ предложеній \*) обратились снова къ Зальбаху, директору дрезденскаго водопровода, который произвелъ въ 1889-1891 годахъ необходимыя изысканія и представилъ совѣту публичныхъ работъ докладъ, съ указаніемъ, что водоносный слой гравія, залегающій по берегу Дуная и его островамъ, можетъ дать въ сутки 25.000 куб. метровъ хорошей воды. На основаніи этого доклада было рѣшено разработать и примѣнить проектъ устройства естественныхъ фильтровъ.

Свирѣпствовавшая въ 1892-93 году холера побудила ускорить окончаніе предварительныхъ работъ по улучшенію водоснабженія Будапешта. На обоихъ берегахъ Дуная были поставлены насосы съ фильтрами; первое изъ этихъ устройствъ доставляло 10.000 куб. метровъ, второе 4.000 въ сутки. Независимо отъ этого была построена небольшая водокачка въ Народномъ саду

---

\*) На конкурсѣ по составленію проекта искусственныхъ фильтровъ, назначенномъ городскимъ управленіемъ, первыя преміи получили инженеры Эрнестъ Гронъ, Вильгельмъ Линдлей и Даніилъ Ургхардъ.

(Népliget), дающая въ сутки отъ 800 до 1200 куб. метровъ. Въ это же время, т. е. въ 1893-95 годахъ, окончены были каптажныя и водопроводныя сооружеія на островѣ Koroszált, часть которыхъ поставляла отъ 40 до 60 тысячъ куб. метр. фильтрованной воды. Для увеличенія числа насосовъ приступлено было къ расширенію водопроводной станціи въ Уйлокѣ. По проекту инженера Вейна, надлежало продолжить естественный фильтръ на 400 метровъ, но чрезвычайныя затрудненія въ производствѣ работъ позволили это сдѣлать лишь на длину 86 метровъ. Въ дополненіе къ этому были устроены вертикальные колодцы.

#### Распредѣленіе воды въ кварталахъ лѣваго берега.

Каптажныя сооружеія, предназначенныя для снабженія водой этихъ кварталовъ города, могутъ быть раздѣлены на двѣ группы: предварительныя и окончательныя. Къ первой относятся естественныя и искусственныя фильтры, расположенныя у моста Маргариты. Ко второй—водосборныя сооружеія, устроенныя въ Nèpliget и Korosztasmegyer.

#### Подготовительныя сооружеія.

Естественныя фильтры устроены въ видѣ галереи, длиною около 1000 метровъ, расположенной по направленію теченія Дуная на 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> метра ниже ординара рѣки. Фильтрованная вода проходитъ по трубѣ въ большой колодезь, откуда выкачивается насосомъ, направляющимъ воду прямо въ городскую сѣть, а затѣмъ въ резервуаръ въ Кебаніи (Köbánya), расположенный на 42 метра выше ординара Дуная.

Въ этомъ же мѣстѣ поставлены и искусственныя фильтры, въ которые вода подается тою же насосною станціею. Эта станція подаетъ также нефилтрованную воду въ особый резервуаръ, откуда она распредѣляется въ сѣть предмѣстья Kúltelek.

Для приведенія въ дѣйствіе насосовъ этой станціи поставлена одна паровая машина компаундъ и 5 машинъ системы Вульфа. Для образованія пара поставлено шесть корнваллійскихъ котловъ. Въ искусственныя фильтры, устроенныя за недостаткомъ мѣста, вода идетъ прямо изъ Дуная, направляясь сначала въ колодезь,

откуда два центробѣжныхъ насоса подаютъ ее въ фильтраціонныя камеры. Всего устроено 8 искусственныхъ фильтровъ, длиною 55 и шириною 28 метровъ. Первый фильтрующій слой заключаетъ до 30 куб. метровъ известковаго камня, затѣмъ слѣдуетъ такой же слой гравія и, наконецъ, песчаный слой (увеличенный во время холеры до 120 куб. метровъ). Общая толщина фильтрующихъ слоевъ 1,80 метр. Каждый квадратный метръ поверхности фильтра даетъ отъ  $1\frac{1}{2}$  до 2 куб. метровъ воды въ сутки. Общее количество получаемой фильтрованной воды колеблется отъ 10 до 25 тысячъ куб. метровъ въ день. Для приведенія въ дѣйствіе насосовъ поставлена паровая машина компаундъ въ 95 лошадиныхъ силъ. Фильтрованная вода собирается въ большой бассейнъ, откуда и подается нагнетательными машинами въ водоемъ Кебаніи. Прочистка фильтровъ дѣлается черезъ каждые два дня, а иногда и черезъ 14 дней, смотря по качеству воды въ Дунаѣ; послѣ сильныхъ лѣтнихъ дождей случается, что фильтры приходится чистить послѣ нѣсколькихъ часовъ ихъ дѣйствія.

Изъ двухъ новыхъ малыхъ водопроводныхъ станцій одна расположена на правомъ, другая на лѣвомъ берегу Дуная. Обѣ снабжены колодцами, глубиною отъ  $3\frac{1}{2}$  до 5 метровъ ниже ординара. На каждомъ берегу поставлено по два дифференціальныя насоса. Насосы эти приводятся въ движеніе локомотивами въ 50 лошадиныхъ силъ. Насосъ лѣваго берега долженъ работать на 3-5 атмосферъ. Насосъ праваго берега имѣетъ давленіе въ 5-7 атмосферъ, такъ какъ онъ долженъ подавать ежедневно до 10 тысячъ куб. метровъ въ лѣвобережную сѣть.

