

ВѢСТНИКЪ ОБЩЕСТВА МОРСКИХЪ ИНЖЕНЕРОВЪ



ВЫПУСКЪ ХІ-Й.

СОДЕРЖАНІЕ:	СТРАН.
I. Водоструйный эжекторъ системы Инж.-Мех. <i>Н. И. Ильина</i>	1
II. Испаритель и подогреватель питательной воды системы Andrew и Cameron. Инж.-Мех. <i>Д. М. Домашнева</i>	9
III. Примѣненіе измѣрителя крученія вала для опредѣленія мощности паровой турбины (by Hamilton Gibson). Инж.-Мех. <i>Д. Домашневъ</i>	15
IV. Англійское судно съ машиной внутренняго сгоранія. <i>Д. Д.</i>	37
V. Приѣмныя испытанія эскадренныхъ миноносцевъ послѣдней постройки Невскаго судостроительнаго завода. Инж.-Мех. <i>Дешевовъ</i>	39
VI. Гидромоторъ для водоотливныхъ турбинъ. Системы Инж.-Мех. полковника <i>Н. И. Ильина</i>	65

Редакторъ

Инженеръ-Механикъ Полковникъ **Г. Н. ПЛОУЛЬСКІЙ.**



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Морского Министерства, въ Главномъ Адмиралтействѣ.

1909.

Водоструйный эжекторъ

системы инженеръ-механика *Н. И. Ильина.*

Устройство водоструйныхъ эжекторовъ системы инженеръ-механика полковника Н. И. Ильина заключается въ слѣдующемъ: Специально установленной въ машинномъ отдѣленіи помпой берется вода изъ за борта и нагнетается въ трубопроводъ небольшого діаметра, идущій по всему судну. Давленіе воды въ трубопроводѣ держится отъ 15 до 18 атм. и регулируется помощію спеціальнаго манометра. На случай большаго повышенія давленія на трубопроводѣ установлены предохранительные клапана. Впрочемъ, при надлежащемъ выборѣ донки для эжекторовъ, повышенія давленія свыше безопаснаго не бываетъ. Въ этотъ же трубопроводъ вводятся на случай надобности, и запасныя котельныя донки. Посредствомъ отростковъ съ кранами вода изъ общаго трубопровода можетъ быть подана въ каждый изъ эжекторовъ, имѣющихся на суднѣ. Струя воды, проходя съ большой скоростью черезъ эжекторъ выкачиваетъ, на подобіе струи пара, воду изъ трюма. Такимъ образомъ, чтобы пустить въ дѣйствіе водоструйный эжекторъ, достаточно пустить въ ходъ помпу и открыть соотвѣтствующій край.

Въ настоящее время донки могутъ сами себя регулировать посредствомъ особыхъ клапановъ, а потому магистраль можетъ быть всегда подъ напоромъ и убыль воды будетъ пополняться автоматически.

Для выясненія выгодъ, представляемыхъ водоструйнымъ эжекторомъ, какъ водоотливнаго средства для миноносцевъ, слѣ-

дуетъ сравнить его съ обыкновенной помпой, выкачивающей воду прямо изъ трюма, съ паровымъ эжекторомъ и съ электрическими турбинами, принимая во вниманіе всѣ условія, имѣющіяся на такомъ небольшомъ суднѣ, какъ миноносець.

Система отдѣльныхъ помпъ, выкачивающихъ воду, каждая, изъ своего отдѣленія, на миноносцѣ немислима вслѣдствіе ея тяжеловѣсности и тѣсноты помѣщенія на миноносцѣ. Магистральная система (одна помпа и отъ нее всасывающая магистраль по всему судну) была бы также значительно тяжелѣе водоструйныхъ эжекторовъ по слѣдующимъ причинамъ: у водоструйныхъ эжекторовъ помпа работаетъ подъ большимъ давленіемъ, вслѣдствіе чего, какъ выяснилось изъ опытовъ, количество воды, выкачиваемое ею изъ трюма посредствомъ эжектора въ 5 разъ болѣе того количества воды, которое она беретъ изъ за борта и прокачиваетъ черезъ эжекторъ. Если бы одинаковое количество воды выкачать изъ трюма непосредственно помпой, то пришлось бы установить помпу большого размѣра и, слѣдовательно, болѣе тяжелую; нужно было бы установить и другую такую же помпу, такъ какъ при одной не было бы обезпеченности водоотливной системы. При гидравлическихъ же эжекторахъ дѣйствіе водоотливныхъ средствъ на миноносцахъ обезпечено тремя донками. Кромѣ того всасывающая магистраль и пріемные отростки были бы значительно бѣльшаго діаметра, нежели напорная магистраль водоструйныхъ эжекторовъ. Такимъ образомъ послѣдняя система значительно легче. Магистральная система страдаетъ еще, какъ извѣстно, способностью легко засоряться и портиться отъ доступа воздуха во всасывающія трубы. Вслѣдствіе перечисленныхъ недостатковъ магистральная система на миноносцахъ не употребляется и для нихъ самой удобной водоотливной системой, по легкости и простотѣ устройства, считались паровые эжектора. Однако большое расхищеніе послѣдними прѣсной воды заставилъ въ послѣднее время перейти къ электрическимъ турбинамъ.

Электрическія турбины при условіяхъ, имѣющихся на миноносцѣ, представляютъ много неудобствъ. Во-первыхъ, изоляція проводовъ и мотора часто страдаетъ отъ сырости и

воды, чего не избѣжать на миноносцѣ. Во-вторыхъ, обыкновенно электрическаго освѣщенія на миноносцѣ не бываетъ и потому пользоваться турбинами не такъ удобно, такъ какъ предварительно надо пускать въ ходъ динамо-машину, что не такъ легко. Наконецъ турбины начинаютъ забирать воду лишь по заполненію лопастнаго колеса т. е. уже при довольно значительномъ подъемѣ воды, а слѣдовательно, осушительнымъ средствомъ служить не могутъ; для послѣдней цѣли нужны особые приборы, что увеличиваетъ вѣсъ и сложность системы.

Система водоструйныхъ эжекторовъ, какъ можно заключить изъ предъидущаго, представляется для миноносцевъ самой удобною. Эта система тяжелѣе системы паровыхъ эжекторовъ, но при замѣнѣ ею электрическихъ турбинъ получается выигрышъ въ вѣсѣ. Такъ, для миноносцевъ въ 350 тоннъ эта выгода выражается выигрышемъ въ вѣсѣ равномъ 72 пудамъ. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что при такой замѣнѣ отпадаетъ надобность во второй динамо-машинѣ, которая замѣняется помпой. Отсутствие второй динамо можетъ показаться нѣкоторымъ недостаткомъ, но, во-первыхъ, эта вторая динамо и вызвана исключительно установкой электрическихъ турбинъ, а во-вторыхъ, судя по опыту послѣдней войны, можно сомнѣваться вообще въ необходимости для миноносца электрическаго освѣщенія.

Система водоструйныхъ эжекторовъ уступаетъ электрическимъ турбинамъ въ томъ отношеніи, что при работѣ одной донкой можно пустить полной силой только одинъ эжекторъ, а при трехъ донкахъ—три эжектора. Тогда какъ при двухъ динамо-машинахъ можно работать, вѣроятно, всѣми имѣющимися на суднѣ турбинами. Врядъ ли, однако, встрѣтится въ этомъ надобность. Съ другой стороны, если сравнивать водоструйные эжектора съ паровыми, то въ этомъ отношеніи выгода будетъ на сторонѣ первыхъ, такъ какъ работать тремя 80-ти тонными паровыми эжекторами сколько либо продолжительное время не представляется возможнымъ вслѣдствіе громадной потери прѣсной воды.

Сравнительно съ паровыми эжекторами водоструйные имѣютъ еще свои, присущіе имъ, преимущества: не зависятъ отъ

окружающей температуры, давления и количества впущенного пара—водоструйный эжекторъ никогда не отказывается дѣйствовать, что бываетъ съ паровымъ эжекторомъ; засоренія водоструйнаго эжектора также, повидимому, нечего опасаться: опытъ показалъ, что нѣтъ необходимости ставить даже приѣмныя сѣтки, такъ какъ мусоръ, тряпки и т. п. легко проносятся черезъ эжекторъ; это явленіе можно объяснить тѣмъ, что эжекторъ помѣщается въ самомъ трюмѣ и засаривающіе предметы сразу же попадаютъ подъ плотную струю воды. Что касается коэффициента полезнаго дѣйствія, то, какъ механизмъ, водоструйный эжекторъ далеко уступаетъ всякому поршневному или лопастному насосу, выкачивающему воду прямо изъ трюма.

Изъ опытовъ оказалось, что въ то время, какъ донка прокачиваетъ черезъ эжекторъ 17 тоннъ заборной воды въ часъ при давленіи 15 атм., эжекторъ поднимаетъ изъ трюма 80 тоннъ въ часъ на высоту 3 метра; отсюда коэффициентъ полезнаго дѣйствія водоструйнаго эжектора (т. е. отношеніе полезной работы эжектора къ полезной работѣ донки)—всего лишь около 0,1. Такимъ образомъ, въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ важенъ вопросъ о расходѣ угля—примѣненіе водоструйнаго эжектора не можетъ имѣть мѣста. Но, съ другой стороны, водоструйный эжекторъ значительно экономичнѣе парового, что покажетъ самый грубый расчетъ. Такимъ образомъ для судна, гдѣ единственной почти причиной отказа отъ паровыхъ эжекторовъ является лишь невозвратимый расходъ ими прѣсной воды, вопросъ объ экономіи угля на дѣйствіе эжекторовъ не представляется, очевидно, существеннымъ.

Для расчета водоструйныхъ эжекторовъ слѣдуетъ пользоваться нижеслѣдующими формулами.

Обозначимъ: P — давленіе атмосферы;

p_1 — давленіе, производимое напоромъ донки;

p_2 — гидравлическое давленіе въ трубѣ до смѣшенія и послѣ смѣшенія предполагая ихъ одинаковыми, это допущеніе, упрощая теорію, не оказываетъ на результатъ значительнаго вліянія, такъ какъ давленія въ этихъ мѣстахъ, будучи оба менѣе атмосфернаго, не могутъ между собой сильно разниться;

v_1 — скорость въ трубахъ, вездѣ одинаковая (изъ практики)
 v_2 — скорость въ самомъ узкомъ мѣстѣ эжектора (послѣ смѣшенія);

m — масса воды, подаваемая донкой въ котель;

M — масса воды, выкачиваемая эжекторомъ;

W — скорость воды, выбрасываемая помпой изъ окончаника;

d_1 и d_2 — діаметры трубъ, въ означенныхъ мѣстахъ;

h и H — высоты всасыванія и нагнетанія;

Δ — вѣсъ кубической единицы воды;

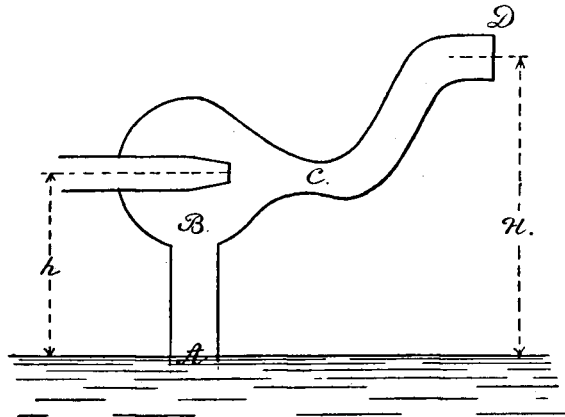
g — ускореніе силы тяжести.

Уравненіе Бернулли до смѣшенія отъ А до В (см. черт. 1) будетъ

$$\frac{P}{\Delta} = \frac{p_2}{\Delta} + \frac{v_1^2}{2g} + h \quad . \quad . \quad . \quad (a)$$

послѣ смѣшенія отъ С до D

$$h + \frac{p_2}{\Delta} + \frac{v_2^2}{2g} = H + \frac{P}{\Delta} + \frac{v_1^2}{2g}$$



Черт. 1.

Исключая изъ этихъ уравненій p_2 , получимъ

$$\frac{v_2^2}{2g} = H + \frac{v_1^2}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Въ разсматриваемомъ здѣсь ординарномъ водяномъ эжекторѣ мы имѣемъ случай удара двухъ неупругихъ тѣлъ и должны, поэтому, примѣнить законъ количества движенія. Принимая импульсъ давленій равнымъ нулю, мы получимъ, что приращеніе количества движенія есть нуль (см. теорію удара неупругихъ тѣлъ), т. е.

$$m \cdot w = (M + m) v_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Уравненіе (2) представляетъ собою случай общаго закона количества движенія при условіи, что импульсъ давленій есть нуль; послѣднее условіе существуетъ при наличіи вышеизложеннаго допущенія равенства давленій до и послѣ смѣшенія. Законъ этотъ одинаково относится и къ жидкостямъ и формулу (2) можно увидѣть въ курсѣ паровыхъ машинъ А. И. Погодина при расчетѣ котельнаго инжектора.

