

532
7-99

IX съездъ русскихъ дѣятелей по водянымъ путямъ.



ДОКЛАДЪ

ИНЖЕНЕРА

Н. Д. ТЯЦКИНА.

Нѣкоторые новѣйшіе приборы для измѣренія скоростей въ открытыхъ руслахъ.

165
165
Петерсбургскій
Инженерный институтъ



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типо-Литографія С. М. Мулдеръ, Вас. Остр., 9 лин., д. 18.

1902.

1661

IX съѣздъ русскихъ дѣятелей по водянымъ путямъ.

532.
Г-99

ДОКЛАДЪ


ИНЖЕНЕРА

Н. Д. ТЯЦКИНА.

Провѣрено
1906 г.

Нѣкоторые новѣйшіе приборы для измѣренія скоростей въ открытыхъ руслахъ.

59/661



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типо-Литографія С. М. Муллеръ, Вас. Остр., 9 лин., д. 18.

1902.

УПРАВЛЕНІЕ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ

ДОКЛАДЪ

О РАБОТѢ

ВЪ 1903 ГОДУ

Печатано по распоряженію Управленія водныхъ и шоссейныхъ сообщеній
и торговыхъ портовъ, Министерства Путей Сообщенія.

Напечатано по распоряженію Управленія водныхъ и шоссейныхъ сообщеній
и торговыхъ портовъ, Министерства Путей Сообщенія.

ВЪ ПЕТЕРБУРГѢ

Въ Типографіи Императорскаго Воднаго и Шоссейнаго Управленія

1903



Нѣкоторые новѣйшіе приборы для измѣренія скоростей въ открытых руслахъ.

(Съ 11-ю фигурами.)

Докладъ IX Съѣзду Инженеровъ-Гидротехниковъ 7 февраля 1902 года.

Милостивые Государи!

Изъ числа наиболѣе употребляемыхъ за границей, главнымъ образомъ въ Германіи, приборовъ для измѣренія скоростей воды въ рѣкахъ особенной извѣстностью пользуется вертушка система профессора Harlachera *) , улучшаемая механикомъ Ott'омъ **) и нынѣ профессоромъ Schmidt'омъ ***).

Въ виду несомнѣнныхъ сравнительныхъ достоинствъ этого прибора по отношенію точности опредѣленія расхода воды въ потокахъ—онъ выписанъ съ разрѣшенія Директора Императорскаго Московскаго Инженернаго Училища Ф. Е. Максименко для гидравлической лабораторіи онаго.

Достоинства прибора и новизна нѣкоторыхъ его частей вполне заслуживаютъ вниманія, почему я и полагаю, что демонстраціе этого, впервые выписаннаго въ Россію, прибора здѣсь на IX Съѣздѣ Инженеровъ-Гидротехниковъ не будетъ безынтереснымъ.

Приборъ, находящійся въ данное время передъ Вами, служить для большихъ глубинъ и главнымъ образомъ для большихъ скоростей и въ указанныхъ ниже предѣлахъ можетъ быть названъ универсальнымъ по совокупности различныхъ манипуляцій, для которыхъ онъ можетъ быть примененъ. Во всякомъ данномъ случаѣ приборъ можетъ быть заказанъ меньшихъ размѣровъ (для малыхъ скоростей), съ меньшимъ числомъ частей, а слѣдовательно и уплачено за

*) Въ Прагѣ.

**) Въ Кемптенѣ.

***) Въ Мюнхенѣ.

него можетъ быть меньше. Чтобы не затруднить Ваше вниманіе подробнымъ описаніемъ, имѣющимся въ особо изданной книжкѣ, *) ограничусь нѣскольکو конспективнымъ изложеніемъ.

Все устройство, въ случаѣ наибольшей его сложности, когда производится главнымъ образомъ интеграція скоростей по вертикали, состоитъ изъ слѣдующихъ частей (фиг. 1).

- 1) Штанги *AA* съ приспособленіями;
- 2) Собственно прибора *MB* (флувиометра);
- 3) Подъемной лебедки *QQ*;
- 4) Подвѣснаго кабеля съ тремя помѣщенными внутри проводниками;
- 5) Батареи съ 6-ю сухими элементами;
- 6) Особой доски (фиг. 2), на которой укрѣплены:

A—часы съ автоматическимъ прерывателемъ,

B—счетчикъ числа оборотовъ вертушки,

C—показатель глубины погруженія прибора,

D—хроноскопъ;

E, *F* и *G*—три звонка, дающіе сигналы:

E—черезъ каждыя 20 оборотовъ оси вертушки,

F—когда приборъ дойдетъ до дна,

G—черезъ каждыя 100—200 секундъ въ связи съ часами *A*;

H—переключатель;

K—клеммы;

L—гальванометръ.