#### Новѣйшія водопроводныя устройства.

Устроенныя за послѣднее время въ довольно значительномъ разстояніи отъ Будапешта вверхъ по Дунаю каптажныя и водопроводныя сооруженія (Karoszlás megye) имѣли цѣлью замѣнить всѣ предварительныя устройства. Они рассчитаны на подачу 120 тысячъ куб. метровъ воды въ сутки для 400 т. городского населенія лѣваго берега (Пешта), но при соотвѣтственномъ расширеніи могутъ давать и до 240 тысячъ куб. метровъ.

Проектъ этого сооруженія составленъ Зальбахомъ при содѣйствіи городскихъ инженеровъ Будапешта. Работы исполнены

подъ руководствомъ мѣстнаго инженера Кайлингера. Устроенные по этому проекту грандіозные естественные фильтры въ Karoszlasmeyer и на островѣ Rakospolota служатъ резервуарами, откуда насосы получаютъ воду и направляютъ ее въ городскую сѣть.

Водоемныя сооруженія состоятъ изъ трехъ бассейновъ. Первый расположенъ подъ главной, центральной станціею, второй—противъ острова Rakospolota и третій въ 3-хъ километрахъ отъ послѣдняго, внизъ по теченію Дуная. Всѣ устройства могутъ быть подраздѣлены на три группы. Первая составляетъ верхній береговой бассейнъ, куда вода собирается помощью четырехъ колодцевъ системы Зальбаха, расположенныхъ въ 200 метрахъ одинъ отъ другого. Діаметръ колодцевъ увеличивается отъ низу къ верху, начиная съ 3 до 7 метровъ. Нижняя часть колодцевъ желѣзная, верхняя изъ каменной кладки. Сверху въ кладку задѣланы чугунныя скрѣпляющія кольца, обхватывающія вертикальныя чугунныя стойки. Низъ колодцевъ расположенъ на глубинѣ отъ 4 до 6 м. ниже ординара, а верхъ на  $8\frac{1}{2}$  метра выше его.

Сосокъ заборной трубы опущенъ прямо въ воду, собираемую въ колодцѣ. Онъ укрѣпленъ на брусьяхъ, расположенныхъ на выступахъ стѣнъ колодца. Поверхъ этихъ брусьевъ помѣщенъ клапанъ, позволяющій наполнить трубу водою ранѣе начала всасыванія насосами. Трубы всасывающаго аппарата скрѣплены такимъ образомъ, что составляютъ одно цѣлое. Онѣ помѣщены въ бетонномъ каналѣ, доступномъ осмотру. Всѣ трубы входятъ отдѣльно въ центральную регуляціонную камеру, откуда и выходятъ соединенными въ одну общую всасывающую трубу. Каждая труба передъ входомъ въ регуляціонную камеру снабжена подвижнымъ клапаномъ, посредствомъ котораго можно запереть трубу. Такое устройство позволяетъ совершенно останавливать пріемъ воды изъ колодцевъ, если это представляется необходимымъ по состоянію фильтрующаго слоя, регулировать дѣйствіе колодцевъ и пользоваться или всѣми сразу или каждымъ изъ нихъ въ отдѣльности. Трубопроводы колодцевъ А, В и С имѣютъ діаметръ 455 мм., а колодца D—500 мм. Потеря напора въ этихъ трубахъ рассчитана соотвѣтственно сопротивленію столба воды высотой въ одинъ метръ. Регуляціонная камера позволяетъ контролировать дѣйствіе фильтрующихъ слоевъ. Верхняя ея часть служитъ для производ-

ства манипуляцій по открытію и закрытію клапановъ; здѣсь же помѣщаются указатели уровня воды въ колодцахъ; она позволяетъ также легко перемѣщать всѣ части всасывающихъ трубъ и вентилировать заключающіе ихъ каналы и машинное отдѣленіе. Высота подъема воды всасывающими трубами отъ колодцевъ къ машинамъ составляетъ 2,50, 2,76 и 2,82 метра.

Второе отдѣленіе каптажныхъ сооружений, расположенное на островѣ Marguerite, устроено такъ же, какъ и предыдущее. Четыре пріемныхъ колодца расположены точно также на разстояніи 200 метровъ одинъ отъ другого. Фильтрующій слой такой же, какъ и въ первомъ случаѣ, но въ этомъ пунктѣ слой голубой глины залегаетъ глубже и гравелистый слой оказывается болѣе значительной толщины. Глубина колодцевъ достигаетъ 5 метровъ ниже ординара рѣки. Сифонныя подземныя трубы поднимаютъ воду въ крайній колодецъ; затѣмъ вода проходитъ тунелемъ длиною 497 метровъ, проложенномъ ниже дна Дуная на глубинѣ 17 метровъ отъ ординара рѣки. Туннель имѣетъ овоидальное сѣченіе, высотой 1,8 и шириною 1,2 метра, и входитъ въ ближайшій колодецъ лѣваго берега, откуда и накачивается насосами. Всѣ колодцы на островѣ Marguerite снабжены особыми регуляціонными аппаратами. Незначительная ширина острова препятствовала соединить всѣ колодцы въ одну регуляціонную камеру; пришлось уложить одну собирательную магистральную трубу съ отвѣтвленіемъ.

Третье отдѣленіе или группа каптажныхъ устройствъ, расположенная въ 2.500 метрахъ отъ первой, представляетъ собой бассейнъ длиною въ 100 метровъ, наполненный гравіемъ и расположенный на берегу Дуная. Здѣсь имѣется 7 колодцевъ, отстоящихъ на 100-180 метровъ другъ отъ друга. Глубина ихъ въ 5 разъ больше діаметра. Сѣточныхъ отверстій въ пріемномъ соскѣ вдвое болѣе, чѣмъ въ предыдущихъ колодцахъ. Стѣны колодцевъ имѣютъ одинаковую толщину (35 сантиметровъ), онѣ сдѣланы изъ бетона и расположены на 1 метръ выше глинистаго слоя.