Уравненіе Бернулли въ напорной трубѣ будетъ:

$$\frac{p_1}{\Delta} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\Delta} + \frac{w^2}{2g} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Этихъ уравненій вполне достаточно для расчета водяного эжектора съ извѣстными заданіями.

Такъ, напр., беря донку эскадреннаго миноносца типа въ 350 тоннъ, которая производитъ напоръ въ 17 атм., получимъ:

$$\frac{p_1}{\Delta} = 17,34 = 578'.$$

Принимая $v_1 = 8'$ въ 1", $h = 8'$, $H = 10'$, $\frac{p}{\Delta} = 34'$ (высота, соотвѣтствующая давленію атмосферы), $g = 32$, изъ уравненія (а) найдемъ

$$\frac{p_2}{\Delta} = 25'.$$

Изъ уравненія (3) $W = 180'$ въ 1" (скорость, которую можетъ дать водѣ донка).

Изъ уравненія (1) $v_2 = 28'$ въ $1''$;

Наконецъ изъ уравненія (2) $M = 5$ m

т. е. эжекторъ выкачиваетъ въ 5 разъ болѣе того количества воды, которое можетъ подавать донка въ котель. Но, если ту же донку употребить для выкачиванія воды изъ трюма прямо въ атмосферу, то это соотношеніе должно быть больше, такъ какъ тогда донка можетъ развить большее число ходовъ. Принимая однако во вниманіе, что донки системы Вортингтона не приспособлены къ большому числу ходовъ, можно предположить, что и въ этомъ случаѣ донка, качая въ эжекторъ, окажется все-же значительно болѣе производительной.

При производительности донки въ 20 тоннъ въ часъ (при качаніи ея въ котель, при полномъ напорѣ), зная всѣ скорости, найдемъ слѣдующіе главные размѣры эжектора:

$$d_1 = 7/16'';$$

$$d_2 = 2^2/4''.$$

Чертежъ 2-й ясно показываетъ устройство водоструйного эжектора.

Тройникъ, установленный при приборѣ, позволяетъ работать или паромъ, или водою, такъ что правильнѣе описанный эжекторъ называть «комбинированнымъ паро-гидравлическимъ эжекторомъ».

Инж.-мех. А. А. Дешевовъ.

Испаритель и подогреватель питательной воды системы Andrew и Cameron (*).

Отличительной чертой испарителя и подогревателя Andrew и Cameron может служить применение инжектора для увеличения скорости циркулирующего пара.

Вследствие аналогичности действия, как испарителя, так и подогревателя с действием поверхностного холодильника, вполне естественно заключить, что условия, благоприятствующие увеличению производительности послѣдняго, должны въ томъ же направленіи вліять и на работу первыхъ.

Относительно этихъ условий профессор Rankin указываетъ: 1) что быстрота конденсаціи главнымъ образомъ зависитъ отъ быстроты циркуляціи охлаждающей воды и 2) что наиболѣе быстрая передача теплоты можетъ быть достигнута, если паръ находится въ состояніи тумана, такъ что соединяетъ въ себѣ подвижность частицъ газа съ сравнительно большой теплопроводностью жидкости. Профессоръ Osbourn Reynolds остановился болѣе подробно на этомъ вопросѣ и въ одной изъ своихъ работъ высказалъ положеніе, что количество теплоты, отнятое какой-либо жидкостью отъ поверхности, пропорціонально скорости частицъ, съ которой послѣднія движутся отъ поверхности до какой-либо данной глубины внутри жидкости и обратно.

Вліяніе движенія частицъ жидкости на передачу теплоты можно наглядно показать чрезвычайно простымъ опытомъ. Возьмемъ стаканъ холодной воды и въ него помѣстимъ неболь-

(*) Marine Engineer March 1 1908 г.

шой оловянный сосудъ, наполненный горячей водой. Уровни въ томъ и другомъ сосудѣ сравниваемъ. Если сравнить быстроту передачи теплоты при спокойномъ состояніи воды въ обоихъ сосудахъ и затѣмъ при перемѣшиваніи ея, то окажется, что передача теплоты въ послѣднемъ случаѣ совершается почти въ 3 раза быстрее, чѣмъ въ первомъ.

Конечно, для возможности сравненія необходимо наблюдать, чтобы начальныя температуры, какъ холодной, такъ и горячей воды въ обоихъ случаяхъ были-бы одинаковы.

Этотъ чрезвычайно простой и всеѣмъ доступный опытъ ясно указываетъ, какую важную роль должна играть быстрая циркуляція пара въ подогревателяхъ и испарителяхъ.

Не трудно видѣть, что увеличить эту скорость въ аппаратахъ извѣстныхъ намъ конструкцій почти невозможно, такъ какъ обыкновенно паръ вводится въ верхнюю часть змѣвика и образовавшуюся воду продуваютъ изъ него снизу.

Этимъ стремятся распредѣлить работу пара такимъ образомъ, чтобы самыя верхніе витки змѣвика служили для осушенія получающагося пара, слѣдующіе собственно для испаренія, а нижніе для нагрѣванія поступающей воды. При этомъ, конечно, если продувательный клапанъ открытъ недостаточно для выпуска всей образующейся воды, тогда послѣдняя должна собираться въ змѣвикѣ, уменьшая нагрѣвательную поверхность до тѣхъ поръ, пока количество образующейся отъ конденсаціи воды не будетъ равно количеству продуваемой. Если продувательный клапанъ открытъ много, то паръ будетъ выходить неиспользованнымъ.

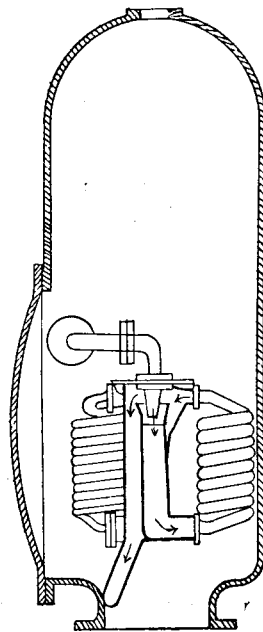
Отсюда ясно, что для данныхъ температуръ пара и воды скорость циркуляціи пара должна оставаться постоянной, такъ какъ она зависитъ отъ скорости конденсаціи пара, регулировать же скоростью протекающей воды представляется неудобнымъ и затруднительнымъ.

Въ аппаратахъ-же Andrew и Cameron скорость циркуляціи пара почти не зависитъ отъ скорости конденсаціи и увеличена число механическимъ путемъ.

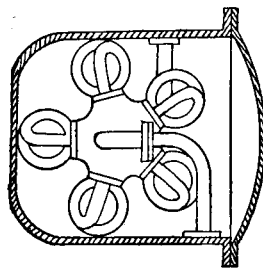
Испаритель морской воды представленъ на фиг. 1 и 2. Онъ состоитъ изъ корпуса, внутри котораго помѣщаются 5 змѣвиковъ. Въ центральной части находится инжекторъ. Свѣжій паръ поступаетъ сверху, спускается внизъ и затѣмъ снова по змѣвикамъ подымается къверху. Часть образовавшейся воды продувается, а остальная съ несконденсировавшимся паромъ совершаетъ новый кругъ циркуляціи подѣ действиемъ вновь входящаго свѣжаго пара. Здѣсь, такимъ образомъ, достигаются идеальныя условія для передачи теплоты, такъ какъ мы имѣемъ жидкость, частицы которой обладаютъ подвижностью газа.

Змѣвики могутъ быть въ собранномъ видѣ вынуты изъ аппарата, опробованы и осмотрѣны. Испортившійся змѣвикъ чрезвычайно легко замѣнить запаснымъ, такъ какъ каждый изъ нихъ поставленъ на фланцахъ, что даетъ возможность въ крайнемъ случаѣ просто заглушить отверстіе. Нѣсколько словъ слѣдуетъ сказать о направленіи теченія пара.

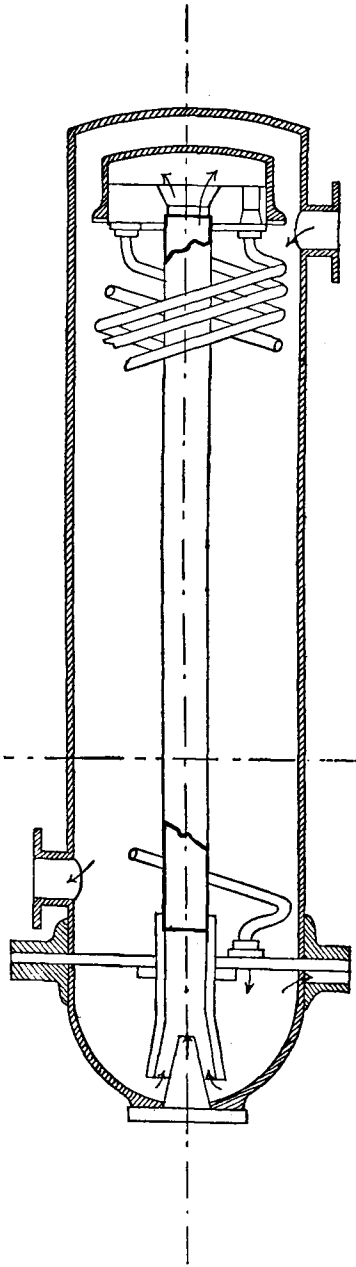
Какъ уже было указано, послѣдній въ змѣвикахъ движется снизу вверхъ. Въ обыкновенныхъ кипятильникахъ, такое направленіе должно вызвать сильное вскипаніе, такъ какъ собственно парообразование велось бы только нижними витками, и, слѣдовательно, было бы чрезвычайно бурнымъ, и скорость поднимающихся пузырьковъ пара была бы очень велика. Въ настоящемъ случаѣ этого не бываетъ, такъ какъ, благодаря большой скорости циркуляціи пара, парообразование



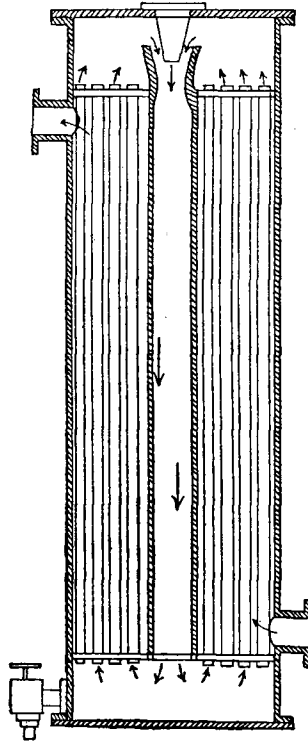
Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

равномѣрно распредѣлено по всей поверхности, что конечно должно обусловить плавное отдѣленіе образующихся пузырьковъ.

Этотъ кипятильникъ, благодаря большой эластичности змѣвиковъ, отличается своей совершенно чистой отъ накипи нагрѣвательной поверхностью.

Такъ, на примѣръ, одинъ изъ такихъ испарителей на пассажирскомъ пароходѣ былъ въ работѣ круглыхъ 32 сутокъ во время прохода изъ Бомбея въ Гүль. Его ни разу не останавливали для чистки; только по временамъ быстро продували и затѣмъ также быстро наполняли забортной водой. По вскрытіи въ Гүлѣ змѣвики оказались совершенно чистыми.

Подогрѣватель питательной воды построенъ на томъ же принципѣ. Изъ фиг. 3 видно, что центральная труба, представляющая изъ себя инжекторъ, такъ же, какъ и змѣвики, прикрѣплены къ крышкѣ, такъ что могутъ быть легко вынуты для осмотра и очистки.

Дѣйствіе его, конечно, то-же, что и описаннаго выше испарителя; только здѣсь найдено болѣе удобнымъ помѣстить продувательный кранъ вверху.

Иногда дѣйствіе его видоизмѣняютъ такъ: змѣвикъ совершенно заполняютъ водой и въ него заставляютъ проходить черезъ инжекторъ паръ, который, нагрѣвая воду непосредственнымъ соприкосновеніемъ, въ то же время приводитъ ее въ быстрое движеніе. При каждомъ кругооборотѣ въ моментъ прохода черезъ инжекторъ вода получаетъ новую порцію теплоты, которую и отдаетъ стѣнкамъ змѣвика. Передача теплоты въ этомъ случаѣ идетъ болѣе энергично, такъ какъ теплопроводность воды больше чѣмъ пара.

На фиг. 4 представленъ подогрѣватель небольшой емкости, имѣющій прямыя трубки.

Въ виду того, что испарители и подогрѣватели Andrew и Cameron, при своей очень большой производительности требуютъ за собою весьма малаго ухода, они получили на иностранныхъ пассажирскихъ судахъ большое распространеніе въ теченіе послѣднихъ пяти лѣтъ.

