

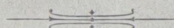
ИНСТИТУТЪ ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I-го.

1810 — 1910.

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРІЯ.

1855 — 1910.

Краткій очеркъ развитія и современнаго устройства (1910 г.).



Составилъ Завѣдывающій Гидравлическою Лабораторіею, ордин. профессоръ
П. Ю. ЯНКОВСКІЙ.

С. - ПЕТЕРБУРГЪ.
1910.

1931
ИНСТИТУТЪ ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I-ГО.

532
Г46

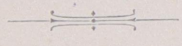
1810 — 1910.

А. П. ...
Т. Х.
Дата 2007

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРІЯ.

1855 — 1910.

73140
Краткій очеркъ развитія и современнаго устройства (1910 г.).



Составилъ Завѣдывающій Гидравлическою Лабораторіею, ордин. профессоръ
П. Ю. ЯНКОВСКІЙ.

С. - ПЕТЕРБУРГЪ.
1910.

Институтъ Инженеровъ Путей Сообщенія
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

1810 — 1910 гг.

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРІЯ.

Краткій очеркъ развитія и современнаго устройства (1910 г.).

1855 — 1910 гг.

Начало Гидравлической Лабораторіи Института было положено покойнымъ профессоромъ Института Николаемъ Михайловичемъ Соколовымъ, который въ 1855 г. приобрѣлъ для Института у знаменитаго профессора Фрейбергской Горной Академіи Юліуса Вейсбаха построенный имъ приборъ для гидравлическихъ опытовъ надъ истеченіемъ воды черезъ отверстія, движеніемъ ея въ трубахъ и лоткахъ, дѣйствиемъ ударомъ и проч. Присланный въ Институтъ приборъ Вейсбаха былъ тотъ самый экземпляръ, съ которымъ изобрѣтатель произвелъ свои извѣстные опыты надъ истеченіемъ жидкостей черезъ отверстія, описанные имъ въ послѣдствіи въ его сочиненіи: Die Experimental-Hydraulik, 1885 г.

Въ составленномъ въ 1862 г. проф. Н. М. Соколовымъ описаніи моделей Музеума Института поименованы, кромѣ прибора Вейсбаха, десять моделей вододѣйствующихъ машинъ (№№ 257 — 266), какъ то: норія, архимедовъ винтъ, четки, таранъ, водотливное и вододѣйствующее колеса, коромысло, водостолбовая машина, гидравлическій прессъ, водяной пестъ Ковальскаго. Изъ этихъ машинъ только водоподъемный таранъ и гидравлическій прессъ допускали производство опытовъ, съ измѣряемыми результатами, т. е. были лабораторными приборами; остальные машины представляли собою лишь музейныя модели.

Въ началѣ 80-хъ годовъ всѣ приборы по гидравликѣ были уже вынесены изъ общаго музея Института и помѣщались въ особой комнатѣ 3-го этажа главнаго корпуса, площадью около $3,5 \times 3,2$ кв. саж., (нынѣ первая чертежная III и IV семе-

стровъ), носившей названіе „Кабинета гидравлики“. Практическихъ занятій по гидравликѣ въ то время не производилось, и приборы служили исключительно для демонстраціи ихъ устройства.

Составленный въ 1887 г. инженеромъ Г. К. Мерчингомъ, при участіи проф. Ф. Е. Максименко, каталогъ приборовъ гидравлической лабораторіи (названіе „лабораторія“ появилось впервые въ этомъ каталогѣ) содержитъ въ себѣ уже 40 номеровъ разныхъ приборовъ, а именно:

№ 1. Приборъ Вейсбаха съ принадлежностями.

№№ 2—8. Приборы для опредѣленія скорости теченія воды.

№№ 9—21. Водоподъемныя машины и насосы.

№№ 22—32. Вододѣйствующія колеса и турбины и водостолбовыя машины.

№№ 33—40. Принадлежности водопроводныхъ трубъ и разные мелкіе приборы.

Въ числѣ этихъ 40 номеровъ новыми лабораторными приборами являлись приборы для измѣренія скорости теченія (трубки Пито, вертушки Вольтмана, Амелера, гидрографъ преподавателя гидравлики въ Институтѣ, инженера путей сообщенія П. Н. Котляревскаго), два центробѣжныхъ насоса съ діаметрами приводныхъ трубъ 2" и 3", водостолбовая машина Шмидта съ качающимся цилиндромъ и гидравлическій домкратъ на 4 тонны. Вододѣйствующія колеса и турбины были представлены въ видѣ моделей малой величины, исключавшихъ возможность какихъ-либо опытныхъ измѣреній.