Колодцы доставляютъ (при низкомъ уровнѣ Дуная) до 60.000 куб. метровъ воды въ сутки. Насосъ подымаетъ воду въ верхній бассейнъ, откуда она идетъ самотекомъ по каналу длиною 2.800 метровъ, выложенному изъ бетона, въ резервуаръ, находящійся близъ первой насосной станціи для верхнихъ колодцевъ. Размѣры канала

расчитаны на увеличеніе теперешняго расхода (въ 60.000 куб. метр.) до 120.000, при соотвѣтственномъ расширеніи фильтровъ.

Насосы центральной станціи раздѣляются на двѣ группы. Машины первой группы накачиваютъ воду изъ колодцевъ 1-го отдѣленія и изъ крайняго колодца II-го. Вторая группа машинъ предназначена для подачи воды изъ сооружений III-го отдѣленія. Машины I-ой группы вертикальныя и поставлены насколько возможно ниже. Машины 2 группы горизонтальныя и поставлены значительно выше. Каждая группа машинъ имѣетъ два паровыхъ насоса въ 300 лошадиныхъ силъ системы Вортингтона съ тремя цилиндрами для подачи каждымъ 60 тысячъ куб. метровъ въ день. Имѣется также запасная вертикальная машина такихъ же размѣровъ, поставленная очень низко. Одинъ изъ двухъ центральныхъ конденсаторовъ служитъ для двухъ машинъ и имѣетъ размѣры, достаточные для конденсаціи пара всѣхъ машинъ. Шесть паровыхъ трубчатыхъ котловъ системы Бабкока и Вилькокса (на 12 атмосферъ при 250 кв. метр. поверхности нагрѣва) доставляютъ паръ машинамъ. Промежуточная станція 3-го отдѣленія заключаетъ въ себѣ два паровыхъ насоса системы Тишбейнъ, изъ которыхъ одинъ запасный. При нормальныхъ условіяхъ и при среднемъ горизонтѣ воды въ Дунаѣ одинъ насосъ долженъ подавать въ сутки до 60 тыс. куб. метр. воды на высоту 7 метр. Это составляетъ работу въ 100 паровыхъ лошадей. Паровые котлы въ 10 атмосфер. давленія при 80 кв. метр. поверхности нагрѣва.

#### Гидравлическая станція въ Nepliget.

Она построена въ виду того, что этотъ кварталъ не могъ быть обслуживаемъ городскими резервуарами вслѣдствіе его отдаленности; здѣсь устроенъ колодець въ слоѣ гравія, дающій до 8 куб. метровъ воды въ часъ; затѣмъ установленъ насосъ съ машиной, подающій воду въ колонію служащихъ при водопроводѣ. Колодець имѣетъ 3 метра въ діаметрѣ. Насосъ приводится въ дѣйствіе газовымъ двигателемъ въ 16 силъ. Вода нагнетается въ резервуаръ, откуда она расходится по домамъ. Имѣются запасные насосъ и машина. Ежедневный расходъ колеблется отъ 800 до 1.200 куб. метр. Эта вода имѣетъ большую степень жесткости, чѣмъ дунайская; температура ея мало колеблется въ теченіе года.

*Сеть проводовъ и резервуары.* Главный резервуаръ въ Кôбануа построенъ Линдлеемъ въ 1870 г. Въ то же время были построены магистральныя линіи сѣти, которая въ послѣдствіи очень развилась. Этотъ резервуаръ состоитъ изъ двухъ частей, главныя трубы которыхъ имѣютъ 500 мм. въ діаметрѣ.

Каждая часть резервуара вмѣщаетъ до 10.800 куб. метр. Основаніе его находится на 33,88 метр. выше ординара Дуная, а уровень воды на 41,88 метр.

Сооруженія въ Karoszlás послужили къ развитію сѣти. Отсюда до большихъ бульваровъ проложили два провода діаметромъ 1.200 мм. и раздѣлили кварталы лѣваго берега на два пояса — внутренній и внѣшній.

Для второго сохранили резервуаръ Кôбануа; для перваго предполагается построить резервуаръ на Gelbyt-hegy.

Мы уже говорили выше о проводахъ нефилътрированной воды и ихъ резервуарѣ. Они служатъ главнымъ образомъ для поливки улицъ и садовъ, такъ какъ въ кварталахъ устроены также проводы филътрированной воды.

Резервуаръ въ 1.000 куб. метр. находится на Istvanmezô. Его основаніе на 33,00 мет. выше ординара Дуная, а верхъ на 41,80 метр.

Въ настоящее время хотять установить маленькій насосъ и спеціальнй резервуаръ, питающійся изъ большаго резервуара Кôбануа, чтобы обезпечить подачу воды въ дома этого квартала, достигающіе 30 метр. высоты надъ ординаромъ Дуная.

Когда всѣ работы будутъ окончены, каждый житель города будетъ въ состояніи пользоваться ежедневно 250 литр. воды.

#### Распредѣленіе воды на правомъ берегу Дуная.

Это сооруженіе построено сразу въ полномъ видѣ, чтобы удовлетворять безпрестанно увеличивающимся потребностямъ. Различныя высоты кварталовъ этой части города потребовали раздѣленія его на два пояса. Первый, нижній, заключаетъ въ себѣ мѣстности, возвышающіяся надъ ординаромъ Дуная менѣ чѣмъ на 30 метр.; второй, верхній — мѣстности, возвышающіяся надъ ординаромъ Дуная отъ 30 до 83 метр. Svábhegy (такъ называемая Швабская гора) имѣетъ два пояса: первый выше ординара Ду-

ная на 278 метр., второй на 361 метр. Точно также различные холмы въ окрестностяхъ города раздѣлены на пояса по ихъ высотѣ (278-361 метр. и 146-256 метр.).