Примѣненіе измѣрителя крученія вала для опредѣленія мощности паровой турбины (by Hamilton Gibson).

При передачѣ силы вращающимся валомъ послѣдній всегда подвергается легкому крученію по всей своей длинѣ. Другими словами, тотъ конецъ его, къ которому приложена сила, слегка сдвигается по направленію вращенія относительно другого, производящаго работу; величина сдвига пропорціональна длинѣ, моменту приложенной силы, обратно пропорціональна модулю упругости и 4-й степени діаметра.

Эту зависимость можно выразить такой формулой:

$$\Theta = \frac{10,2 \cdot T \cdot L}{C \cdot D^4}$$

гдѣ: Θ — уголъ крученія въ абсолютныхъ единицахъ;

T—крутящій моментъ въ фунто-дюймахъ;

L—длина вала въ дюймахъ;

C—модуль упругости;

D—діаметръ вала въ дюймахъ.

Эта формула справедлива для всякихъ валовъ, для которыхъ не превзойденъ предѣлъ упругости.

Такъ какъ валы обыкновенно проектируются съ большимъ коэффициентомъ прочности, то отсюда слѣдуетъ, что величина сдвига бываетъ очень мала. Для гребного вала, на примѣръ, сдвигъ бываетъ рѣдко больше 1° на 10 футъ длины, такъ что при 12"-мъ валѣ смѣщеніе, измѣренное по внѣшней окружности бываетъ около $\frac{1}{8}$ " при полной силѣ.

Для опредѣленія величины крученія вращающаго вала изобрѣтено очень много приборовъ. Нѣкоторые изъ нихъ мы здѣсь разсмотримъ.

Быстро увеличивающееся примѣненіе паровой турбины для движенія судовъ вызвало потребность имѣть какое-либо средство для опредѣленія мощности турбины, и, такъ какъ индикаторъ въ этомъ случаѣ совершенно не примѣнимъ, то поневолѣ пришлось обратиться къ услугамъ измѣрителя крученія. Конечно, мощность турбины можетъ быть приблизительно вычислена по количеству воды, прошедшей черезъ питательныя помпы, или по числу единицъ теплоты, прошедшей черезъ турбину за извѣстный промежутокъ времени. Но, во-первыхъ для дѣйствительности такихъ методовъ долженъ быть заранѣе полученъ какимъ-либо способомъ коэффициентъ полезнаго дѣйствія, а во вторыхъ при такомъ способѣ не будетъ видна зависимость силы турбины отъ числа оборотовъ. Между тѣмъ послѣднее очень важно. Напримѣръ, говорятъ: благодаря примѣненію подогревателя удалось получить на столько-то оборотовъ машины болѣе при томъ же расходѣ угля.

Въ настоящее время очень хорошо извѣстно, что турбина въ противоположность поршневой машинѣ, можетъ пропустить черезъ себя столько-же пара при заторможенномъ валѣ, какъ и при полномъ числѣ оборотовъ, вслѣдствіе этого рождается настоятельная потребность имѣть возможность установить соотношеніе между котломъ и турбиной, чтобы знать, какую силу передаетъ послѣдняя движителю при различныхъ условіяхъ. Эта сила названа «лошадиной силой на валу» въ противоположность термину «индикаторная лошадиная сила», который приложимъ исключительно къ результатамъ, получаемымъ помощью нахождения средняго индикаторнаго давленія въ цилиндрѣ поршневой машины.

Небольшой винтъ, работающій глубоко погруженнымъ въ спокойную воду, можетъ служить тормазомъ съ чрезвычайно еоднообразной и устойчивой нагрузкой, а такъ какъ въ тоже время вращающій моментъ паровой турбины также довольно постояненъ, то, если колебанія усилій, скручивающихъ гребной валъ, и существуютъ, то они незначительны, а потому,

зная уголъ крученія вала при какомъ-либо углѣ поворота послѣдняго для каждаго оборота, мы можемъ принять, что при заданномъ числѣ оборотовъ турбины мы обладаемъ всѣми данными, необходимыми для вычисленія совершаемой валомъ работы. Нельзя того-же сказать въ случаѣ поршневой машины.

Здѣсь вращающій моментъ далеко не однообразенъ за полный оборотъ; многимъ, конечно, извѣстно, что можно найти одно или нѣсколько положеній вала при каждомъ оборотѣ, гдѣ уголъ крученія будетъ отрицателенъ; это происходитъ въ тѣ моменты, когда движитель, дѣйствуя подобно маховому колесу, опережаетъ машину и въ дѣйствительности видитъ послѣднюю за собой. Поэтому для поршневой машины необходимо имѣть углы крученія при различныхъ углахъ поворота вала. Среднюю величину можно употребить для вычисленія силы.

Чтобы вполне оцѣнить задачу измѣренія угла крученія, слѣдуетъ помнить всѣ вышеуказанные факты и особенно, что мы будемъ имѣть дѣло съ чрезвычайно малыми углами крученія, малѣйшая неточность въ наблюденіи которыхъ можетъ повлечь за собой въ окончательномъ результатѣ разницу въ нѣсколько сотъ лошадей.

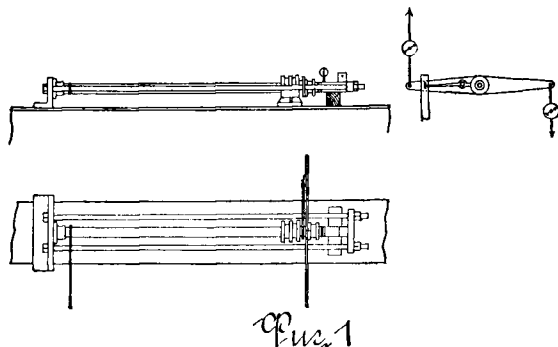
Раньше, чѣмъ примѣнить какую либо форму измѣрителя крученія, мы должны знать модуль упругости металла вала.

Нахожденіе модуля упругости можетъ быть удовлетворительно выполнено только въ мастерской. Для этого одинъ конецъ вала закрѣпляется, а другой подвергается дѣйствию крутящаго момента.

Чтобы уничтожить вліяніе тренія въ подшипникѣ конца вала, обыкновенно примѣняютъ два рычага, на которые дѣйствуютъ пружины, упругость которыхъ можно постепенно увеличивать (Фиг. 1). На валу закрѣплены 2 стрѣлки, по возможности, дальше другъ отъ друга. Разность угловыхъ перемѣщеній, указываемыхъ стрѣлками, даетъ дѣйствительный уголъ крученія данной длины вала.

Если длина стрѣлки, считая отъ оси вала, равна 57,3 дюйма, то при 1° угла крученія ея конецъ опишетъ

дугу длиною въ 1 дюймъ. Поэтому уголъ крученія вала на длинѣ между стрѣлками легко можетъ быть измѣренъ съ точностью до $\frac{1}{100}^\circ$, что для практическихъ цѣлей можно считать вполне достаточнымъ. Измѣривши такимъ образомъ уголъ крученія, мы изъ вышеприведенной формулы получимъ для даннаго вала значеніе С.

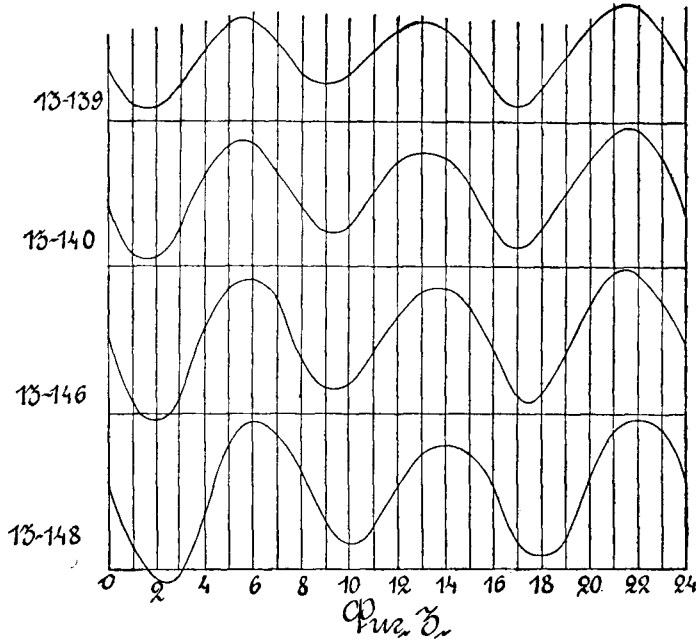


Замѣтимъ здѣсь, что гребной валъ подвергается дѣйствию двухъ силъ. Онъ испытываетъ не только крученіе, но и сжатіе вызываемое дѣйствіемъ винта; сжимающее усиліе можетъ иногда доходить до 20% срѣзывающаго на поверхности вала. Это сжатіе конечно увеличиваетъ уголъ крученія данной длины иногда на довольно значительную величину, доходящую по опытнымъ даннымъ до 3% для пустотѣлыхъ валовъ и 1% для сплошныхъ.

Съ перваго взгляда казалось бы достаточнымъ прокалибровать одинъ валъ на суднѣ съ нѣсколькими винтами; однако замѣчено, что совершенно подобные валы, обладающіе совершенно одинаковымъ разрывнымъ усиліемъ и удлиненіемъ, обладаютъ различными модулями упругости, что объясняется вѣроятною разностью предѣловъ упругости и не вполне однороднымъ строеніемъ. Поэтому единственнымъ надежнымъ способомъ остается—прокалибровать отдѣльно каждый валъ и строить діаграммы для каждаго изъ нихъ, какъ показано на фиг. 3.

Слѣдуетъ также имѣть въ виду, что работающій гребной валъ испытываетъ небольшія сотрясенія. Поэтому при опредѣ-

леніи С необходимо валъ поставить въ подобныя-же условія, т. е. искусственно создать сотрясеніе.



Найдя дѣйствительный модуль упругости для важдаго валя, мы можемъ приступитъ къ построенію діаграммъ силъ, основываясь на формулѣ

$$H = \frac{\theta \cdot D \cdot N}{C \cdot L}$$

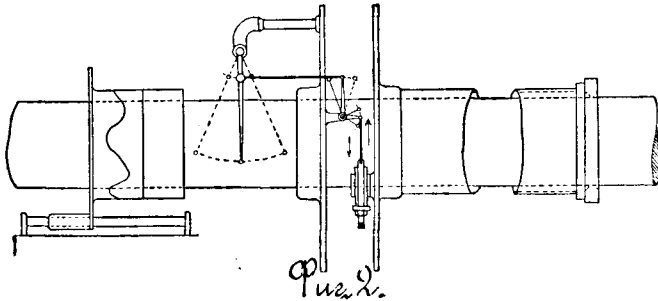
гдѣ:

- H — число лошадиныхъ силъ на валу;
- θ — уголъ крученія въ градусахъ;
- D — діаметръ валя въ дюймахъ;
- N — число оборотовъ въ минуту;
- C — постоянная, измѣняющаяся съ модулемъ упругости;
- L — длина валя въ дюймахъ.

Такимъ образомъ для вычисленія H намъ необходимо въ важдомъ случаѣ опредѣлитъ θ , для чего и служатъ измѣрители крученія.

Понятно, что прежде всего инженеръ-механики примѣнили приборы чисто механическіе; изъ нихъ мы приведемъ два, которые выполняютъ свое назначеніе очень приближенно.

Аппаратъ Fottinger'a, установленный на различныхъ германскихъ лодкахъ, состоитъ главнымъ образомъ изъ двухъ довольно жесткихъ трубъ, совершенно свободно одѣтыхъ на валъ (фиг. 2).



Каждая изъ нихъ прочно соединена съ валомъ однимъ своимъ концомъ, при чемъ концы закрѣпленія суть наиболѣе удаленные другъ отъ друга. Свободные концы почти касаются другъ друга и несутъ каждый по диску съ плоскостями, перпендикулярными къ оси вала.

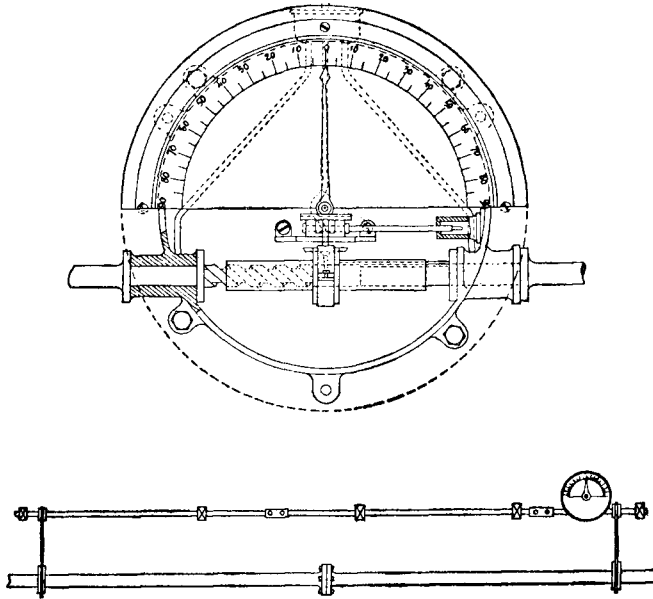
Примемъ діаметръ дисковъ въ 2" и разстояніе между закрѣпленными концами трубъ въ 10 футъ. При полной силѣ, соответствующія точки по окружности обоихъ дисковъ получаютъ относительное перемѣщеніе въ $\frac{1}{4}$ дюйма. Чтобы представить это смѣщеніе въ увеличенномъ масштабѣ, введены различные рычаги, въ окончательномъ результатѣ заставляющіе карандашъ записывать углы крученія на неподвижномъ бумажномъ цилиндрѣ, установленномъ концентрически съ валомъ.