Въ 1892—1894 гг., во время капитальной перестройки зданій Института, по инициативѣ профессора Ф. Е. Максименко кабинетъ гидравлики былъ перенесенъ изъ 3-го этажа главнаго корпуса въ 1-й сводчатый этажъ поперечнаго флигеля, гдѣ въ 70-хъ годахъ помѣщалась первая студенческая столовая Общества вспомошествованія студентамъ Института. Подъ новый кабинетъ было отведено пространство 5 × 6 кв. саж., съ 3-мя окнами на югъ и однимъ—на сѣверъ, и сдѣланы слѣдующія приспособленія: у восточной стѣны на кронштейнахъ поставленъ желѣзный цилиндрической бакъ, вмѣстимостью около 1 куб. метра, дно котораго поднято на 2,2 метр. надъ поломъ; сдѣланъ напорный трубопроводъ діаметромъ 2" изъ бака и изъ городского водопровода по всей лабораторіи, и такой же сточный трубопроводъ; возлѣ бака на каменномъ

фундаментъ установленъ приборъ Вейсбаха; по чертежу Ф. Е. Максименко построень особый приборъ для измѣренія суженія водяной струи (контракторъ). Наконецъ, въ цѣляхъ приданія кабинету технического характера была приобретена небольшая парціальная турбина Escher-Wyss'a, а механикомъ Ф. И. Скавронскимъ устроень коловратный двигатель. Но оказалось, что расходъ и напоръ въ сдѣланномъ отвѣтвленіи городского водопровода недостаточны для приведенія въ дѣйствіе даже малыхъ гидравлическихъ двигателей, если они несутъ замѣтную нагрузку, почему эти двигатели не были приспособлены для производства опытовъ.

Въ 1896 г. кабинетъ гидравлики обогатился коллекціей изъ 10 штукъ прекрасныхъ металлическихъ моделей регулирующихъ приборовъ для турбинъ, моделями разрѣза пульзомера, забирнаго клапана и нѣкоторыхъ другихъ водопроводныхъ приборовъ, а также комплектомъ мѣдныхъ прокатныхъ трубъ.

Послѣ отъѣзда въ 1896 г. проф. Ф. Е. Максименко въ Москву кабинетъ гидравлики, вмѣстѣ съ кафедрой теоретической части этого предмета, перешелъ въ вѣдѣніе проф. Г. К. Мерчинга, пополнившаго кабинетъ, между прочимъ, слѣдующими научными приборами: трубопроводомъ для опытнаго изученія потери напора при протеканіи воды; системою 6 піезометровъ со шкалами, высотой 2,4 метра; контрольнымъ аппаратомъ Ричардса для записыванія колебанія и давленія воды въ водопроводѣ; приборомъ проф. Н. Е. Жуковского для измѣренія сопротивленія разнаго рода трубокъ, отверстій и пр. (конструированъ трудами инженера В. И. Чарномскаго).

Въ 1903 году завѣдываніе кабинетомъ Гидравлики перешло отъ проф. Г. К. Мерчинга, имѣвшаго въ своемъ вѣдѣніи еще и Электротехническую Лабораторію, къ проф. П. К. Янковскому, читавшему въ Институтѣ послѣ проф. Ф. Е. Максименко курсъ гидравлическихъ двигателей. Въ то же время Совѣтъ Института, при дѣятельной поддержкѣ покойнаго директора Института проф. Л. Ф. Николаи, разрѣшилъ кредитъ до 5.000 р. на переустройство кабинета гидравлики въ гидравлическую лабораторію, въ которой можно было бы производить опыты и вести практическія занятія со студентами не только по теоретической, но и по прикладной гидравликѣ.