Всѣ сооруженія, построенныя до настоящаго времени, будутъ давать 24.000 куб. метр. въ день; сооруженія находящіяся въ постройкѣ, дадутъ еще 24.000 куб. метр.

Станція Ujlak расположена выше острова Маргариты на берегу Дуная, какъ на естественномъ фильтрѣ, въ слоѣ крупнаго песку, простирающемся вдоль берега. Она состоитъ изъ двухъ частей: одна въ дѣйстви и другая для будущаго расширенія. Первая часть имѣетъ естественный фильтръ 200 метр. длиною и 5 метр. глубиною ниже ординара Дуная. Въ этой галлерей, въ 22 метрахъ отъ южнаго конца, имѣется колодець на 6,50 метр. ниже нуля со всасывающей трубой 600 мм. діаметромъ. Три паровыхъ насоса Вульфа поднимаютъ 10.500 куб. метр. воды каждый. Имѣются четыре корваллійскихъ паровыхъ котла съ давленіемъ въ 6 атмосферъ. Эта станція построена въ 1881 г., кромѣ третьяго насоса, поставленнаго въ 1889 г.; она подаетъ всю свою воду въ нижній резервуаръ Iozsephegy (гора Юсифа). Оттуда часть воды питаетъ часть нижняго пояса; другая идетъ черезъ промежуточную трубу въ резервуаръ II, откуда она гонится паровыми насосами промежуточной станціи въ резервуары III, IV, V, VI и VII высшихъ поясовъ.

Предполагали удлиннить естественный фильтръ до 400 метр. въ слоѣ песку вдоль Дуная, но это оказалось невозможнымъ.

Впослѣдствіи увеличили также зданіе для котловъ и машинъ; поставили еще два котла системы Bánó & Szüts, съ трубами малаго діаметра, съ давленіемъ въ 12 атмосферъ и 250 кв. метр. поверхности нагрѣва, и паровой насосъ Вортингтона, подающій 1.000 куб. метр. воды въ часъ, въ резервуаръ горы Юсифа (Iozsephegy) подъ давленіемъ въ 72 метр.

Сооруженія праваго берега будутъ давать 50.000 куб. метр. въ день; максимальный расходъ можетъ подняться до 60.000 куб. метр.

Въ томъ же зданіи помѣщены 2 паровыхъ насоса для обслуживания сосѣднихъ холмовъ, гдѣ находится много дачъ.

*Промежуточные насосы.* Промежуточная станція и соответствующій резервуаръ № II расположены на вершинѣ малой Швабской горы на 50 метр. выше ординара уровня Дуная. Она слу-

жить для подачи воды из резервуара № II в болѣе возвышенныя резервуары, числомъ 5, для болѣе высокихъ поясовъ. Она оборудована балансирными машинами, которыя отличаются отъ машинъ станціи Ujlak тѣмъ, что каждая изъ нихъ соединена съ тремя насосами различнаго діаметра и различнаго хода поршня, соединенными такимъ образомъ, что, смотря по высотѣ обслуживаемыхъ резервуаровъ, паровая машина приводитъ въ дѣйствіе два насоса вмѣстѣ или только одинъ третій.

Въ машинномъ отдѣленіи помѣщены три большихъ паровыхъ машины компаундъ съ цилиндрами діаметромъ въ 580 и 700 мм. Машина дѣлаетъ 20 оборотовъ въ минуту.

Паръ доставляется 4 корнваллійскими котлами съ давленіемъ въ 6 атмосферъ и поверхностью нагрѣва 58 кв. метр.

*Резервуары и сѣть проводовъ.* На правомъ берегу Дуная имѣется 8 резервуаровъ, изъ которыхъ независимы только I и VIII; остальные же II, III, IV, VI и VII вспомогательные. Насосы станціи Ujlak питаютъ резервуаръ № 1 на горѣ Іосифа (Iozsephegy). Его основаніе на 58 метр. выше ординара Дуная и верхъ на 62 метра. Онъ содержитъ 5.000 куб. метр. и одною трубою подаетъ воду въ резервуаръ № 2 на малой Швабской горѣ, другую въ нижній поясъ.

Резервуаръ № 2 снабжаетъ промежуточную станцію для питанія верхняго пояса; содержитъ 4.500 куб. метр.

Резервуары III, IV, V, VI и VII получаютъ воду при помощи промежуточной станціи и резервуара № 2 изъ резервуара № 1.

*Артезіанскіе колодцы.* Ихъ два на территоріи столицы: одинъ на островѣ Маргарита и другой на Városliget въ концѣ бульвара Andrassy. Первый глубиною 118,53 метр., второй—970,48 метр. Оба они получаютъ воду изъ одного и того же слоя доломита триасоваго образованія.

Рѣшили сдѣлать артезіанскій колодецъ на островѣ Marguerite потому, что на глубинѣ 30 метр. въ дѣйствующемъ колодцѣ имѣлось отверстіе 60 саж. въ діаметрѣ, откуда вытекала горячая вода 30-32° съ газомъ. Предполагали, что подъ землей имѣются теплыя воды, и углубили дѣйствующій колодецъ.

Начавъ работу въ 1866 г., окончили ее въ 5 мѣсяцевъ.

Начали съ изолированія колодца отъ сосѣднихъ водъ шпунтомъ діаметромъ 276 мм. и 3,79 метр. глубиною. Проведеніе буровой скважины начали діаметромъ въ 184 мм. Воду нашли на глубинѣ 45 метровъ, но она не поднималась выше поверхности острова. На глубинѣ 118 метровъ попали на теплый источникъ, и расходъ достигъ 568.000 гектолитровъ въ сутки. Температура воды составляла 17°, 20°, 33° и, наконецъ, 43,8° Цельсія.