Когда крученія нѣтъ, то сколько бы оборотовъ валъ не сдѣлалъ, линіи, наносимыя карандашомъ, будутъ представляться въ видѣ круга, располагающагося въ плоскости, перпендикулярной къ оси вала и служащаго нулевой или основной линіей. Если при передачѣ силы валъ работаетъ на пе-

редній ходъ, то линия измѣняющихся угловъ крученія (поршневая машина) будетъ располагаться по одной сторонѣ основной; при работѣ назадъ она расположится по другую.

Различныя діаграммы, снятыя этимъ приборомъ и пред-
вѣнныя на фиг. 3, ясно указываютъ на колебанія угла кру-
ченія вала при работѣ поршневой машины. При полной
силѣ замѣчаются даже отрицательные углы, соответствующіе
тѣмъ періодамъ, когда винтъ обгоняетъ машину.

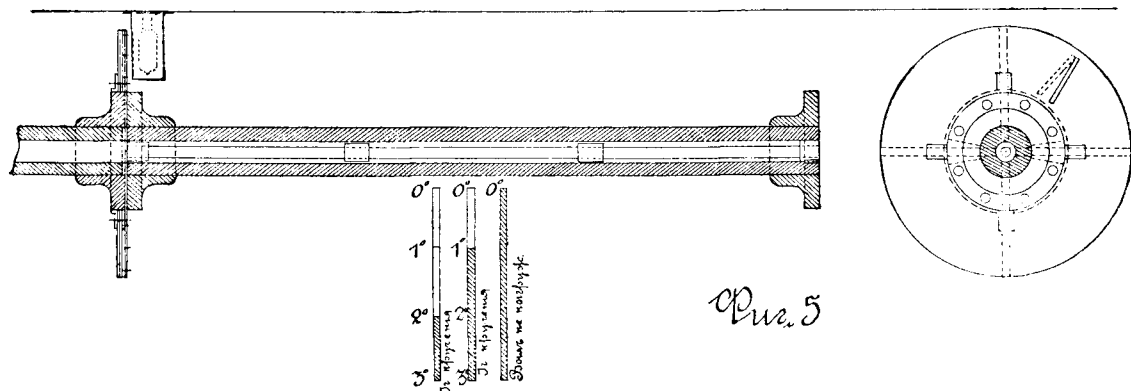
Измѣритель крученія представленъ на фиг. 4.



Фиг. 4

Параллельно главному валу установлены другъ противъ
друга два легкихъ вспомогательныхъ валика, приводящихся во
вращеніе помощью зубчатыхъ колесъ и цѣпи Галля; свободные
концы валиковъ ввинчены одинъ въ другой, при чемъ одинъ
изъ нихъ образуетъ гайку съ ограниченнымъ продольнымъ пе-
ремѣщеніемъ, тогда какъ другой можетъ только вращаться въ
стойкѣ. Если одинъ конецъ главнаго вала повернется относи-
тельно другого, то лѣвый вспомогательный валикъ ввинтится

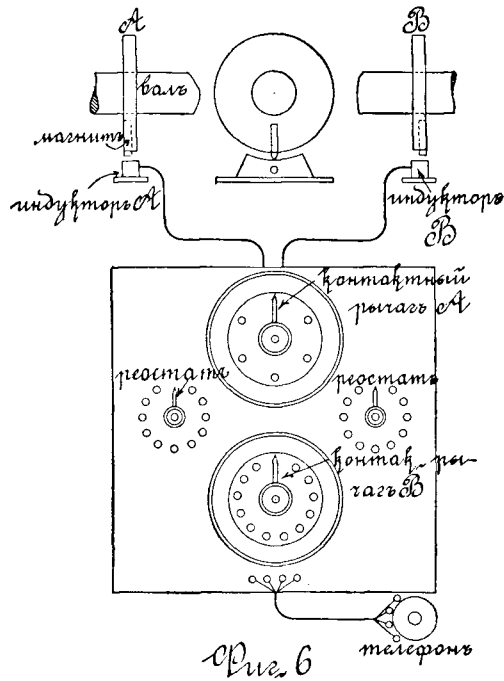
или вывинтится изъ праваго въ зависимости отъ стороны вращения и притомъ на величину, зависящую отъ передаваемой силы. Продольное перемѣщеніе передается указателю, конецъ котораго движется по циферблату, градуированному на известное число градусовъ. Нѣкоторые изобрѣтатели воспользовались пустотѣлыми валами, чтобы не ставить концентрическихъ трубъ и вспомогательныхъ валиковъ.



Фигура 5 довольно ясно передаетъ сущность такого устройства. Внутри гребного вала свободно помещается вспомогательный валикъ, правый конецъ котораго прочно прикрѣпленъ къ главному; лѣвый же несетъ стрѣлку, выходящую наружу черезъ прорѣзь, сдѣланную въ соединительной муфтѣ между болтами. Относительное смѣщеніе стрѣлки въ лѣвой муфтѣ даетъ, конечно, уголъ крученія главнаго вала на длинѣ, равной внутреннему.

Изъ электрическихъ измѣрителей крученія наиболѣе извѣстенъ въ настоящее время приборъ г. Denby-Johnson'a (Фиг. 6). Онъ состоитъ изъ 2-хъ легкихъ колесъ, удаленныхъ другъ отъ друга настолько, насколько позволяетъ мѣсто. Каждое изъ колесъ несетъ долотообразный магнитъ, почти касающійся при прохожденіи свитки катушки. Каждый витокъ катушки соединенъ помощью мостика Витстона съ телефонной трубкой. Если валомъ не передается никакой силы, то положеніе маг-

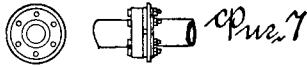
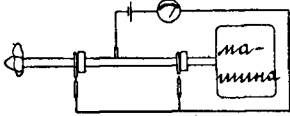
нитовъ относительно своихъ катушекъ остается совершенно идентичнымъ при каждомъ оборотѣ; тогда сопротивление вѣтвей мостика такъ устанавливають, что въ телефонъ никакого звука не слышно. Но какъ только валъ подвергнется крученію, то идентичность расположенія магнитовъ и катушекъ нарушится и въ телефонѣ будутъ слышны щелкающіе звуки. Если указатель на регистрирующемъ ящикѣ повернуть на



уголь, соответствующій числу витковъ, на которое одинъ магнитъ опережаетъ другой, то такимъ образомъ мы можемъ получить очень точно уголъ крученія. Положеніе указателя будетъ надлежащимъ тогда, когда щелкающій звукъ прекратится.

Недавно г. Gardaer сдѣлалъ электрическій измѣритель крученія, основанный на измѣненіи силы тока, протекающаго по проволокаѣ, присоединенной къ обыкновенному амперометру. (Фиг. 7).

На валу насажены два диска; по окружности каждого из них сдѣланы бороздки, наполнены непроводникомъ электричества; полоски проводника и непроводника по ширинѣ равны. Противъ каждого диска помѣщена металлическая щетка, ширина которой равна ширинѣ бороздокъ на дискѣ. Щетки



такъ расположены, что, когда крученія вала нѣтъ, одна изъ нихъ приходится противъ полоски проводника, а другая — непроводника; вслѣдствіе этого цѣпь разомкнута, тока въ системѣ нѣтъ и амперометръ стоитъ на 0. Но, какъ только

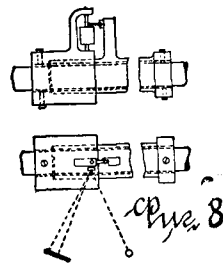
валъ подвергнется крученію, относительныя положенія дисковъ и щетокъ измѣнятся и токъ будетъ идти въ цѣпи, пока не достигнетъ наибольшей величины, а это случится тогда, когда обѣ щетки одновременно перекроютъ полоски проводниковъ на половину своей ширины.

Ширина щетокъ и полосокъ заранее выбирается такой, чтобы можно было получить уголъ крученія при полной силѣ.

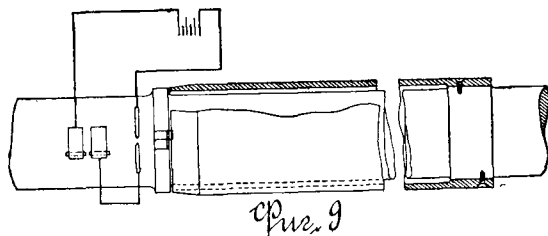
Какъ ни остроумны описанные выше приборы, однако они оставляютъ много желать въ смыслѣ точности измѣренія. Каждое звено цѣпи между главнымъ валомъ и записывающимъ приборомъ служитъ источникомъ ошибки. Электрическіе приборы, хотя въ меньшей степени, чѣмъ механическіе, однако всетаки не свободны отъ погрѣшностей; такъ измѣненіе внутренняго сопротивленія батареи, вліяніе температуры, большее или меньшее зажатіе соединительныхъ секцій и щетокъ, металлическая пыль на контактныхъ поверхностяхъ и т. п. все это, конечно, должно сказываться въ той или другой степени на точности показаній прибора. Гораздо выше въ этомъ отношеніи стоятъ свѣтовые измѣрители крученія.

Г.г. Frahm и Norkinson работали въ одномъ направленіи и дали аппараты, настолько подобные другъ другу, что приводимое ниже описаніе приложимо къ обоимъ. По устройству этотъ аппаратъ (фиг. 8) очень похожъ на аппаратъ Föttinger'a.

Разница заключается в томъ, что здѣсь наблюдение смѣщенія дисковъ относительно другъ друга достигается помощью зеркала, установленного на двухъ остріяхъ въ одномъ изъ нихъ и поворачивающагося выступомъ имѣющимся на другомъ дискѣ. Лучъ свѣта укрѣпленной лампы направляется на конецъ диска и при каждомъ оборотѣ вала онъ улавливается зеркаломъ и отражается на установленную скалу. Въ темномъ помѣщеніи при быстромъ вращеніи вала полоса свѣта отъ зеркала будетъ видна почти безъ миганія и поэтому прочесть дѣленіе очень легко.

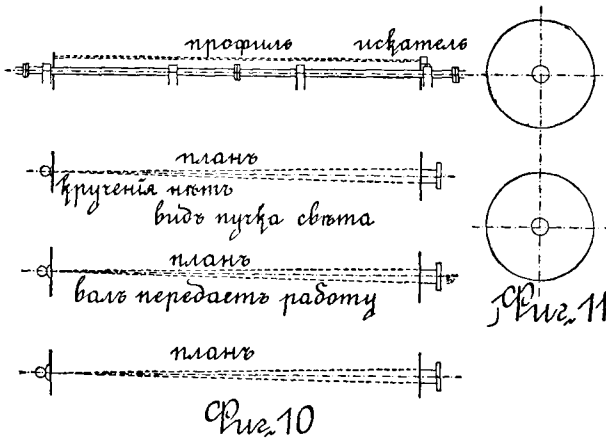


Достойно упоминанія приспособленіе Амслера (фиг. 9). На валъ свободно одѣта труба, правый конецъ которой скрѣпленъ съ валомъ, а лѣвый, свободный, вплотную подходит къ кольцевому выступу. На послѣднемъ нанесены дѣленія, а на концѣ трубы сдѣлана черта, служащая указателемъ. При передачѣ валомъ работы указатель смѣстится и остановится на какомъ либо дѣленіи. Задача заключается въ томъ, чтобы прочесть



это дѣленіе. Амслеръ рѣшилъ ее такъ. Невдалекѣ помѣщена вольтова дуга, а на валу контактъ. Какъ только дѣленія подходятъ къ лицевой сторонѣ, контактъ замыкается и вольтова дуга на мгновеніе бросаетъ яркій свѣтъ на полированную скалу. Благодаря такому приспособленію, не смотря на вращеніе вала, черта всегда видна въ одномъ и томъ же положеніи, а вслѣдствіе этого уголь крученія можетъ быть непосредственно также легко прочитанъ, какъ если бы валъ былъ неподвиженъ.