Все приборы, расположенные на доскѣ, связаны съ ответственными клеммами 1, 2, 3... 6 помощью проводниковъ согласно схемы по фиг. 3.

Флувиометръ (фиг. 4).

Обыкновенно употребляемыя въ вертушкахъ Баумгартена, Вольтмана, Амслера и Лелявскаго зубчатые колеса—въ разсматриваемомъ приборѣ отсутствуютъ.

Ось вертушки со стороны лопастей поддерживается на 8 шарикахъ изъ твердаго никелеваго сплава; сзади же остріемъ упирается въ агатовую пластинку.

*) Н. Д. Тяпкинъ. Приборы для опредѣленія скоростей и расходовъ воды въ открытыхъ руслахъ. Москва. 1901.

Такимъ устройствомъ треніе сведено до мінімум'а и достигнута наибольшая неизмѣняемость коэффициентовъ прибора. Такъ, подобный же приборъ, примѣнявшійся на р. Эльбѣ (въ Гамбургѣ) въ теченіи 8 лѣтъ сохранилъ коэффициенты, не смотря на постоянныя съ нимъ работы.

Для передачи числа оборотовъ на оси имѣется короткій безконечный винтъ, съ которымъ соединяется маленькое винтовое колесо съ 20 зубцами — получается контактъ чрезъ 20 оборотовъ; кромѣ того на той же оси насаженъ эксцентрикъ, дающій контактъ для каждаго оборота; клеммы на кожухѣ обозначены соответственнымъ образомъ: 0, 1, 20. Флувиометръ помощью муфты *aa* передвигается по вертикально установленной штангѣ; внутри муфты помѣщены два ролика, идущіе при движеніи вдоль выступа штанги. Помощью имѣющагося въ муфтѣ винта можно весь флувиометръ перевернуть къ штангѣ на любой высотѣ вполне надежно, не причиняя вреднаго давленія на оси направляющихъ роликовъ. Внизу муфты расположено, такъ называемое, щупало, дающее, контактъ для звонка *F*, когда приборъ коснется дна. Руль служитъ только для уравниванія прибора, который вмѣстѣ со штангой устанавливается точно нормально къ положенію избраннаго поперечнаго профиля рѣки.

Такимъ образомъ, приборъ служитъ для непосредственнаго опредѣленія нормальной (къ профилю) составляющей скорости и даетъ возможность полученія точнаго значенія расхода Q , равнаго произведенію скорости γ на площадь λ .

Обыкновенно примѣнявшіяся до сихъ поръ винтовія лопасти съ производящей направленной перпендикулярно къ оси прибора прикрѣплялись къ оси помощью ручекъ; число ихъ было — четыре. По детальномъ изученіи работы прибора оказалось болѣе цѣлесообразнымъ заказать приборъ съ 3-мя крыльями, что затѣмъ было подтверждено и проф. Schmidt'омъ, завѣдующимъ Гидротехнической опытной станціей Мюнхенскаго Техническаго Училища.

Стремленіе въ послѣднее время избѣжать примѣненія ручекъ, задерживающихъ тину, траву и т. п., а также избѣжать образованія стоячаго конуса воды предъ плоскостью крыльевъ привело изобрѣтателей къ системѣ крыльевъ на подобіе бурава съ малыми и большими лопастями, прикрѣ-

пьяемыми непосредственно къ оси вертушки. Таковы системы: Haskell'я (фиг. 5), Hajos'a (Hirschfeld'a) — фиг. 6, проф. Schmidt'a (фиг. 7).

Послѣдняя система крыльевъ, какъ имѣющая преимуще-ство предъ двумя другими, къ описываемому прибору зака-зана въ видѣ запасной. Въ этой системѣ сохранена форма винта, только производящая наклонена къ оси вертушки подъ угломъ въ 45° ; ходъ винта = 65—70 см. Сравнитель-ныя наблюденія производились проф. Schmidt'омъ въ Мюн-хенѣ и инж. Erreg'омъ въ Бернѣ (гидрометрич. опытная станція).