Вода была тогда на 9,48 метр. выше поверхности острова. Отверстіе обдѣляли мѣдною трубою діаметромъ 158 мм. Но воды такъ разъядали трубу, что пришлось ее убрать и замѣнить трубою изъ еловаго дерева.

Артезианскій колодецъ Varosliget былъ начатъ въ концѣ 1868 и потребовалъ 10 лѣтъ для своего окончанія.

Колодецъ началъ дѣйствовать въ 1878 году. Его нормальный расходъ 7.370 гектолитровъ въ сутки; вода бьетъ на высоту 13,50 метр. и имѣетъ температуру 73,87° Цельсія; качество воды такое же, какъ и перваго. Стоилъ этотъ колодецъ всего 209.000 гульденовъ.

#### Канализація.

Старая сѣтъ водостоковъ Будапешта была сплавной системы. Коллекторы выходили въ Дунай въ окрестностяхъ города; они запирались щитами, когда уровень воды въ Дунаѣ повышался. Такъ какъ ихъ запирали только при опасности наводненія, а между тѣмъ уровень Дуная бывалъ большею частью выше отверстія коллекторовъ, то большое количество грязныхъ водъ впитывалось въ городскую почву. При этомъ число коллекторовъ оказалось въ 10 разъ меньше требуемаго.

Въ виду этого городъ рѣшилъ приступить къ сооруженію новой сѣти водостоковъ, но послѣ долгихъ споровъ работы были начаты только въ 1891 г.

Предприниматель Petean Morton уже въ 1869 г. сдѣлалъ предложенія для выполненія проекта англійскаго инженера Bazalgette. Городской совѣтъ представилъ проектъ въ совѣтъ министерства публичныхъ работъ. Этотъ послѣдній, изучивши проектъ, составилъ новый проектъ въ 1873 г. для Пешта и Буды, который и препроводилъ городскому совѣту. По этому проекту предвидѣлось

устройство двухъ большихъ коллекторовъ, соединенныхъ вблизи военного госпиталя съ естественнымъ истокомъ въ Дунай при среднемъ уровнѣ; при высокомъ же уровнѣ должны были работать насосы и кромѣ того спеціальныи водостокъ для подземныхъ водъ. Для его выполненія Louis Bodoky, Louis Lechner, I. Vogler изъ Будапешта и Durand Claye и Mille изъ Парижа представили свои проекты. Эти четыре проекта разнились только въ деталяхъ. Въ 1876 г. комиссія, назначенная городомъ, одобрила проектъ Лехнера. Несмотря на это, проектъ не получилъ одобренія городской думы, гдѣ имѣлись другія предложенія.

Въ засѣданіи депутатовъ города рассмотрѣны были вопросы о большихъ коллекторахъ, установкѣ насосовъ, программѣ работъ. Но вопросъ объ очисткѣ водостоковъ, ихъ промывкѣ, утилизаціи водъ для земледѣлія и другія детали отняли много времени, такъ что работы начались только въ 1891 г.

Въ проектѣ, въ большей части уже исполненномъ, примѣнена сплавная система, такъ называемая, *tout à egout*, при которой всѣ грязныя воды собираются въ большихъ коллекторахъ.

Въ общемъ приняты проектъ и программа 1873 года. Левый берегъ города раздѣленъ на двѣ части: нижній поясъ по берегу Дуная до Városliget и верхній поясъ отъ указанныхъ границъ до Köbánya. Нижній поясъ имѣетъ два большихъ коллектора. Одинъ идетъ по берегу Дуная, другой подъ большими бульварами. Оба они соединяются въ одинъ, расположенный подъ улицей Soroksai, онъ идетъ подъ путемъ желѣзной дороги и выводитъ свои воды въ резервуаръ, гдѣ паровые насосы поднимаютъ ихъ настолько высоко, чтобы онѣ всегда могли свободно вытекать въ Дунай.

Это направленіе коллекторовъ очень удачно, такъ какъ оно легко позволяетъ ввести въ нихъ всѣ старыя водостоки. На случай большихъ паводковъ устроена автоматическая система, позволяющая при избыткѣ водъ выпускать ихъ въ Дунай въ 6 мѣстахъ безъ того, чтобы эти воды могли проникать въ коллекторы, каковъ бы ни былъ уровень воды въ Дунаѣ.

Устье коллектора верхняго пояса находится вблизи Védgát (плотинная улица) немного выше товарной рѣчной станціи казенныхъ желѣзныхъ дорогъ. Этотъ коллекторъ пересѣкается съ коллекторомъ улицы, въ который онъ выпускаетъ грязныя воды

посредствомъ особаго провода, такъ какъ онъ расположенъ выше. Выходъ (конецъ) этого коллектора верхняго пояса расположенъ выше горизонта высокихъ водъ Дуная, и дождевыя воды, идущія съ отдаленныхъ мѣстностей города, могутъ безпрепятственно вливаться въ рѣку.

Предполагая народонаселеніе въ 600.000 жителей, вычислили, что по коллектору будетъ протекать въ теченіи 10 часовъ непрерывно по 1 куб. метр. грязной воды въ секунду и въ случаѣ большаго ливня—maximum 27 куб. метр. въ секунду, что соотвѣтствуетъ ливню въ 25 мм. въ часъ. Въ Пештѣ дождь превзошелъ эту интенсивность, только одинъ разъ когда плювиометръ показалъ 66 мм.

Сѣченіе коллекторовъ увеличивается постепенно по мѣрѣ ихъ приближенія къ концу. Самое большое сѣченіе коллектора въ улицѣ Sokorsar; оно составляетъ 16 кв. метр. Прочія сѣченія меньшихъ размѣровъ. Уклоны коллекторовъ мѣняются отъ 1/2000 до 1/2500. Отвѣтвленіе свободнаго выхода находится на 1,83 метр. выше уровня Дуная.