Работы по переустройству Лабораторіи были начаты лѣтомъ 1903 г. Прежде всего пришлось обезпечить Лабораторію доста-

точнымъ количествомъ и напоромъ воды. Для этого подъ потолкомъ третьяго этажа главнаго корпуса Института, въ тепломъ корридорѣ, былъ установленъ желѣзный бакъ, емкостью въ 400 ведеръ (5 куб. метр.), къ которому въ 1906 году былъ присоединенъ второй такой же бакъ; отъ баковъ въ Лабораторію проведена напорная магистраль изъ желѣзныхъ оцинкованныхъ трубъ діаметромъ 6". Баки наполняются водою изъ городского водопровода, въ теченіе одного часа. Наивысшій уровень воды въ бакахъ возвышается надъ поломъ Гидравлической Лабораторіи на 15 метровъ, благодаря чему является возможнымъ имѣть въ Лабораторіи свободный напоръ до 13,5 метр., при расходѣ до 40 литровъ въ секунду. Особый аппаратъ показываетъ въ Лабораторіи горизонтъ воды въ бакахъ; онъ состоитъ изъ воздушнаго колокола, поставленнаго на днѣ бака, и отъ котораго проведена къ манометру въ лабораторіи тонкая мѣдная трубка; накачавъ по трубкѣ воздухъ подъ колоколъ, получаютъ изъ показанія манометра высоту стоянія воды въ бакѣ надъ дномъ его.

Второй задачей было—получить болѣе обширное и удобное помѣщеніе для гидравлическихъ приборовъ и машинъ, такъ какъ прежнее было недостаточно по размѣрамъ (30 кв. саж.) и, кромѣ того, на половину занято моделями практической механики и складомъ испытанныхъ образцовъ Механической Лабораторіи Института, примыкающей къ Гидравлической Лабораторіи. Благодаря любезному содѣйствію Завѣдывающаго Механической Лабораторіей проф. Н. А. Бѣлелюбскаго, складъ испытанныхъ образцовъ былъ вынесенъ въ надворный флигель и, кромѣ того, изъ помѣщеній Механической Лабораторіи было присоединено къ Гидравлической около 20 кв. саж., изъ которыхъ 10 кв. саж. отведены подъ кабинетъ практической механики, а 10 кв. саж. вошли въ составъ общаго зала Гидравлической Лабораторіи, размѣрами $5 \times 8 = 40$ кв. саж. Общее расположеніе новой лабораторіи показано на приложенномъ въ концѣ текста планѣ съ объясненіемъ.

Затѣмъ надлежало устроить хорошій отводъ отработавшей воды и обезпечить лабораторію отъ сырости. Съ этой цѣлью прежній деревянный полъ лабораторіи по всей ея площади 40 кв. саж. былъ замѣненъ цементнымъ плиточнымъ, и въ немъ, вдоль оконъ южной стороны, устроенъ углубленный лотокъ *СС*, длиною 12 метр., шириною 2 метр. и глубиною

отъ 0,1 метр. до 0,175 метр. *), съ уклономъ дна къ срединѣ, откуда въ водостокъ проведена водоотводная труба *bb*, діаметромъ 5", съ сѣткою. Лотокъ частью перекрытъ сквозной деревянной рѣшеткой, образующей площадку за-подъ-лицо съ поломъ, на которой ставятся приборы во время опытовъ.

Небольшія средства, которыми располагала Лабораторія (5.000 руб. на первоначальное устройство и обзаведеніе и 1.000 руб. ежегоднаго кредита на содержаніе), а главнымъ образомъ, ограниченное по высотѣ (1,7 саж.) ея помѣщеніе, безъ возможности пользоваться подвальнымъ этажомъ, гдѣ хранится уголь, были причинами того, что Лабораторіи нельзя было придать характера современныхъ гидравлическихъ лабораторій Швейцаріи и Германіи, обладающихъ большими машинами тѣхъ же размѣровъ, какія примѣняются на практикѣ. Равнымъ образомъ, за недостаткомъ мѣста, пришлось отказаться отъ устройства искусственнаго канала для изученія скоростей потока, сопротивленія моделей судовъ и тарировки вертушекъ **). Тѣмъ не менѣе, при выборѣ типовъ гидравлическихъ машинъ для Лабораторіи было принято за правило, чтобы турбины и насосы были, хотя небольшихъ, но дѣйствительно употребляемыхъ размѣровъ, для того чтобы опыты съ ними могли имѣть практическое значеніе.

Въ настоящее время оборудованіе Гидравлической Лабораторіи Института составляютъ, главнымъ образомъ, слѣдующія приспособленія и машины (см. планъ Лабораторіи):

А. Приборъ Вейсбаха съ принадлежностями.