Сущность устройства измерителя кручения, предложенного г. Bevis Gibson видно из фиг. 11. Два диска установлены на валу на достаточно далекомъ разстояніи другъ отъ друга. Каждый изъ дисковъ имѣетъ радиальную щелку недалеко отъ периферіи, при чемъ эти щелки располагаются въ одной плоскости, когда валъ не нагруженъ. Позади одного диска по-



мѣщена яркая лампа, заключенная въ какомъ либо ящикѣ, имѣющемъ щелку, какъ разъ противъ такой же ближайшаго диска. Позади другого помѣщенъ инструментъ, снабженный стекломъ и который можно слегка передвигать по дугѣ круга. Стекло закрыто со стороны диска экраномъ, въ которомъ сдѣлана щелка, совершенно подобная такой же на ближайшемъ дискѣ. Когда всѣ 4 щелки находятся въ одной плоскости, то на стеклѣ искателя ясно обозначится полоска свѣта, посылаемаго лампой; если, при этомъ, валъ вращается довольно быстро, то она останется все время видной. При числѣ оборотовъ меньше 100 полоска будетъ все время мигать; однако это не вліяетъ на удобства отсчета. Дѣйствіе прибора понятно. Когда валъ не нагруженъ, устанавливаютъ приборъ такъ, чтобы всѣ 4 щелки были въ одной плоскости. При крученіи вала плоскость, проходящая черезъ щелки у лампы и двухъ дисковъ не будетъ проходить черезъ четвертую, и для приведе-

нія всѣхъ четырехъ въ одну плоскость надо искатель повернуть на уголъ, равный смѣщенію дисковъ.

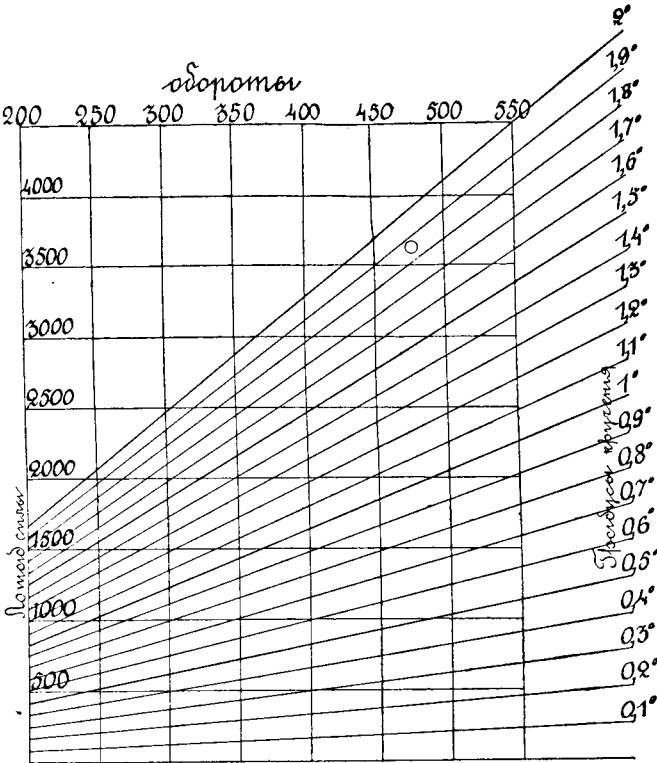
Это перемѣщеніе производится помощью микрометрическаго винта, а уголъ поворота можетъ быть отсчитанъ съ точностью до $\frac{1}{100}$ градуса при помощи простаго микроскопа, прикрѣпленнаго къ искателю. (Для валовъ обыкновенныхъ размѣровъ градусная скала помѣщается на 13,6" отъ центра вала). Если валъ взять такой, что 1° соответствуетъ $\frac{1}{4}$ ", то значить отсчетъ можно произвести съ точностью до $\frac{1}{400}$ дюйма. Такъ какъ обыкновенно уголъ крученія вала бываетъ около 1° на длинѣ 10 футъ, то такимъ образомъ мы можемъ опредѣлить силу на валу съ точностью до $1\frac{0}{100}$ полной силы. А если диски возможно поставить на 40—50 футовъ одинъ отъ другого, то точность результата можно довести до $1\frac{0}{200}$ полной силы. Кто имѣлъ дѣло съ индикаторами, тотъ долженъ ясно себѣ представить, что эти цифры значать. Индикаторныя лошадиныя силы бываютъ иногда чрезвычайно далеки отъ дѣйствительныхъ. Если мы вспомнимъ, что площадь цилиндра паровой машины иногда въ нѣсколько тысячъ разъ больше площади индикаторнаго поршенька, то сразу поймемъ, какъ должна отражаться малѣйшая неточность показанія индикатора. Прибавимъ сюда тренія самого поршня, поршневого штока, направляющихъ, соединеній шатуна и намъ до очевидности ясно станетъ, насколько практичнѣе пользоваться силой машины на валу сравнительно съ индикаторной.

Не далеко то время, когда, особенно по отношенію въ движенію судовъ, будутъ совершенно оставлены всѣ термины въ родѣ номинальной, индикаторной т. п. лошадиной силы» и единственнымъ признаваемымъ, останется «тормазная лошадиная сила» или «сила на валу».

Щелка въ искательѣ конечно должна имѣть нѣкоторую ширину, поэтому полоска свѣта, появившись, постепенно увеличивается до максимума и также постепенно исчезаетъ. Моментъ, необходимый для отсчета есть тотъ, который соответствуетъ наибольшей ширинѣ полоски. Однако это неудобство можно въ сильной степени уменьшить, такъ какъ щелку искателя можно такъ установить, что видно будетъ только,

такъ сказать, начало свѣтящейся полоски, вслѣдствіе чего достаточно будетъ $\frac{1}{100}$ градуса поворота вала, чтобы она исчезла.

Пояснимъ на примѣрѣ, какъ пользоваться послѣднимъ приборомъ. Предположимъ сначала, что валъ вращается ненагруженнымъ. Искатель передвигаемъ до тѣхъ поръ, пока пой-



Фиг. 12

маемъ полосу свѣта; послѣ этого ставимъ его такъ, чтобы въ немъ появлялось только начало ея. Пусть указатель показываетъ $90,53^\circ$. Продѣлаемъ то же при наружномъ валѣ; указатель даетъ теперь, положимъ $2,39^\circ$. Слѣдовательно, уголъ крученія вала будетъ равенъ $1,86^\circ$. Обращаемся теперь къ діаграммѣ силъ (фиг. 12), построенной для извѣстнаго C и различныхъ N и O . Предположимъ оборотовъ было 475. По діаграммѣ находимъ силу на валу, равную 3620 лошадиныхъ.

Нѣтъ необходимости указывать, что сама операція занимаетъ гораздо меньше времени, чѣмъ ея описаніе, благодаря чему на пробныхъ испытаніяхъ является полная возможность найти развитую силу сейчасъ-же по окончаніи пробѣга на мѣрной силѣ и вручить завѣдывающему производствомъ испытаній записку въ родѣ представленной на таблицѣ 1-ой, содержащую всѣ необходимыя свѣдѣнія, которыми онъ можетъ тотчасъ-же воспользоваться для необходимыхъ распоряженій передъ слѣдующимъ пробѣгомъ.

Результаты свѣтового измѣрителя крученія.

Машина № 215.

Судно Е. И. В. «Независимый».

31 Ноября 1907 г.

Испытаніе на полную силу.

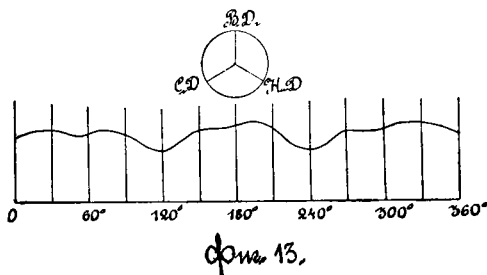
Въ Клаидѣ.

В а л ы.		Пробѣгъ.	Давленіе вл. рессив. В. Д.	Обороты въ минуту.	Отсчетъ.	Уголь крученія.	Тормазная лошадиная сила.
Правый борть.	Борт. . . .	IV	180 ф. □"	710	5,90	1,26	8300
	Центр. . . .			680	6,02	1,20	7480
Лѣвый борть.	Борт. . . .			687	4,64	1,21	7520
	Центр. . . .			797	5,74	1,23	8270
Среднее чис. об.				696	Полная . . . 31570		

Для поршневыхъ машинъ должно быть сдѣлано такое измѣненіе, чтобы можно было получить углы крученія при нѣсколькихъ углахъ поворота вала за каждый оборотъ, обыкновенно при 12. Для этого въ дискахъ дѣлаютъ 12 щелекъ, располагаемыхъ по спирали черезъ каждыя 30°. Диски у лампы и у искателя должны быть приспособлены для радіаль-

наго перемѣщенія, такъ чтобы ихъ можно было привести на одну линію съ каждымъ двумя соотвѣтствующими щелками въ дискахъ. Замѣчая отсчетъ и построивши по нимъ кривую, мы получимъ діаграмму крутящихъ моментовъ, откуда можно уже взять средній за полный оборотъ. Дальше, конечно, слѣдуетъ поступать, какъ указано выше.

Такое измѣненіе прибора требуется только въ случаѣ поршневой машины. На современныхъ судахъ были сдѣланы очень интересныя сравненія (фиг. 14). Пользуясь индикаторной діаграммой были построены діаграммы усилій, передаваемыхъ мотылю, при чемъ конечно были приняты во вниманіе



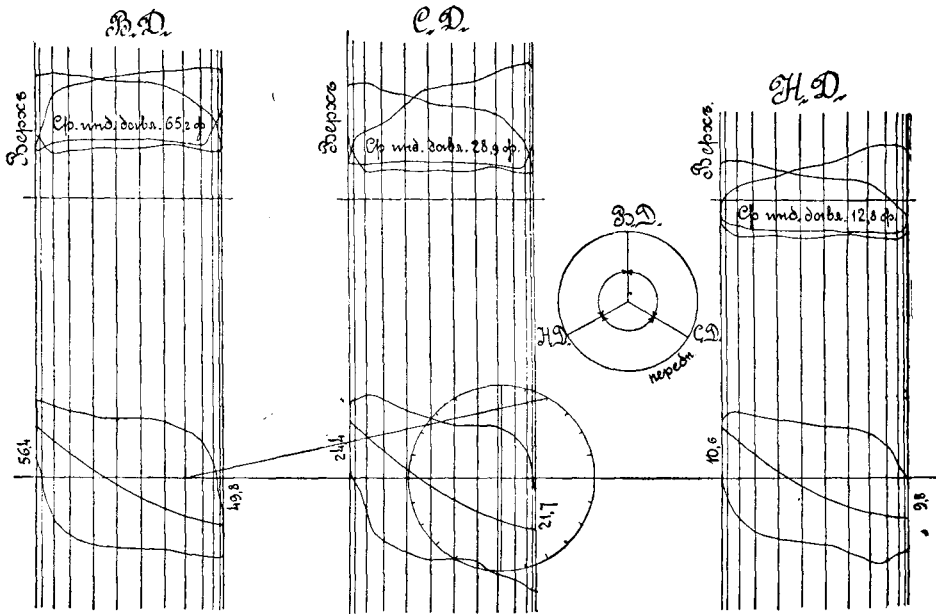
силы инерціи движущихся частей; въ томъ же масштабѣ построена діаграмма крутящихъ моментовъ по даннымъ измѣрителя крученія. Последняя кривая вполнѣ соотвѣтствуетъ первымъ, но разность между наибольшей и средней величиной гораздо больше на діаграммѣ крутящихъ моментовъ, вѣроятно вслѣдствіе дѣйствія винта и появляющагося отъ этого скручивающаго колебанія.

Замѣтимъ, что пунктирная діаграмма съ вала почти все время идетъ ниже діаграммы усилій на мотыльѣ и въ среднемъ разница доходитъ до 10%. Эта разница почти точно соотвѣтствуетъ результатамъ, полученнымъ при снятіи индикаторныхъ діаграммъ разобщенной машины, и подтверждающихъ, такимъ образомъ, правильность этихъ кривыхъ.