Для новѣйшихъ конструкцій вертушекъ, имѣющихъ большія винтообразныя поверхности лопастей, шариковые под-шипники, а также подвижныя части изъ легкаго матеріала, обыкновенно до сихъ поръ употреблявшаяся формула дву-члена—зависимости v и n ($v = a + bn$)—не всегда можетъ быть примѣнима. Въмѣстѣ съ тѣмъ тарированіе прибора въ деревянномъ желобѣ или съ лодки, двигаемой идущими по берегу людьми, не можетъ быть признана точнымъ.

Точное опредѣленіе коэффициентовъ прибора возможно лишь на особо устроенныхъ гидрометрическихъ опытныхъ станціяхъ при помощи спеціально для сего подготовленныхъ приспособленій. Такія станціи имѣются во Фрейбергѣ, Мюн-хенѣ, Штуттгартѣ, Бернѣ, Шафгаузенѣ, Готѣ и т. д. Слѣ-довало бы и у насъ, въ Россіи, имѣть если не нѣсколько, то хотя одну такую отдѣльную станцію въ виду того, что не всегда можно пользоваться всѣми приспособленіями въ Новомъ Адмиралтействѣ.

Находящіяся предъ Вами крылья были тарированы на Мюнхенской опытной станціи и снабжены каждое особымъ свидѣтельствомъ, заключающимъ въ себѣ вычерченную кри-вую зависимости v и n , предѣлы наблюдавшихся скоростей и соответственныя уравненія *) приборовъ.

Такъ, для трехъ-лопастныхъ крыльевъ, съ производящей, перпендикулярной къ оси, имѣются слѣдующія данныя:

Число наблюденій = 116.

*) Описаніе опытныхъ станцій, способовъ тарирования приборовъ, разборъ имѣвшихся и новѣйшихъ уравненій вертушекъ см. Н. Д. Тя-кинъ. Приборы для опредѣленія скоростей.

Предѣлы наблюдавшихся скоростей: 0,05—3,00 мет./сек.
Уравнение прибора:

$$v = a + bn + cn^2 \pm 10,3 \text{ м/м.}$$

гдѣ: $a=0,032892$; $b=0,883195$; $c=0,02068$.

Для крыльевъ системы Schmidt'a, съ производящей, направленной подъ угломъ въ 45^0 къ оси имѣется:

Число наблюдений—62.

Предѣлы наблюдавшихся скоростей: 0,1—3,0 мет./сек.

Уравнение прибора не остается общимъ, а имѣетъ тотъ или другой видъ въ зависимости отъ числа n оборот./сек.; именно:

$$\begin{aligned} \text{для } n < 3 & \text{ — } v = kn + \sqrt{k_1 n^2 + \alpha} \\ \text{для } n > 3 & \text{ — } v = an + b \end{aligned}$$

При этомъ:

$$\begin{aligned} k &= 0,1375; k_1 = 0,2677; \alpha = 0,0064. \\ a &= 0,690; b = -0,104. \end{aligned}$$

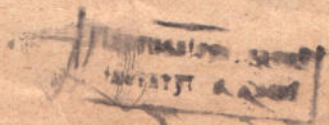
Средняя ошибка измѣренія = ± 8 м/м.

Монтировка доски. Приборы, расположенные на доскѣ и схема ихъ соединенія перечислены выше (фиг. 2 и 3). Способы приведенія въ дѣйствіе всѣхъ одновременно или только нѣкоторыхъ изъ приборовъ понятны изъ вышеизложеннаго, а также и изъ дальнѣйшаго описанія нѣкоторыхъ деталей.

Показатель глубины даетъ ходъ барабана чрезъ каждые 2 см. Какъ этотъ приборъ, такъ и счетчикъ оборотовъ даютъ возможность считать до 10.000. Оба аппарата заключены въ ящики и имѣютъ каждый: рычагъ— для выключенія и включенія прибора въ цѣпь, винтъ— для регулированія разстоянія магнитнаго якоря отъ полюса при болѣе сильномъ или слабomъ токѣ, штифтъ— для установки, при повторномъ нажиманіи его, стрѣлокъ счетчика на нуль.

Схема соединенія часовъ, счетчика оборотовъ и звонка G проводниками болѣе подробно показана на фиг. 8.