В. Желѣзный резервуаръ для воды, объемомъ около 1 куб. метра, поднятый на 2,2 метр. надъ поломъ и служащій для питанія прибора Вейсбаха и опытной сѣти трубъ *DD*.

DD. Четыре системы чугунныхъ опытныхъ трубопроводовъ, длиною каждая по 10 метровъ, діаметромъ 2" и 3", съ гладкими и волнистыми внутренними поверхностями, для сравнительнаго изученія расхода и потери напора; волнистыя трубы были изготовлены для изученія водопропускной способности волнистыхъ трубъ, употребляемыхъ для пропуска воды подъ насыпями.

Е. Сосудъ емкостью 200 литровъ, служащій для измѣренія расхода по трубопроводу *DD*.

*) Увеличить глубину лотка не позволяли каменные своды, на которыхъ основанъ полъ лабораторіи.

***) Такой каналъ предполагено устроить во вновь проектируемомъ зданіи аэродинамической, электротехнической и физической лабораторій Института.

- F.* Приборъ Вентури для измѣренія скорости и расхода по тому же трубопроводу.
- G.* Записывающій манометръ на 4 атмосфер. системы Ричардса.
- H.* Система 6 пьезометровъ, измѣряющихъ давленія въ разныхъ точкахъ трубопровода *DD*.
- I.* Гидравлическій таранъ Монгольфье.
- K.* Приборъ проф. Н. Е. Жуковскаго для опредѣленія сопротивленія трубокъ, насадокъ и проч., съ коллекціей послѣднихъ.
- L.* Парціальная турбина Жирара-Шваммкаруга съ приводомъ для вращенія вентилятора.
- M.* Крестовина съ воздушнымъ колоколомъ, манометромъ и тремя задвижками для распредѣленія воды между 3 гидравлическими двигателями *N, O, P* высокаго давленія.
- N.* Американская турбина (колесо) Пельтона, въ 2,7 лош. силъ при напорѣ 13,5 метр. (расходъ около 20 $\frac{\text{лит.}}{\text{сек.}}$), съ тормознымъ шкивомъ *d*, ленточнымъ тормозомъ и приводомъ къ тахометру *e*.
- O.* Водостолбовая машина Шмидта съ качающимся цилиндромъ, въ $\frac{1}{3}$ лош. силы при томъ же напорѣ, съ ленточнымъ тормозомъ.
- P.* Парціальная турбина Эшеръ-Висса около 0,75 лош. силы, съ приводомъ къ динамо *f* и лампами накаливанія.
- Двигатели *N, O, P* получаютъ воду непосредственно изъ трубопровода высокаго давленія *aa* и имѣютъ общій отводный каменный лотокъ *gg*.
- X.* Желѣзный лотокъ, примыкающій къ каменному *gg*, съ водосливомъ *h* и приспособленіемъ для измѣренія уровня воды; водосливъ служитъ для опредѣленія расхода воды, проходящей черезъ двигатели *N, O* и *P*.
- Q.* Крестовина съ воздушнымъ колоколомъ, манометромъ и задвижками для впуска воды изъ трубопровода высокаго давленія *aa* въ промежуточный резервуаръ *V* и въ двѣ турбины: *S* — спиральную (Френсиса) и *T* — центробѣжную (Фурнейрона), съ горизонтальными осями.
- V.* Промежуточный резервуаръ, объемомъ 1,25 куб. метр., служащій для образованія малыхъ напоровъ въ 2—2 $\frac{1}{2}$ м. и испытанія насосовъ. Резервуаръ снабженъ питательнымъ автоматическимъ клапаномъ съ поплавкомъ, благодаря которому уровень воды въ резервуарѣ можетъ быть поддерживаемъ на любой высотѣ.