Иногда бываютъ случаи, особенно на современныхъ судахъ, когда составныя части валовъ неудобны для помѣщенія точныхъ измѣрителей крученія описанныхъ типовъ; тогда, конечно,

приходится прибѣгать къ особымъ формамъ. На фиг. 15 представлено видоизмѣненіе свѣтового измѣрителя крученія, въ которомъ лучъ свѣта посылается не вдоль вала, а радіально черезъ щелки, сдѣланныя въ концентрическихъ съ валомъ барабанахъ, и улавливается искателемъ, помѣщеннымъ на нѣкото-

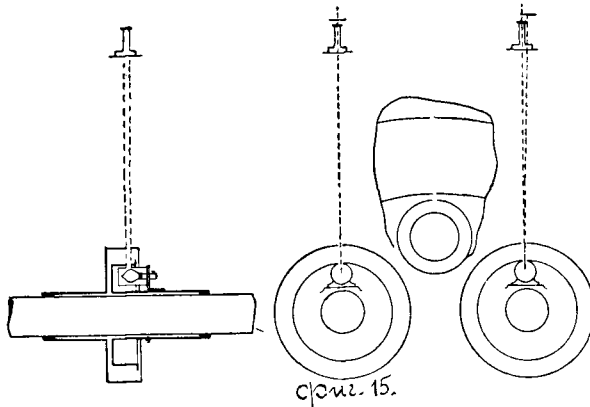
Спектральный инт.-проб. пос. угла (критич. угол)
по индикатору дифракционных
Путь дифракция по дотому излучения кривая



Фиг. 14

ромъ разстояніи отъ оси вала. Барабаны закрѣплены на валу въ разстояніи 2—3 футъ другъ отъ друга, поэтому относительное смѣщеніе частей вала, соответствующее углу крученія вала, естественно гораздо меньше, чѣмъ въ случаѣ аксіальной формы измѣрителя. Закрытая лампа прикрѣплена внутри малаго барабана и чрезвычайно близко къ последнему. Внѣшній барабанъ сдѣланъ настолько большого діаметра, насколько оказалось нужнымъ, чтобы получить такое радіальное расто-

яніе между барабанами по отношенію къ разстоянію искателя отъ источника свѣта, дабы получить возможно увеличенное показаніе смѣщенія барабановъ и такимъ образомъ возможно точную величину угла крученія, вслѣдствіе чего описываемый приборъ отличается чрезвычайной чувствительностью. Уголъ отклоненія свѣтового луча можетъ быть измѣренъ съ точностью до $\frac{1}{1000}^{\circ}$, такъ что при утилизаціи всего 3 футъ вала результатъ получается настолько же хорошимъ, какъ если бы былъ примѣненъ аксіальный приборъ въ 30 футъ длиною.



Радіальныя измѣрители крученія не такъ просты по конструкціи, какъ аксіальныя, но они обладаютъ нѣкоторыми преимуществами помимо возможности примѣнять ихъ при короткихъ валахъ. Напримѣръ, лучъ свѣта можетъ быть направленъ вертикально на верхнюю палубу, что даетъ возможность вести наблюденіе не обязательно въ машинномъ отдѣленіи, а въ специально поставленной для этого каютѣ.

Примѣненіе свѣтового измѣрителя крученія къ турбиннымъ установкамъ на различныхъ судахъ дало нѣкоторые очень интересные результаты, сведенные въ таблицу 2-ую.

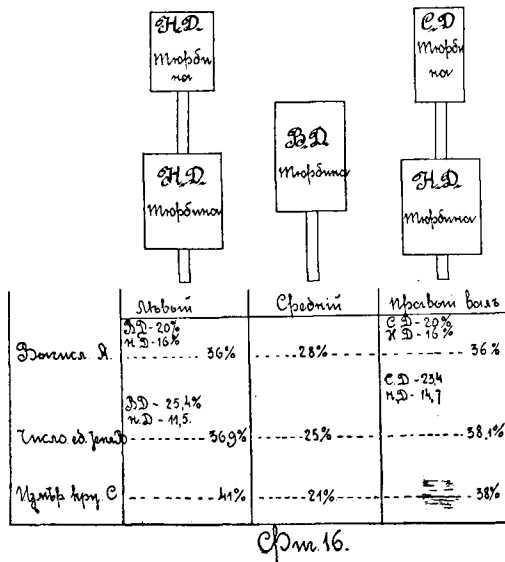
Распределеніе силы при турбинной установкѣ можетъ быть вычислено только приблизительно. Паръ проходитъ черезъ турбину высокаго давленія и затѣмъ послѣдовательно всѣ турбины, расположенныя на пути его къ холодильнику. При

Турбинные валы.	Уголь кру- ченія.	Обороты въ 1 минуту.	Лошадиная сила на валу.	Полная сила на валу.
Правый Н. Д. . .	1,43	482,9	2775	7975
Средній В. Д. . .	1,69	461,2	2600	
Лѣвый Н. Д. . . .	1,37	472,8	2600	
Правый Н. Д. . .	1,32	461,2	2410	6940
Средній В. Д. . .	1,65	426,8	2330	
Лѣвый Н. Д. . . .	1,24	457,3	2200	
Правый Н. Д. . .	1,15	426,4	1970	5960
Средній В. Д. . .	1,52	417,6	2080	
Лѣвый Н. Д. . . .	1,13	418,9	1910	
Правый Н. Д. . .	1,05	418,4	1765	5555
Средній В. Д. . .	1,52	422,3	2120	
Лѣвый Н. Д. . . .	1,02	415,5	1670	
Правый Н. Д. . .	0,21	198,6	162	495
Средній В. Д. . .	0,27	206,3	185	
Лѣвый Н. Д. . . .	0,19	183,5	148	
Правый Н. Д. . .	0,22	146,7	87	257
Средній В. Д. . .	0,21	117,4	87	
Лѣвый Н. Д. . . .	0,13	144,8	82	
Правый Н. Д. . .	0,07	46,3	13	37,2
Средній В. Д. . .	0,05	86,1	15	
Лѣвый Н. Д. . . .	0,01	24,4	9,2	

малыхъ силахъ иногда получается такъ, что на турбину высокаго давленія приходится больше всего работы, тогда какъ для перегрузки имѣетъ выгоды турбина Н. Д.

На фиг. 16 представлено распредѣленіе силы въ видѣ 3 строкъ цифръ для турбинной установки съ 3 валами.

Рядъ А представляетъ проектированное распредѣленіе.

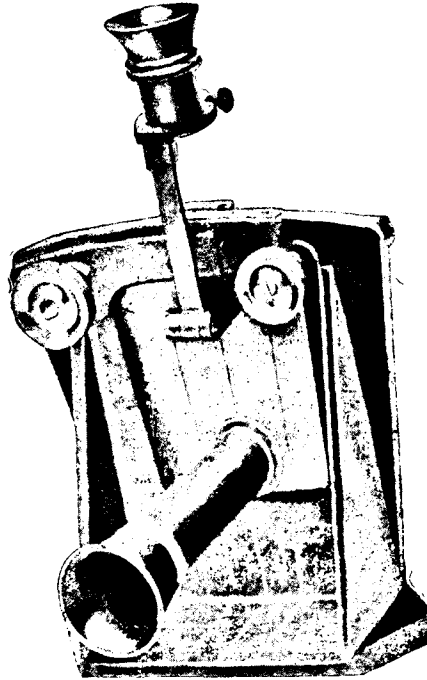


В — вычисленное по манометрамъ, поставленнымъ въ концѣ каждой турбины.

С — дѣйствительное распредѣленіе на 3 вала, какъ получено помощью свѣтового измѣрителя крученій.

Обращаясь къ таблицѣ 2-й, видно, что турбина низкаго давленія на правомъ борту имѣетъ большую силу, чѣмъ на лѣвомъ. Исслѣдованіе показало, что зазоръ между лопатками у обѣихъ турбинъ разный, а дальнѣйшее сравненіе, что эта разница вполне опредѣляетъ полученную разность силъ турбины.

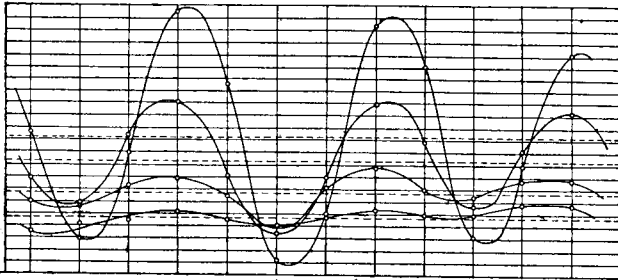
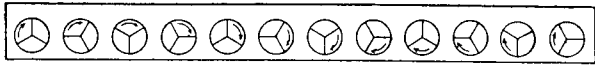
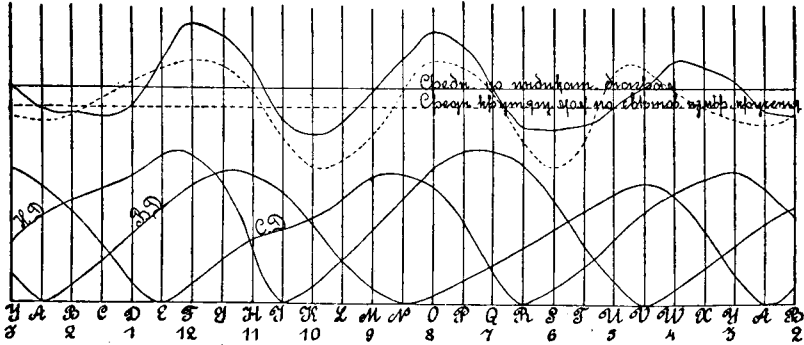
На фиг. 17 представлены результаты наблюдений при помощи светового измерителя кручения, сделанных во время прогрессивных испытаний одного из новейших судовъ съ поршневой машиной.



Изъ разсмотрѣнія кривыхъ легко замѣтить увеличивающееся колебаніе угла крученія при увеличеніи силы и, самое главное, что въ моменты, характеризующіеся такимъ расположеніемъ мотылей: средняго давленія—горизонталенъ, низкаго—соотвѣтствуетъ началу впуска и высокаго—отсѣчки, въ эти моменты винтъ опережаетъ машину и уголь крученія отрицателенъ.

Конечно могутъ быть сдѣланы другія наблюденія и сравненія, но достаточно и сказаннаго, чтобы указать преимуще-

щества тормазной лошадиной силы; и мы можем быть увѣрены, что очень недалеко то время, когда измѣритель крученія той или другой формы войдетъ во всеобщее употребленіе.



Фиг. 17.

Перевелъ Инженеръ-Механикъ Д. Домашневъ.

Англійское судно съ машиной внутренняго сгорания.

Въ мартовской книжкѣ журнала «Yachting and Boating Monthly» помѣщена чрезвычайно интересная замѣтка, касающаяся развитія примѣненія газовой машины для движенія судна. Судно «Rattler» въ 715 тоннъ водоизмѣщенія представляетъ собою старую канонерскую лодку, машина и котлы которой вынуты и замѣнены газовой той же силы. Всѣ вынутыхъ механизмовъ былъ около 150 тоннъ, тогда какъ вѣсъ вновь поставленныхъ около 94.

Новая установка состоитъ изъ 5-ти цилиндровой газовой машины и газопроизводителя. Цилиндры простого дѣйствія, при діаметрѣ 20" и длинѣ хода 24", развиваютъ 500 лошадиныхъ силъ. Газопроизводитель всасывающаго типа, при чемъ получающійся газъ очищается и осушается особымъ способомъ. Отработавшіе газы пропускаются черезъ небольшіе котелки, образующіе паръ, утилизируемый газопроизводителемъ. Пусканіе въ ходъ достигается посредствомъ смѣси газа и воздуха, запасенныхъ при извѣстномъ давленіи въ резервуарѣ. Скорость можетъ мѣняться въ самыхъ широкихъ предѣлахъ и совершенно безопасно. Перемѣна стороны вращенія гребного вала достигается помощью муфтъ тренія и цѣпной передачи безъ измѣненія направленія вращенія машины. При непродолжительныхъ остановкахъ гребной и машинный валы просто разъединяются и машина продолжаетъ идти тихимъ и плавнымъ ходомъ.

Замѣнивъ паровую машину газовой получимъ слѣдующее:

1) Экономію въ топливѣ почти на 50%. 2) Экономію мѣста и вѣса и 3) Экономію труда на обслуживаніе машины.

Испытаніе Rattler'a прошло весьма удовлетворительно. Средняя скорость была получена равной 10,5 узловъ при 110 оборотахъ. Цѣна 1 мили пробѣга равна 3,23 пенса.

Д. Д.

Приемныя испытанія эскадренныхъ миноносцевъ послѣдней постройки Невскаго судостроительнаго завода.

(Докладъ прочитанный въ Обществѣ Морскихъ Инженеровъ 28 Ноября 1907 года).

Ваше Превосходительство и Милостивые Государи! Эскадренные миноносцы типа въ 350 тоннъ: «Сильный», «Сторожевой», «Стройный», «Разящій», «Дѣльный», «Расторопный», «Достойный» и «Дѣятельный», построенные Невскимъ Судостроительнымъ и механическимъ заводомъ по контракту, заключенному 30-го Апрѣля 1905 г., должны были быть предъявлены къ сдачѣ въ казну—четыре—не позже 15-го Октября 1905 г. и четыре—не позже 20-го Апрѣля 1906 года.

Забастовки и другія неурядицы затянули срокъ готовности и приемныя испытанія миноносцевъ начались въ Кронштадтѣ только 26 Юня 1907 года (не считая одного выхода въ море осенью 1906 г.) выходомъ въ море миноносца «Сильный» и закончились 2-го Ноября того же года осмотромъ подводной части миноносцевъ въ Петровскомъ докѣ.