Переключатель при этомъ долженъ быть поставленъ на T ; рычагъ r — на соединеніе съ s . Задвижка m служитъ для останавливанія и пусканія въ ходъ часовъ. Рычагъ n , свободно вращающійся около o , находится постоянно въ соприкосновеніи съ пластинкой p и, какъ видно по схемѣ, счет-



чикъ можетъ въ этомъ случаѣ работать независимо отъ часовъ. Помощью особаго механическаго приспособленія рычагъ *n* по истеченіи 100 или 200 секундъ по желанію можетъ быть приведенъ въ соприкосновеніе съ пластинкой *q*, т. е. совершенно автоматически, чрезъ 100 или 200 секундъ счетчикъ числа оборотовъ будетъ выключенъ, а звонокъ *G* будетъ звонить все время пока не прочтутъ на счетчикѣ сдѣланное за это время число оборотовъ и не разединятъ рычагъ *n* и пластинку *q*.

Баттарей состоитъ изъ 6-ти сухихъ элементовъ. Для работы вполне достаточно 2—4 штукъ, остальные служатъ запасомъ. Не слѣдуетъ включать тока болѣе, чѣмъ его необходимо для правильнаго дѣйствія всей системы, такъ какъ иначе счетчики *B* и *C* (фиг. 2) нерѣдко перестаютъ работать.

Штанга длиною 9 метр. и діаметромъ 45 м/м. состоитъ изъ двухъ частей (5 м. и 4 м.) и представляетъ собою Mannesmann'овскую тянутую стальную гладкую трубу безъ щели, а съ направляющимъ выступомъ, привинченнымъ снаружи. Такая штанга обладаетъ значительною прочностью и для примѣненія на большихъ глубинахъ можетъ быть составлена изъ большого числа звеньевъ, просто и крѣпко соединяемыхъ другъ съ другомъ. Наибольшая существующая длина штанги въ 12 метр. при діаметрѣ 75 м/м употребляется въ настоящее время на р. Эльбѣ (Гамбургъ).

Штанга снабжена (фиг. 1, 9) навинчиваемымъ внизу металлическимъ дискомъ *m*, мѣшающимъ глубокому проникновенію штанги въ грунтъ ложа рѣки.

На верхнюю часть штанги, при установкѣ ея, надѣвается особая маленькая муфта съ закрѣпительнымъ винтомъ, рычагомъ и визирами для точнаго направленія выступа штанги, а съ нимъ и всего флувиометра нормально къ плоскости избраннаго живого сѣченія.

При малыхъ глубинахъ изслѣдуемаго потока можно довольствоваться (фиг. 9) одной частью штанги *AA*, свободнымъ кабелемъ *ss* и такъ наз. *зажимомъ p*, закрѣпляемымъ на любой высотѣ штанги помощью особаго винта. Направляющій блокъ *r* подходит на каждую изъ частей штанги и прочно закрѣпляется винтомъ. Чтобы имѣть возможность удобно положить по блоку кабель, ослабляютъ немного сбоку

круглую гайку, отклоняютъ назадъ стремя и снова запираютъ по наложеніи кабеля.

Подземный барабанъ. QQ (фиг. 1, 10, 11) служитъ для подниманія и опусканія вертушки по штангѣ при большой глубинѣ; окружность его = 0,5 метра.

На циферблатахъ можно считатьъ въ см. разматываніе кабеля; стрѣлка большого диска можетъ быть поставлена по желанію на нуль, маленькій дискъ также поворачивающійся. Примѣненіе приспособленій для влюченія и выключенія тормазного колеса, а также шестерни, приводящей механизмъ въ движеніе, выясняется послѣ нѣкотораго навыка само собою.

Регулирующій часовой механизмъ, примѣняется въ случаяхъ интеграціи, когда нужно получить, при помощи равномернаго погруженія вертушки, среднюю скорость рѣзки въ вертикали. Скорость хода прибора по штангѣ можетъ быть ускорена или замѣдлена при помощи переставляющихся лопастей.

На рамкѣ барабана расположены 5 клеммъ (4 изолированныхъ и 1 не изолированная), соответственнымъ соединеніемъ которыхъ проводами съ аппаратами на доскѣ можно пользоваться счетчикомъ оборотовъ вертушки, всѣми 3-мя звонками, показателемъ глубины чрезъ 2 см. и часами съ механическимъ прерывателемъ.