Основанія коллекторовъ сдѣланы изъ бетона состава 1:3,3; стѣнки изъ кирпича лучшаго качества на цементномъ растворѣ.

Черезъ каждые 300 метровъ по длинѣ коллекторовъ имѣются колодцы для спуска въ коллекторы. Они закрыты желѣзными плитами, черезъ каждые 40 метр. помѣщена рѣшетка посрединѣ улицы для провѣтриванія. Ихъ можно поднимать для очистки снѣга въ водостокѣ.

Параллельно коллекторамъ идутъ маленькіе водостоки, собирающіе домовыя и дождевыя воды и выпускающіе ихъ въ коллекторъ только на пересѣченіи улицъ.

Въ концѣ улицы Sokorsar за насыпью желѣзной дороги находится центральное зданіе съ насосами. Подземный бассейнъ, гдѣ собираются грязныя воды, находится на довольно большой глубинѣ, и воду нужно выкачивать, чтобы поднять на высоту спеціального водостока, откуда она свободно вытекаетъ въ Дунай каналомъ, расположеннымъ на 3,50 метра выше ординара рѣки. Дно расположено на 1,38 метр. выше нуля, что соотвѣтствуетъ среднему уровню Дуная. Когда уровень Дуная повышается, запираютъ водостокъ щитами, и насосы нагнетаютъ съ большей силою воду

въ трубу, такъ называемую „внѣшняго напора“, которая имѣеть 2 метра въ діаметръ и выходитъ въ Дунай на 3,76 метр. выше ординара, въ 40 метрахъ отъ берега. Грязныя воды попадаютъ въ теченіе и уносятся рѣкою. Насосное зданіе находится къ югу между насыпью желѣзной дороги и свѣчной фабрикой.

Входя въ подземную часть зданія, большой коллекторъ раздѣляется на два. Дно одной вѣтви понемногу поднимается и направляется къ Дунаю для свободнаго выхода; другая вѣтвь образуетъ резервуаръ, площадью въ 605 кв. метровъ, гдѣ отлагается муть, грязь и прочіе осадки. Этотъ резервуаръ раздѣленъ на двѣ части, и когда вода проходитъ по одной части, другую можно очищать отъ осадковъ помощью подъемной машины, приводимой въ движеніе паровой машиной. Затѣмъ, освобожденная отъ большей части тяжелыхъ осадковъ, вода поступаетъ въ насосы, которыми она поднимается и отводится въ Дунай. Для задержки плавающихъ предметовъ въ камерѣ имѣется подвижная рѣшетка.

Наиболѣе интересная камера та, гдѣ помѣщаются насосы съ паровыми машинами въ 1.200 лошадиныхъ силъ. Проекты были составлены городскимъ инженеромъ Michel Kajlinger. При сооруженіи преслѣдовались двѣ цѣли: орошеніе земель и подъемъ грязныхъ водъ при высокому уровню Дуная. Первый вопросъ еще не рѣшенъ и будетъ ожидать своего рѣшенія еще долгое время.

Послѣ многихъ попытокъ и расчетовъ остановились на системѣ центробѣжныхъ насосовъ (прямого дѣйствія), какъ наилучшихъ въ данномъ случаѣ. 12 одинаковыхъ центробѣжныхъ насосовъ могутъ поднимать въ минуту 1 куб. метр. воды на высоту 2,50 метра.

Необходимая для конденсаціи вода доставляется двумя паровыми насосами Вортингтона, наполняющими резервуаръ въ 5 куб. метр.

На правомъ берегу существуютъ старыя водостоки, запираемые щитами, когда уровень Дуная повышается, и воды удаляются тогда посредствомъ локобилей и центробѣжныхъ насосовъ, которые выбрасываютъ ихъ въ рѣку.

Канализаціонныя трубы имѣли прежде квадратное сѣченіе; теперь имъ почти вездѣ придается овальное сѣченіе.

## XI.

## Водоснабженіе и канализація города Карлсбада.

До устройства водопровода, открытаго 23-го апрѣля 1882 г., водоснабженіе Карлсбада совершалось изъ большого числа подземныхъ ключей, которые питаются источниками, находящимися въ лѣсистыхъ окрестностяхъ города. Эти послѣдніе подвержены, однако, большимъ колебаніямъ въ отношеніи количества воды, притокъ которой въ сухое лѣто былъ такъ ничтоженъ, что едва покрывалъ необходимую потребность, и въ лѣтнюю пору 1875 и 1876 г.г. дошло до того, что раздача воды въ отдѣльные дома должна была производиться помощью нумерованныхъ сосудовъ при постоянномъ контролѣ полицейской охраны. Для промывки каналовъ, для санитарныхъ цѣлей, для запаса на случай пожара не было воды, и на всякій пожаръ возили ее изъ верхнихъ отдаленныхъ отъ Тепля частей города. Нужда въ водѣ была настоятельною.

Съ цѣлью упорядочить дѣло водоснабженія, городское управленіе постановило разработать различные проекты по водоснабженію и учредило для разсмотрѣнія предложеній, заявленныхъ въ 1876 году, комиссію по водоснабженію, заключенія которой представлены были на обсужденіе коллегіи городскихъ представителей 12-го сентября 1876 года.