До настоящаго времени окончательно миноносцы въ казну не сданы, такъ какъ не закончена приемка снабженія ихъ по всѣмъ частямъ, что будетъ сдѣлано, вѣроятно, только въ половинѣ Декабря сего года.

Колоссальное количество мелкихъ вещей, подлежащихъ приему, и наступившіе морозы сильно затруднили работу комиссіи.

Осенью 1906 года два миноносца «Сильный» и «Сторожевой» были готовы и пришли въ Кронштадтъ на испытанія.

Я позволю себѣ остановиться подробно на этихъ испытаніяхъ прошлаго года, чтобы въ дальнѣйшемъ было ясна та ошибка или, вѣрнѣе сказать, заблужденіе, которое съ самаго начала поставило комиссію на ложный путь въ сужденіи о качествахъ миноносцевъ. 5-го Сентября миноносецъ «Сторожевой» ушелъ отъ завода въ Кронштадтъ и 7-го Сентября пошелъ въ море на испытаніе, на которомъ при 325 оборотахъ машинъ опредѣлили скорость въ 22 узла на мѣрной милѣ и вернулись обратно въ Кронштадтъ, чтобы сдѣлать необходимыя исправленія въ сборкѣ машины, причемъ продули котлы при давленіи 80 ф. на кв. дм. Такое продуваніе котловъ дѣлается заводомъ послѣ каждаго испытанія съ цѣлью удалить грязную воду. 11-го Сентября были вскрыты верхніе коллектора для осмотра котловъ и, такъ какъ никакого признака грязи не было замѣчено, то котлы не выщелачивали содой. Къ 16-му Сентября миноносецъ былъ снова приготовленъ ко второму заводскому испытанію, но вслѣдствіе бурной погоды въ море не выходили и 16-го Сентября миноносецъ вышелъ вторично на испытаніе. Машины работали хорошо и былъ данъ полный ходъ, при чемъ получена была средняя скорость изъ двухъ пробѣговъ по мѣрной милѣ въ 28,76 узла. Для окончательной подготовки механизмовъ къ сдачѣ на форсированный ходъ потребовалась небольшая переборка машинъ, послѣ исполненія которой и послѣ замѣны воды въ котлахъ, такъ же, какъ и послѣ перваго испытанія, 21-го Сентября вышли въ море на непродолжительное время для окончательнаго осмотра механизмовъ до предъявленія приѣмной Комиссіи. Не доходя до Толбухина маяка, т. е. менѣе чѣмъ черезъ 42 часа послѣ выхода въ море, при давленіи пара 235 фунтовъ на квадр. дм. и при 260 оборотахъ машинъ, лопнули 2 трубки носового котла. При осмотрѣ котла послѣ его охлажденія оказалось, что 19-ть трубокъ покрыты окалиной и имѣютъ явные слѣды сильнаго горѣнія и 36 трубокъ сильно деформированы. Въ остальныхъ трехъ котлахъ была замѣтна лишь весьма незначительная деформація нѣкоторыхъ трубокъ перваго прилегающаго къ топкѣ ряда.

Никакого засоренія или закупориванія трубокъ котловъ при этомъ быть не могло, такъ какъ при приготовленіи мино-

носа въ ухodu въ Кронштадтѣ всѣ трубки котловъ были продуты воздухомъ и затѣмъ были провѣрены пропусканіемъ въ трубки бамбуковаго прута, а тамъ, гдѣ это было неудобно, пропусканіемъ проволоки, какъ это на заводѣ принято съ давнихъ поръ. Вода въ котлахъ также не была упущена, и было установлено, что въ водомѣрномъ стеклѣ въ моментъ разрыва трубокъ уровень воды былъ не менѣе половины стекла. Дутье во время послѣдняго хода было слабое, т. е. не болѣе 1" — 1¹/₂" водяного столба и очевидно трубки обгорѣли при предъидущихъ испытаніяхъ, но это не было своевременно замѣчено, такъ какъ относились къ котламъ съ довѣріемъ.

Внутренняя поверхность трубокъ котловъ была чиста, хотя имѣлись незначительныя слѣды масла, но неуловимые даже на оцупъ, поэтому нельзя было усмотрѣть причину разрыва трубокъ въ загрязненіи котла масломъ; такъ какъ разрывъ трубокъ и деформація ихъ произошла у трубокъ ближайшихъ къ входу газовъ изъ топочнаго пространства въ пространство между трубками, то явилось предположеніе, что проходъ для газовъ въ пространство между трубками слишкомъ узокъ и въ немъ концентрируется слишкомъ большой жаръ, вслѣдствіе котораго въ трубкахъ образуется паръ, трубки накаливаются и обгораютъ снаружи. Поэтому рѣшено было увеличить ширину прохода газовъ, замѣнивъ съ каждой стороны по 4 трубки сплошнаго ряда другими выступающими въ топку. Послѣ постановки этихъ трубокъ и послѣ замѣны всѣхъ испорченныхъ, указанныхъ выше, трубокъ въ первомъ котлѣ, прокипятивъ котлы съ содой (которой было взято около 1 пуда на котель), 17-го Октября миноносецъ пошелъ на форсированный ходъ съ комиссіею. Послѣ двухъ пробѣговъ по мѣрной милѣ форсированнымъ ходомъ и послѣ трехъ часовъ хода при 0,9 отъ полнаго числа оборотовъ т. е. при 325 оборотахъ въ минуту, было замѣчено въ носовомъ котлѣ нѣсколько трубокъ нагрѣтыхъ до красномалиноваго цвѣта, но вслѣдъ затѣмъ поршень воздушнаго насоса лѣвой машины разобился съ мотылемъ и испытаніе было прекращено. Миноносецъ возвратился обратно въ Кронштадтъ и при осмотрѣ котловъ okazaзалося, что на трубкахъ, которыя въ ходу были

красными, имѣется окалина, ясно указывающая, что эти трубки горѣли. Такъ какъ трубки эти находятся по одну сторону камеры для автоматическаго питанія, помѣщенной въ верхнемъ коллекторѣ, то явилось предположеніе, что питаніе, поступающее по длинной трубѣ съ отверстиями, можетъ быть неправильнымъ и трубки, заслоненныя указанной камерой автоматическаго питанія, горять.

Рѣшено было въ видѣ опыта поставить внутри котловъ вмѣсто длинныхъ питательныхъ трубокъ короткіе патрубки.

Сдѣлавъ указанное измѣненіе въ питательныхъ трубахъ, миноносецъ 28-го Октября пошелъ на испытаніе и послѣ $1\frac{1}{2}$ часовъ хода при 335 оборотахъ въ минуту машинъ и при 230 ф. на кв. дм. давленія пара въ котлахъ, было замѣчено, что въ первомъ и четвертомъ котлѣ нагрѣлись трубки. Желая убѣдиться, насколько усмотрѣнный недостатокъ въ котлахъ, выражающійся въ нагрѣвѣ и обгораніи водогрѣйныхъ трубокъ, составляетъ не исключительное свойство котловъ миноносца «Сторожевой», былъ взятъ въ Кронштадтѣ миноносецъ «Сильный», который 23 Октября пошелъ на испытаніе, убѣдившись предварительно, что котлы совершенно чисты. Послѣ 2-хъ часового хода при 300—340 оборотахъ машины и при давленіи пара 220—230 ф. на кв. дм. было замѣчено, что во второмъ котлѣ нагрѣлись трубки. И такъ, всѣ вышеуказанныя предположенія не привели къ желаннымъ результатамъ. Искать причины въ неправильномъ управленіи котлами не было основанія: котлы были чисты, давленіе воздуха въ кочегаркахъ не было болѣе $3\frac{1}{2}$ дюймовъ водяного столба и то лишь при полномъ ходѣ (365 — 375 оборотовъ машинъ въ 1 минуту), слой угля былъ вполне нормальный, воду въ котлахъ всегда держали на уровнѣ половины водомѣрнаго стекла. Кромѣ того опытность кочегаровъ въ управленіи котлами гарантирована сдачей 13 миноносцевъ того-же типа съ котлами «Ярроу» и 5-ти миноносцевъ типа «Циклонъ» съ котлами «Нормана», и при всѣхъ работахъ по сдачѣ этихъ миноносцевъ не было ни малѣйшаго недоразумѣнія съ котлами.

Все вышеуказанное заставило предположить, что циркуляція воды въ котлахъ несовершенна.

Можно предположить, что вода, поступаая по трубѣ обратной воды въ нижній коллекторъ, съ весьма большой скоростью, образуетъ въ нижнемъ коллекторѣ (струю воды, прижимающуюся къ нижней его части, а часть трубокъ, находящаяся въ пространствѣ ближайшемъ къ трубѣ обратной воды, находится внѣ этой струи, что ставить трубки эти въ положеніе исключительное, лишая ихъ свободнаго доступа воды снизу, а потому трубки эти могутъ быть болѣе чувствительны ко всякимъ случайностямъ, вслѣдствіе которыхъ онѣ нагрѣваются до красна и обгораютъ снаружи.

Для того чтобы устранить этотъ недостатокъ были поставлены въ нижнихъ коллекторахъ носового котла щиты вблизи отверстій трубъ обратной воды. Щиты эти направляютъ воду, поступающую изъ парового коллектора къ ближайшимъ трубкамъ, и тѣмъ обезпечиваютъ болшую равномерность въ питаніи водогрѣйныхъ трубокъ водою въ нижнихъ коллекторахъ.

31-го Октября миноносець «Сторожевой», имѣя указанные щиты въ первомъ котлѣ, пошелъ на испытаніе подъ двумя котлами—первымъ и четвертымъ; при чемъ въ четвертомъ котлѣ была поставлена длинная питательная труба, подающая питательную воду въ заднюю часть верхняго коллектора, т. е. вблизи трубъ обратной воды. Послѣ двухъ часовъ хода при 280 оборотахъ въ минуту машинъ и 240 ф. давленія пара въ котлѣ были замѣчены въ четвертомъ котлѣ красныя трубки. Въ первомъ котлѣ, не смотря на сильную форсировку при давленіи воздуха, доходящемъ до $3\frac{1}{4}$ дюйма водяного столба, красныхъ трубокъ не было.

Чтобы болѣе удостовѣриться въ дѣйствительной пользѣ указанныхъ выше щитовъ, поставленныхъ въ нижніе коллектора, были сдѣланы два испытанія при совершенно одинаковыхъ условіяхъ: одно 10-го Ноября съ поставленными щитами въ нижніе коллектора у всѣхъ четырехъ котловъ, а второе 14-го Ноября по снятіи указанныхъ щитовъ.

Въ обоихъ случаяхъ котлы были предварительно тщательно очищены и выщелочены содой. При первомъ испытаніи 10-го Ноября, т. е. съ поставленными щитами въ нижнихъ водяныхъ коллекторахъ, при форсировкѣ котловъ безпрерывно

въ продолженіе 4-хъ часовъ не было замѣчено ни малѣйшаго нагрѣванія трубокъ въ котлахъ, хотя масла попало въ котель довольно много по той причинѣ, что миноносецъ былъ приготовленъ на зимовку и всѣ механизмы, главные и вспомогательные, были вымазаны внутри вазелиномъ, который не могъ быть совершенно удаленъ при сборкѣ и попалъ въ котлы.

При возвращеніи миноносца съ испытанія водогрѣйныя трубки всѣхъ котловъ были тщательно осмотрѣны, при чемъ деформациі трубокъ, и никакихъ видимыхъ слѣдовъ перегрѣва трубокъ не было найдено.

Совершенно обратное явленіе было замѣчено при слѣдующихъ испытаніяхъ 14-го Ноября безъ щитовъ въ нижнихъ коллекторахъ.

Послѣ 1 часа 20 минутъ хода при 325 оборотахъ машинъ и 220 ф. на кв. дм. давленія пара въ котлахъ, трубки во второмъ котлѣ нагрѣлись до красна и деформировались, вслѣдствіе чего испытаніе было прекращено.

Эти два испытанія, какъ равно и всѣ предъидущія, достаточно ясно указываютъ на то, что поставленные котлы несравненно чувствительнѣе ко всѣмъ случайностямъ, вызывающимъ нагрѣвъ трубокъ, чѣмъ котлы системы «Арроу», работавшіе при такихъ же условіяхъ на предъидущей серіи миноносцевъ того же типа и размѣра, построенныхъ на Невскомъ заводѣ.

Съ другой стороны, вышеупомянутые направляющіе щиты, установленные въ нижніе коллектора, вполне устранили перегрѣвъ и перегоранія трубокъ.

Имѣя такой опытъ, комиссія à priori признала необходимость щитовъ въ водяныхъ коллекторахъ и 26-го Юня начала, какъ я уже сказалъ, пріемныя испытанія.