Въ дни резервуара *V* имѣется снабженное задвижкой устье, въ видѣ вертикальной четырехгранной бронзовой трубы, сѣченіемъ 100×100 миллим., опущенной ниже уровня воды отводнаго канала *kk'*; помощью особаго золотника одно измѣреніе сѣченія устья можетъ быть уменьшаемо до нуля, съ сохраненіемъ вертикальности всѣхъ стѣнокъ устья, въ которомъ, такимъ образомъ, устанавливается параллельно—струйное теченіе воды, а слѣдовательно, расходъ черезъ устье можетъ быть точно опредѣленъ, если извѣстны напоръ и площадь сѣченія устья; послѣдняя опредѣляется приводомъ отъ золотника къ микрометренному винту. Это приспособленіе употребляется при испытаніи насосовъ, которые берутъ воду изъ уширенія отводнаго канала *k'* и подаютъ ее въ резервуаръ *V*, изъ устья котораго въ тоже время вода выпускается обратно въ каналъ *kk'*, причемъ сѣченіе выпускнаго устья регулируется микрометреннымъ винтомъ такъ, чтобы уровень воды въ резервуарѣ оставался неизмѣннымъ; при этомъ приходъ и расходъ въ резервуарѣ одинаковы, а слѣдовательно, опредѣливъ расходъ черезъ устье, находимъ приходъ черезъ насосъ.

- S.* Спиральная обратимая турбина Френсиса, на горизонтальной оси, могущая питаться или непосредственно изъ трубопровода высокаго давленія *aa*, или изъ промежуточнаго резервуара *V*; притомъ турбина можетъ работать или какъ двигатель съ гидравлической мощностью 4 силы при свободномъ напорѣ 11 метр. (расходъ около $40 \frac{\text{лит.}}{\text{сек.}}$), или, будучи вращаема въ обратную сторону,—какъ насосъ съ гидравлической мощностью 1,77 силъ (расходъ около $30 \frac{\text{лит.}}{\text{сек.}}$) при напорѣ 2,5 метр., т. е. накачивая воду въ промежуточный резервуаръ *V*.
- T.* Центробѣжная турбина-двигатель Фурнейрона на горизонтальной оси, работающая или подъ высокимъ напоромъ 11 метр., съ мощностью 4 силы (расходъ $40 \frac{\text{лит.}}{\text{сек.}}$), или подъ низкимъ напоромъ 2,5 метр., съ мощностью около 0,5 силы (расходъ $20 \frac{\text{лит.}}{\text{сек.}}$). Работая подъ напоромъ 11 метр., турбина Фурнейрона *T* черезъ посредство ременныхъ передачъ и вала *ll* можетъ приводить въ движеніе турбину Френсиса *S*, какъ насосъ, накачивающій воду въ резервуаръ *V*; при этой передачѣ, находящійся на валу *ll* динамометръ Уайта *s* показываютъ моментъ, а слѣдовательно и мощность,

передаваемые валомъ. Моментъ и мощность на валу турбины Френсиса *S* измѣряются особымъ гидравлическимъ динамометромъ *i*, построеннымъ Лабораторіею по принципу динамометра Амслера-Лаффона (чертежи разработаны бывшимъ лаборантомъ, инженеромъ М. В. Заустинскимъ).

- R.* Нормальная турбина Френсиса съ вертикальной осью, получающая воду изъ промежуточного резервуара *V* и дающая при напорѣ 2,5 метр. около 1 силы (расходъ $40 \frac{\text{лит.}}{\text{сек.}}$); на валу турбины имѣется тормозной шкивъ съ ленточнымъ тормозомъ. Турбина эта также можетъ быть обращена въ насосъ, мощностью 2,8 силъ, качающій воду въ резервуаръ *V* (напоръ 2,5 метр., расходъ около $56 \frac{\text{лит.}}{\text{сек.}}$), если ее вращать въ обратную сторону, что производится соединеніемъ вала турбины *R* зубчатою передачею съ валомъ *U*, вращаемымъ одною изъ турбинъ *S* или *T*, или же электромоторомъ *W*, при помощи вала *tt* и ременныхъ передачъ. Тотъ-же электромоторъ постоянного тока въ 5 силъ можетъ приводить въ движеніе турбину *S*, какъ насосъ, что обыкновенно и дѣлается при изслѣдованіи дѣйствія этой турбины-насоса.
- У.* Металлическій лотокъ съ двумя водосливами, затопленнымъ и незатопленнымъ, служащими для измѣренія расхода воды черезъ турбины *R*, *S* и *T*.
- Z.* Прямоугольный сосудъ размѣрами $1,6 \times 0,8 \times 0,4 = 0,512$ куб. метр., съ откатной крышкой, служащій для повѣрки результатовъ измѣренія расхода водосливами.
- U.* Тангенціальная турбина Жирара (Борда) съ вертикальной осью старой конструкціи, съ бакомъ, работающая при напорѣ около 2 метр.; непригодна для опытовъ съ измѣреніями результатовъ.