На основаніи представленныхъ данныхъ было сдѣлано постановленіе о постройкѣ водопровода изъ рѣки Егера, послѣ того какъ комиссія пришла къ убѣжденію, что грунтовой воды изъ долины Тепля для предполагаемаго роста города не хватитъ. Можно-бы было провести ключевую воду изъ рудныхъ горъ, но это стоило-бы непомерно большихъ расходовъ, обусловленныхъ дорогой стоимостью отчужденія. Комиссія, хорошо взвѣсивъ все обстоятельства, настаивала, что потребность въ питьевой водѣ можетъ быть обильно покрыта существующими устройствами, приведенными въ должное состояніе, и открытіемъ проводящихъ воду бассейновъ, и только ощутительный недостатокъ въ водѣ для разныхъ надобностей, — на первомъ планѣ для удовлетворенія санитарныхъ потребностей, вынудилъ комиссію (не смотря на сдѣ-

ланное съ авторитетной стороны предложеніе) взять воду для употребленія не изъ Егера, а изъ Ролянбахъ.

Въ декабрѣ 1877 года была рѣшена постройка водопровода для различныхъ нуждъ, съ устройствомъ фильтра, и переустройство водопроводовъ питьевой воды. Нѣмецкому водопроводному обществу въ Франкфуртѣ на Майнѣ поручена была детальная разработка проекта; одновременно обратились къ профессорамъ: Людвигу Ведлю и доктору Кернегу въ Франкфуртѣ на Майнѣ съ просьбою изслѣдовать химически и микроскопически воду Егера. Послѣ того какъ названные авторитеты, въ отдѣльно высказанныхъ мнѣніяхъ, дали самое благопріятное заключеніе на счетъ свойствъ воды Егера, которая послѣ фильтраціи вполнѣ годна для употребленія (питья), нѣмецкое водопроводное общество представило проектъ относительно устройства водопровода и переустройства существующихъ сооружений для доставки питьевой воды; проектъ этотъ нашелъ одобреніе свѣдущихъ въ технику членовъ городской общины и былъ принятъ городскимъ управленіемъ, причемъ поставлено условіе окончить всѣ работы къ 1-му мая 1882 г. Постройку начали 24-го сентября 1878 г. и все сооруженіе окончено въ апрѣлѣ 1882 года, такъ что въ томъ-же мѣсяцѣ могъ состояться его осмотръ.

Затѣмъ это сооруженіе, вслѣдствіе непредвидѣннаго роста города, было опять расширено, и теперь городская община стремится доставить такую воду для употребленія, которая удовлетворяла-бы всѣмъ требованіямъ, какія могутъ быть предъявлены питьевой водѣ.

Для сооруженія водопровода, отвѣчающаго всѣмъ цѣлямъ, обстоятельства были въ высшей степени неблагопріятны; кромѣ того чрезвычайно велики были также затрудненія для правильнаго распредѣленія воды въ отдѣльныхъ частяхъ города, и само исполненіе сооруженія и проведеніе трубъ.

Значительное протяженіе города въ одномъ направленіи и его положеніе въ узкой, извилистой долинѣ рѣки Тепля, сверхъ того разница въ высотѣ мѣстоположенія улицъ по обѣимъ сторонамъ Тепля, наконецъ, свойство почвы и появленіе минеральныхъ источниковъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, все это сдѣлало чрезвычайно трудной задачей расположенія и проведенія сѣти трубъ.

Ближайшимъ слѣдствіемъ разницы въ высотахъ расположенія города было отдѣленіе водоснабженія для частей города, лежащихъ высоко, отъ частей, находящихся внизу; потому что, если бы захотѣли снабжать водой обѣ стороны изъ одной общей сѣти трубъ, то въ трубахъ нижняго города было-бы очень высокое давленіе воды и въ то-же время при большомъ потребленіи воды въ этихъ частяхъ города пострадало бы водоснабженіе улицъ, лежащихъ высоко; съ другой стороны было-бы бесполезное поднимаемо на высокія мѣста большое количество воды, а именно столько, сколько требуется для снабженія нижнихъ частей города.

Высота различныхъ улицъ Карлсбада колеблется между 340 и 414 метрами надъ уровнемъ моря; большая часть города расположена вдоль Тепля на высотѣ 340—347,5 метра. Улицы по обоимъ берегамъ, по мѣрѣ удаленія отъ Тепля, быстро поднимаются. Вслѣдствіе этого явилось полезной границей отдѣленіе сѣти водоснабженія высотъ въ 350 метровъ надъ уровнемъ моря; можно смѣло сказать, принимая во вниманіе ростъ города, что нижняя сѣть занимаетъ около  $\frac{2}{3}$ , а верхняя  $\frac{1}{3}$  всей области города.

Для снабженія нижняго города было предъявлено минимальное давленіе въ 25 метровъ надъ поверхностью самыхъ высокихъ улицъ, а по этому, принимая во вниманіе потери отъ тренія въ трубахъ, простирающіяся до 6 метр., подошвы высокихъ хранилищъ для нижней части должны лежать на  $350 + 25 + 6 = 381$  метръ выше напорнаго горизонта и самый высокій уровеньъ воды въ хранилищѣ долженъ находиться на 385 метр. надъ уровнемъ моря.

Для верхней сѣти самый высокій уровеньъ воды въ хранилищѣ достигаетъ около 430 метровъ надъ уровнемъ моря, т. е. приблизительно только на 16 метровъ выше самыхъ высокихъ улицъ, такъ какъ послѣднія имѣютъ немного домовъ съ незначительной высотой, которые, кромѣ этого, находятся въ непосредственной близости отъ хранилищъ, такъ что потери отъ тренія въ проводахъ до этихъ домовъ самыя минимальныя; большая часть улицъ верхней сѣти находится на высотѣ 390—400 метр. надъ моремъ, а потому для ихъ снабженія нужно давленіе воды отъ 30—40 метровъ.

Высокое хранилище для нижняго пояса было устроено наверху Гобсбургской улицы вблизи города, и это расположеніе

было такъ удачно, что насосы накачивали воду прямо въ хранилище; напротивъ, оказалось неудобнымъ устроить высокое хранилище для верхняго пояса точно также на лѣвой сторонѣ берега рѣки Тепля, такъ какъ большая часть высоколежащихъ домовъ находится на правомъ берегу рѣки Тепля.