Клеммамъ 0, 2 и 3, соответствують три свободныхъ конца кабеля; скрученные вмѣстѣ свободные другіе концы кабеля 0 и 1 (или 20) должны быть соединяемы съ клеммами вертушки, а отдѣльный болѣе длинный конецъ со щупаломъ.

По желанію можно ввести въ цѣпь *телефонъ*, дающій ясные и довольно громкіе звуки, соответствующіе каждому отдѣльному обороту оси вертушки.

Общая *стоимость* всѣхъ имѣющихся здѣсь приспособленій и аппаратовъ съ запасными частями = 140 марокъ, изъ которыхъ 100 м. уплачены за тарированіе двухъ вертушекъ Мюнхенской опытной станціи.

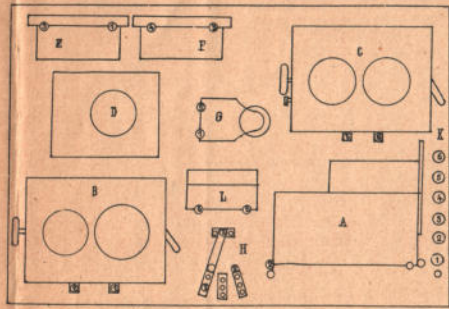
Если ограничиться частями, необходимыми и достаточными для обыкновенныхъ измѣреній, то стоимость этого

прибора превзойдет таковой же, существующей и для вертушки Амслера.

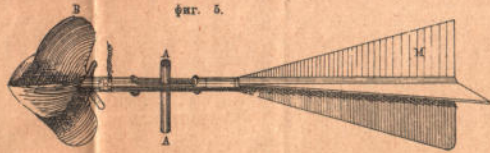
Подробнее о стоимости вертушек и отдельных частей см. книжку: Н. Д. Тяпкинъ. Приборы для измерения скоростей. Москва 1901 г.

Инженеръ *Н. Д. Тяпкинъ.*

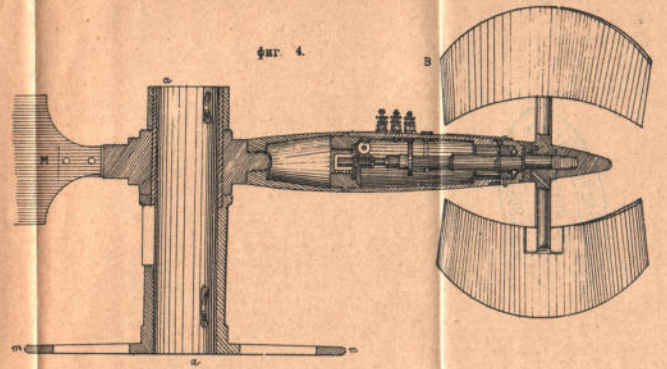
фиг. 2



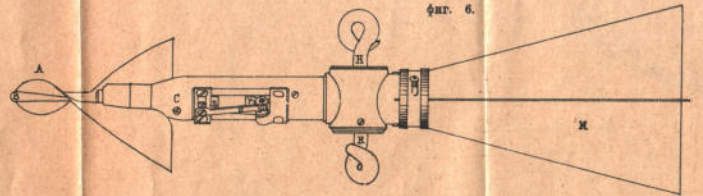
фиг. 5.



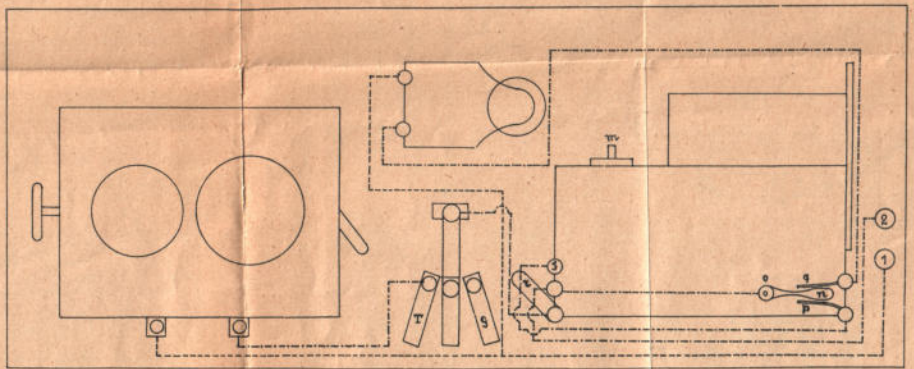
фиг. 4.