Остальные предметы оборудованія Гидравлической Лабораторіи состоятъ изъ переносныхъ насосовъ (центробѣжныхъ, діафрагмовыхъ, крыльчатыхъ и др.) и небольшихъ двигателей, которые скорѣе относятся къ разряду моделей, неупотребляемыхъ для опытовъ, кромѣ старой модели-турбины Фурнейрона, конструированной самимъ изобрѣтателемъ и обращенной въ 1903 г. въ Гидравлической Лабораторіи Института въ центростремительную турбину-насосъ послѣ присоединенія къ ней диффузера и нѣкоторыхъ другихъ улучшеній конструкціи.

Оборудованіе Гидравлической Лабораторіи является еще далеко не законченнымъ; такъ, напримѣръ, въ ней не имѣется опытныхъ поршневыхъ насосовъ, новѣйшихъ тарановъ, пульзометровъ и многихъ другихъ водоподъемныхъ машинъ, съ которыми приходится имѣть дѣло инженеру Путей Сообщенія. Можно надѣяться, что главнѣйшія изъ этихъ машинъ, требующихъ сильныхъ паровыхъ двигателей, войдутъ въ составъ оборудованія вновь проектируемой Машинной Лабораторіи Института.

Практическія работы студентовъ въ Гидравлической Лабораторіи по изслѣдованію работы гидравлическихъ двигателей и насосовъ начались съ 1906 г., послѣ установки перечисленныхъ выше машинъ.

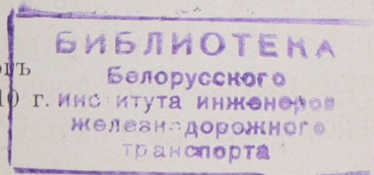
Практическія работы по общей гидравликѣ велись уже давно, но имѣли преимущественно расчетный характеръ. Опытныя обязательныя занятія студентовъ гидравликою установлены были Совѣтомъ Института въ 1909 г. по слѣдующей программѣ:

- 1) Измѣреніе расхода воды изъ отверстій въ стѣнкѣ сосуда.
- 2) Измѣреніе расхода воды черезъ затопленный и незатопленный водосливъ.
- 3) Измѣреніе расхода, скорости и піезометрическихъ давленій при протеканіи воды по трубопроводу.

Эти практическія занятія производятся группами студентовъ по 5 человѣкъ; выполнение программы требуетъ двухъ дней, при участіи двухъ руководителей (нынѣ инж. В. И. Чарномскій и лаборантъ инж. В. Н. Евреиновъ). Такими же группами производятся испытанія гидравлическихъ двигателей, причемъ въ программу входятъ испытанія одного акціоннаго двигателя, одного реакціоннаго и одного насоса, съ обработкою полученныхъ результатовъ.

Завѣдывающій Гидравлической Лабораторіей
проф. П. Янковскій.

С.-Петербургъ
15 октября 1910 г.