Основаніемъ для размѣровъ городской сѣти трубъ было принято для нижняго города потребленіе 2.852 м.<sup>3</sup> въ день и для верхняго въ 1.468 м.<sup>3</sup>, что составляетъ вмѣстѣ 4.320 м.<sup>3</sup>; при этомъ была принята ежедневная потребность въ водѣ по 150 литровъ на голову при населеніи до 22.000 лицъ, включая сюда пріѣзжающихъ для леченія, случайныхъ посѣтителей и на потребность для курортныхъ цѣлей, причемъ сдѣлана прибавка къ численному количеству воды.

*Пріемникъ.* Самымъ подходящимъ мѣстомъ для каптажа воды, и устройство фильтра и водокачекъ оказалась сторона на сѣверо-западъ отъ Доница на полуостровѣ, образованномъ изгибами Егера и мельничной канавой старой Доницкой мельницы, и эта площадь вмѣстѣ съ правомъ пользованія водою, была пріобрѣтена городской общиной за 50.000 гульденовъ. Возвышенное положеніе мѣстности отвѣчаетъ требованіямъ для двойной цѣли: для фильтра и для водокачки.

Вода берется изъ рѣки выше новой плотины и проводится въ передній фильтръ, отсюда она черезъ особые насосы поднимается въ другой фильтръ и достигаетъ, послѣ вторичной фильтраціи, водохранилищъ чистой воды, изъ котораго сильными насосами чистая вода разгоняется по городу.

*Плотина.* Для использованія водяной силы Егера устроена бетонная плотина, въ 83 метр. длины, 2,5 метр. высоты и 2 метра ширины. Верхъ плотины вымощенъ гранитными камнями на порландскомъ цементѣ.

*Передній фильтръ.* Этотъ фильтръ состоитъ изъ 2-хъ одинаковыхъ отдѣленій, съ поверхностью почти 15 метровъ каждый и 2-хъ собирательныхъ камеръ, изъ которыхъ выходятъ всасывающія трубы насосовъ.

Неочищенная вода течетъ въ передній фильтръ сомотекомъ. Помощью задвижки можно пользоваться для очистки воды особо каждымъ изъ отдѣленій.

*Фильтрація воды.* Площадь фильтра 4.465 кв. метра окъ раздѣленъ на 10 отдѣльныхъ фильтровъ, изъ которыхъ 3 откры-  
тыхъ, а 8 перекрытыхъ сводами, надъ которыми расположены  
слой почвы въ 1,5 метра толщиною; первыя 2 отдѣленія зимой  
не употребляются.

Наполненіе фильтровъ состоитъ изъ слѣдующихъ слоевъ:

Большихъ камней . . . . .	25 см.
Величиной въ кулакъ . . . . .	20 „
Величиной въ куриное яйцо . . . . .	10 „
Величиной въ орѣхъ . . . . .	10 „
Величиной въ бобъ . . . . .	10 „
Величиной въ горошину . . . . .	10 „
Рѣчной песокъ . . . . .	90 „

Итого . . . . . 180 см.

Нормальная высота уровня воды надъ наполненіемъ фильтра составляетъ 80 см. Вдоль каждаго фильтра проходятъ два рас-  
положенные одинъ надъ другимъ канала четырехугольнаго сѣченія  
изъ нихъ верхній, открытый, сообщается съ насосомъ фильтра.  
Въ нижній каналъ стекаетъ очищенная вода по трубамъ, проло-  
женнымъ на днѣ фильтра. Изъ этого канала вода проходитъ въ  
бакъ чистой воды, откуда по трубопроводу діаметромъ въ 300 мм.  
она стекаетъ въ бассейнъ чистой воды. Фильтры соединены въ  
3 группы: одна изъ четырехъ и двѣ по три соединенныхъ между  
собою фильтра. Помощью задвижки, регулирующей притокъ воды,  
каждый фильтръ можетъ быть изолированъ. Регулированіе стока  
производится помощью чугунныхъ задвижекъ, которыя однове-  
ременно служатъ и для закрытія фильтра противъ прохода чистой  
воды.

Четыре фильтра первой, самой старой, группы устроены изъ  
битого камня и изъ кирпича на гидравлическомъ цементѣ, поль-  
же и стѣны ихъ залиты цементомъ. Закрытые фильтры 2-ой и  
3-ей группы всѣ изъ бетона. Между двумя группами фильтровъ  
расположенъ очистительный каналъ, который помощью задвижекъ  
закрываетъ шахты чистой воды и внизу (въ подвалѣ) соединяется  
съ турбиннымъ помѣщеніемъ. Это устройство для спуска воды,

кромѣ очищенія фильтра имѣетъ еще и другую цѣль—соединять фильтры между собою, когда одинъ фильтръ долженъ быть наполненъ изъ другого.

Фильтры третьей группы имѣютъ собственный спускъ прямо въ Егеръ, спускъ этотъ состоитъ изъ желѣзныхъ трубъ и такъ устроенъ, что помощью его фильтры сообщаются между собою, и кромѣ того, первый фильтръ можетъ быть изолированъ.

Горизонтъ неочищенной воды поддерживается во всѣхъ фильтрахъ одинаковымъ помощью сточныхъ трубъ, діаметромъ 150 мм. соединенныхъ какъ съ каналомъ нефильтованной воды, такъ и съ болѣе старыми фильтрами въ нижней части общаго люка.

При каждой чисткѣ фильтра снимается слой песку въ 2—3 см. и тогда свѣжій песокъ насыпается до тѣхъ поръ, пока толщина полезнаго слоя не опустится до 65 см.

Каждый фильтръ послѣ чистки наполняется съ низу до верху фильтрованной водой.

И. Борзовъ.