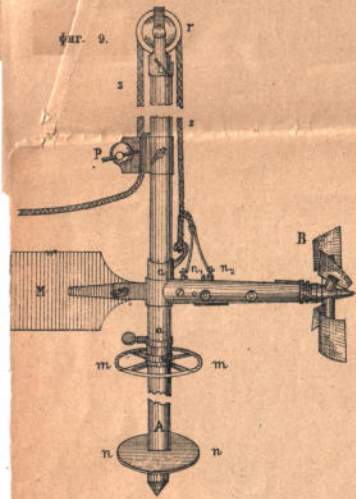
фиг. 6.



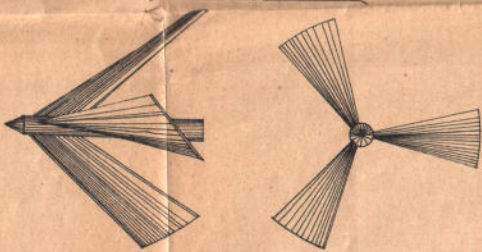
фиг. 8.



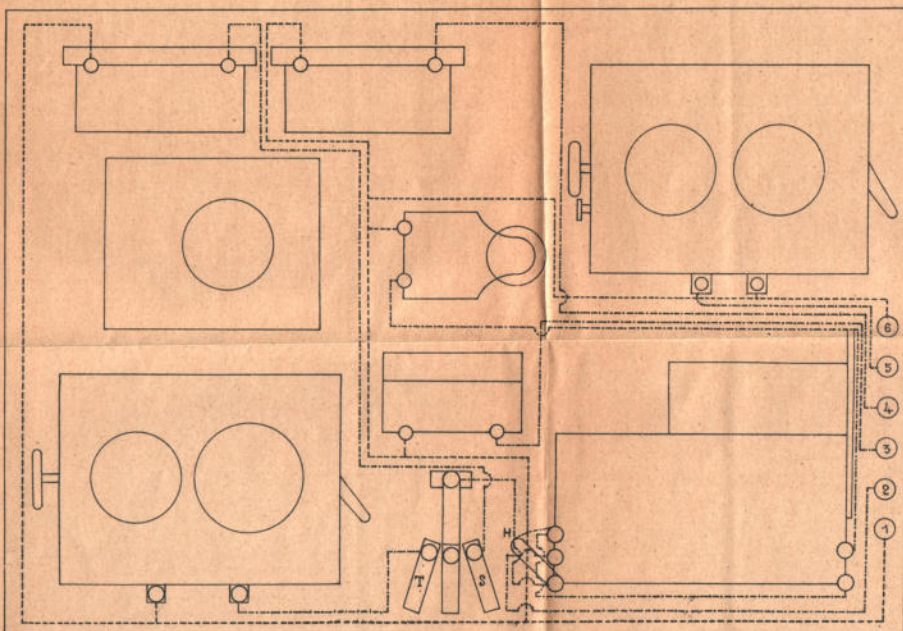
фиг. 9.



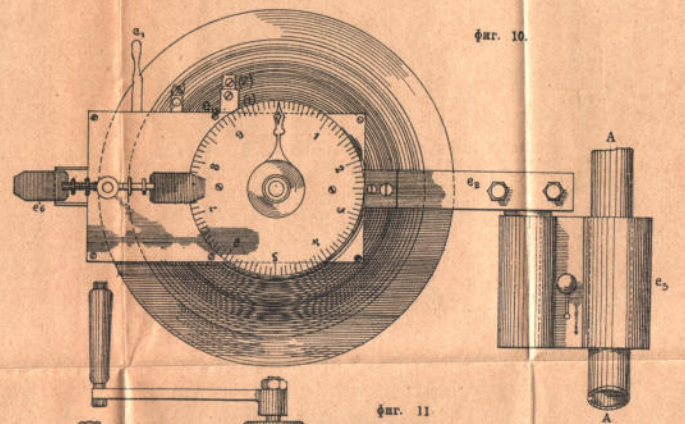
фиг. 7.



фиг. 3.



фиг. 10.



фиг. 11.