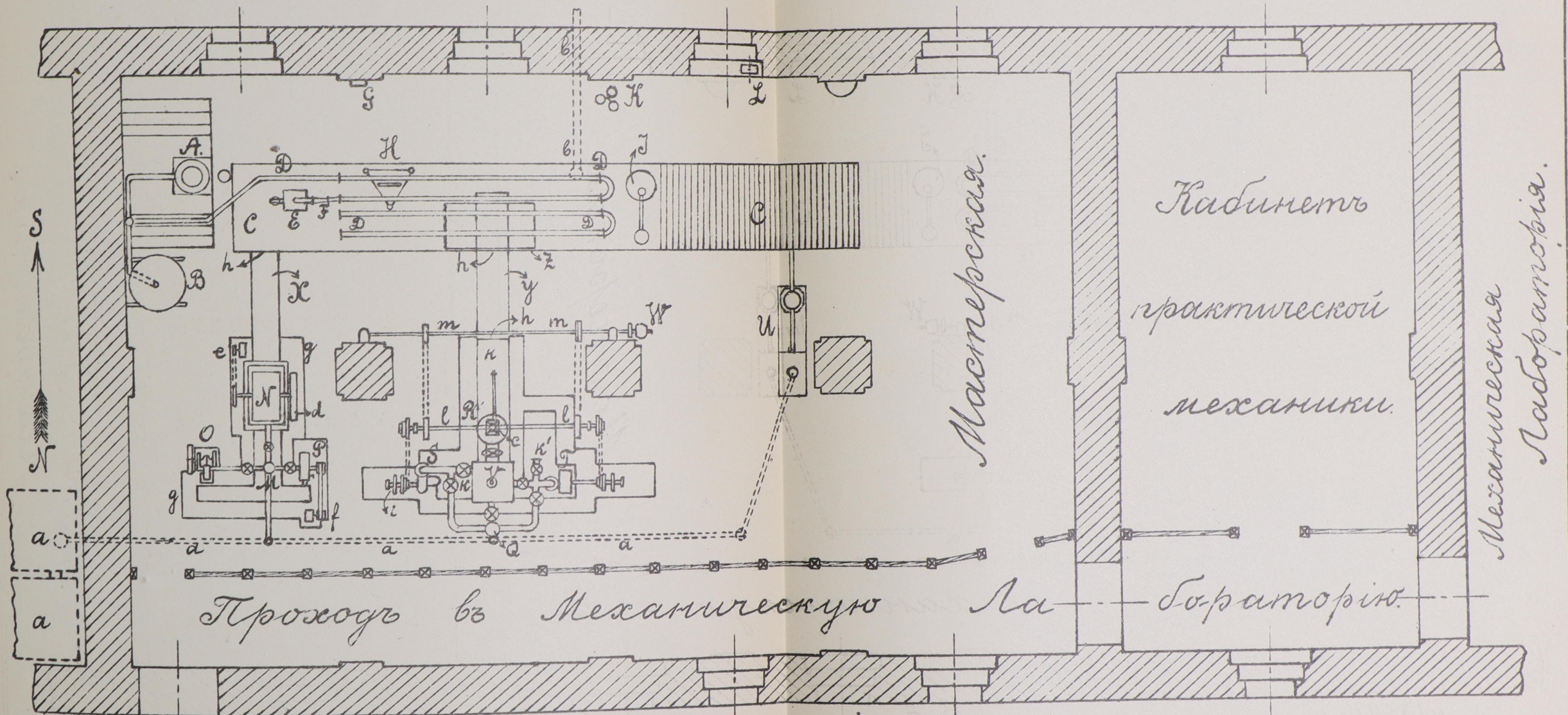
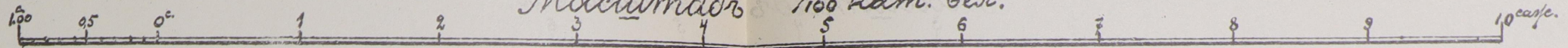


Турбавлическая Лаборатория

Института Инженеров путей сообщения Императора Александра I.

1910 г.

Масштаб 1/100 нат. вел.



Входъ.

Объясненіе.

- А - приборъ Вейсбаха.
- Б - резервуаръ для напора около 2 мет.
- С - углубленій въ полу лотокъ.
- СС - опытные трубопроводы.
- Д - сосудъ для измерения расхода.
- Е - приборъ Вентури.
- Ж - записывающій манометръ Ригардса.
- И - гизометръ.
- К - турбавлическій таранъ.
- Л - приборъ проф. Н.В. Жуковскаго.
- М - турбина Эриксона - Шванкруза.
- Н - крестовина съ воздуш. колоколомъ.

- О - водостоловая машина Шлидта.
- П - турбина Эрикс-Висса.
- Р - крестовина съ воздуш. колоколомъ.
- С - промежуточный резервуаръ.
- Т - спиральная турбина Френкенса.
- У - центробежная турбина Фурнейрона.
- Ф - нормальная турбина Френкенса.
- Х - металлические листы съ водой.
- Ц - сосудъ для измерения расхода.
- Ч - такелажная турбина Шварца.
- Ш - электромоторъ.

- аа - бачки и трубопроводы высокого давленія.
- бб - ствольная труба.
- с - динамометръ Гайтса.
- д - тормозной цилиндръ.
- е - тахометръ.
- жж - динамометръ.
- зз - каменный фундаментъ.
- и и - водосливы.
- к к - турбавлическій динамометръ.
- л л - котла.
- м м - балы.
- т т - валы.