26-го Юня выходъ въ море на миноносцѣ «Сильный» былъ неудаченъ, такъ какъ въ трехъ вентиляторныхъ машинкахъ выплавились мотылевые подшипники и испытаніе не было закончено.

5-го Юля миноносецъ «Сторожевой» далъ блестящіе результаты, достигнувъ 28,1 узла на четвертомъ пробѣгѣ и

средней скорости изъ четырехъ пробѣговъ въ 26,55 узла вмѣсто 25 контрактныхъ.

Согласно контракта, миноносецъ долженъ былъ развить среднюю скорость изъ 4-хъ пробѣговъ по мѣрной милѣ въ 25 узловъ при водоизмѣщеніи въ 382 тонны и въ 26 узловъ при водоизмѣщеніи въ 350 тоннъ.

Чтобы избѣжать второго выхода въ море при водоизмѣщеніи въ 350 тоннъ, заводъ просилъ разрѣшенія развивать большую скорость въ полномъ грузу, но при этомъ просилъ считать полное число оборотовъ машинъ соотвѣтствующее 25 узламъ равнымъ 350, что опредѣлилось изъ испытаній предыдущихъ миноносцевъ этого же типа. Это ограниченіе оборотовъ имѣло значеніе для завода во время четырехъ часового хода 0,9 полного числа оборотовъ. Комиссія согласилась съ доводами завода и постановила считать число оборотовъ машинъ при ходѣ 0,9 полного числа оборотовъ равнымъ 315, чтобы заводъ, не стѣсняясь оборотами, показаль-бы скорость, которую эти миноносцы могутъ развить.

Впослѣдствіи заводу пришлось въ этомъ раскаяться, такъ какъ подъ давленіемъ Государственнаго Контролера Комиссія потребовала отъ него во время четырехъ часовыхъ выходовъ въ море для опредѣленія расхода угля на 0,9 полного числа оборотовъ держать среднее число ихъ, исходя изъ полученнаго средняго числа оборотовъ изъ всѣхъ четырехъ пробѣговъ на мѣрной милѣ. Такимъ образомъ миноносецъ «Сторожевой» на испытаніи расхода угля долженъ былъ имѣть среднее число оборотовъ машинъ не менѣе 330 вмѣсто обѣщанныхъ 315, хотя онъ съ честью вышелъ изъ этого испытанія, давъ среднее число оборотовъ машинъ равнымъ 336,4, но заводъ рѣшилъ на послѣднихъ миноносцахъ стараться получить скорость не болѣе 25 узловъ. Въ дальнѣйшемъ мнѣ еще разъ придется вернуться къ этому вопросу.

Осмотръ котловъ послѣ испытанія показаль, что водогрѣбныя трубки были въ хорошемъ состояніи, хотя дутье доходило до $1\frac{3}{4}$ " водяного столба.

10 Юля — выходъ въ море на миноносцѣ «Сильный»; средняя скорость изъ четырехъ пробѣговъ = 26,025 узла.

13 Юля миноносець «Сторожевой» ходилъ въ море на прогрессивное испытаніе 0,5 и 0,9 полного числа оборотовъ.

Данныхъ не привожу, такъ какъ существеннаго интереса онѣ не имѣютъ.

17 Юля миноносець «Стройный» ходилъ на форсированный ходъ.

27 Юля, сдавъ на форсированный ходъ три миноносца и, сдѣлавъ одинъ выходъ на прогрессивное испытаніе (всего съ Комиссіей было сдѣлано уже пять выходовъ, не считая заводскихъ), вышли на миноносцѣ «Разящій», на которомъ лопнула водогрѣйная трубка въ котлѣ № 3—пятая, считая отъ носа по правому борту, и 20 штукъ трубокъ обгорѣло. Испытаніе не состоялось.

При распиливаніи лопнувшей трубки и сгорѣлыхъ, внутри ихъ нашли твердый, блестящій слой, расположенный концентрично относительно трубки и достигающій толщины въ 1 м/м.

Анализъ показалъ, что этотъ слой состоялъ изъ окиси и закиси желѣза.

1-го Августа выходъ на миноносцѣ «Сильный» на прогрессивное испытаніе при 0,7 полного числа оборотовъ.

4-го Августа миноносець «Разящій» ходилъ на форсированное испытаніе.

Третій пробѣгъ далъ 26,52 узла и четвертый 27,24 узла.

Осмотръ котловъ послѣ пробы показалъ, что трубки находятся въ хорошемъ состояніи.

11 Августа миноносець «Дѣльный» ходилъ на пробу, которая не состоялась, такъ какъ въ золотниковой коробкѣ цилиндра средняго давленія правой машины появился стукъ.

16 Августа выходили на миноносцѣ «Расторопный» при чемъ во время испытанія было замѣчено, что трубки въ четвертомъ котлѣ нагрѣваются.

Осмотръ показалъ, что десять трубокъ обгорѣло (это случилось черезъ три выхода послѣ случая обгоранія трубокъ на миноносцѣ «Разящій»).

22 Августа миноносецъ «Дѣльный» ходилъ на форсированный ходъ, при чемъ заводъ старался котлы не форсировать, а идти при усиленной работѣ кочегаровъ.

Осмотръ котловъ послѣ пробы показалъ, что они находятся въ хорошемъ состояніи.

Наконецъ, 27 Августа послѣ долгихъ обсужденій Комиссія составила актъ, что ввиду того, что водогрѣйныя трубки лопаются и обгораютъ и со щитами, то ясно, что причина этого лежитъ въ неправильной конструкціи трубъ обратной воды вмѣсто присоединенія ихъ къ водянымъ коллекторамъ, почему Комиссія полагаетъ, что трубы обратной воды должны быть присоединены такъ, какъ это дѣлается «Нормальномъ», т. е. чтобы вода изъ трубъ обратной воды входила въ водяной коллекторъ перпендикулярно къ его оси, а не подъ угломъ въ 42° , какъ это сдѣлано. Въ настоящее же время котлы для службы на миноносцахъ не могутъ считаться годными.

Дальнѣйшія испытанія рѣшено было прекратить.

На это постановленіе заводъ далъ слѣдующее разъясненіе:

Мысль, что причиной перегоранія трубокъ могутъ быть какія либо конструктивныя ошибки въ котлахъ, не имѣютъ подъ собой ни малѣйшей почвы уже потому, что котлы миноносцевъ типа «Циклонъ» совершенно тождественны по конструкціи, а изгибъ и способъ крѣпленія трубъ обратной воды, въ каковомъ отступленіи отъ обычной конструкціи котловъ этого типа Комиссія видитъ главную причину перегоранія—математически тождествененъ въ эскадренныхъ миноносцахъ съ миноносцами типа «Циклонъ».

Разъ при сдачѣ тѣхъ же котловъ и при дальнѣйшей службѣ ихъ съ трубами никакихъ инцидентовъ не наблюдалось, то тѣмъ самымъ нѣтъ ни малѣйшаго основанія подозревать даже, что тождественные по конструкціи котлы эскадренныхъ миноносцевъ заказа 1904 года не могли бы также прекрасно работать, какъ работали и работаютъ котлы миноносцевъ типа «Циклонъ», сданныхъ казнѣ въ 1903 году. Это основное положеніе едва-ли допускаетъ какое-либо возраженіе.

Сравнивая прочіе относительные размѣры котловъ эскадренныхъ миноносцевъ съ размѣрами котловъ этого типа на другихъ миноносцахъ, работающихъ по нынѣ совершенно исправно, съ очевидностью выясняется, что неизбѣжное уклоненіе въ относительныхъ размѣрахъ сѣченій трубъ и пр. элементовъ котла, вызванныхъ увеличеніемъ котловъ эскадренныхъ миноносцевъ противъ котловъ «Циклона», безусловно находится въ предѣлахъ неизбѣжныхъ колебаній этихъ элементовъ въ разнаго размѣра котлахъ «Нормана».

Спора тутъ быть не можетъ и слѣдовательно вопросъ о какихъ-либо конструктивныхъ ошибкахъ въ котлахъ эскадренныхъ миноносцевъ совершенно исключается. Помимо этихъ положеній, не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію, что если бы въ разбираемыхъ котлахъ были-бы допущены какія-либо конструктивныя ошибки, то онѣ не могли бы остаться незамѣченными при провѣркѣ проекта Норманомъ, какъ предварительно, такъ и вторично въ Ноябрь мѣсяцѣ 1906 года, когда Норману сообщили о случаяхъ перегрѣва трубъ.

Этотъ вопросъ о конструкціи котла можетъ считаться исчерпаннымъ. Разъ вопросъ объ ошибкахъ въ конструкціи исключается, то причины перегрѣва могутъ лежать только:

- 1) въ уходѣ за котлами и
- 2) въ состояніи самихъ трубокъ.

Первый вопросъ тоже отпадаетъ, такъ какъ бригада кочегаровъ на заводѣ постоянная и старшія лица извѣстны своей опытностью—нѣтъ основаній предполагать, что уходъ за котлами эскадренныхъ миноносцевъ разнится отъ ухода за котлами многихъ десятковъ судовъ, сдававшихся заводомъ ранѣе. Независимо отъ этого, ни заводскіе инженеры, ни члены Комиссіи, присутствовавшіе при испытаніи, никакихъ аномальностей въ уходѣ за котлами не наблюдали. Остается, слѣдовательно, послѣдняя причина, въ которой скрывается причина неудачъ—это состояніе трубокъ, вѣрнѣе внутреннихъ поверхностей ихъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что кривыя трубки котловъ «Нормана» безусловно болѣе чувствительны ко всякаго рода загрязненіямъ

трубокъ, чѣмъ прямыя трубки котловъ «Ярроу». Послѣднія можно вычистить до идеальной чистоты и убѣдиться глазами въ абсолютной чистотѣ этихъ трубокъ. Кривыя трубки котловъ «Нормана» не допускаютъ такого осмотра и механическая очистка ихъ, обязательно продѣлываемая, какъ въ котлахъ Ярроу, представляетъ огромныя трудности. Котлы Нормана можно только вычищать химически, а убѣдиться воочию въ чистотѣ трубокъ внутри, совершенно невозможно. Въ этомъ крупный дефектъ котловъ «Нормана», представляющихъ во всѣхъ другихъ отношеніяхъ огромное преимущество передъ котлами Ярроу.

Вмѣстѣ съ тѣмъ выяснено, что котлы эскадренныхъ миноносцевъ вообще хуже щелочились, чѣмъ котлы миноносцевъ «Циклона». Взятая вода на пробу изъ котловъ эскадренныхъ миноносцевъ показываетъ несоотвѣтственно большое присутствіе масла. Въ этой нечистотѣ котловъ и слѣдуетъ искать причину перегрѣвовъ трубокъ.

Что касается акта, составленнаго послѣ заводскихъ испытаній въ 1906 году, то слѣдуетъ признать, что поспѣшный выводъ изъ него объясняется отсутствіемъ въ то время тѣхъ данныхъ опыта, которые исчерпывающимъ образомъ выяснили вопросъ при испытаніяхъ текущаго года.

Выяснивъ, что только грязное состояніе котловъ является причиною всѣхъ неудачъ, заводъ началъ выщелачивать котлы каустической содой, но въ то же время опытами въ лабораторіи завода было доказано, что это выщелачиваніе на минеральныя масла никакого вліянія не оказываетъ. Одна же механическая чистка тоже не дала желаемого результата. Тогда заводъ предпринялъ выщелачиваніе котловъ содой съ керосиномъ по примѣру, какъ это впервые было сдѣлано въ Германіи на крейсерѣ «Новикъ» въ 1901 году по совѣту нашихъ инженеръ-механиковъ судового состава.

Это выщелачиваніе и послѣдующая затѣмъ чистка производилась слѣдующимъ образомъ:

Въ водяные коллектора наливали керосину по два съ половиною пуда въ каждый и клали измельченную въ поро-

шоеъ каустическую соду въ количествѣ по полтора пуда въ каждый коллекторъ. Трубку верхняго продуванія перевернули такимъ образомъ, чтобы черезъ нее нельзя было продуть воду ниже концовъ внѣшнихъ водогрѣйныхъ трубокъ, такимъ образомъ была устранена возможность осажденія въ нихъ масла и грязи.

Край для парового банника помощью гибкаго шланга сообщили съ отросткомъ на трубѣ нижняго продуванія, который служитъ для выкачиванія воды изъ котла, когда его употребляютъ, какъ сестерну запасной воды.

Кранъ парового банника другого котла сообщили такимъ же образомъ съ другимъ водянымъ коллекторомъ.

Въ магистраль свѣжаго пара вспомогательныхъ механизмовъ пустили паръ давленіемъ въ 150 фунтовъ и этотъ паръ пустили затѣмъ въ водяные коллектора.

Давленіе въ котлѣ поднялось до 80 фунтовъ. Пущенный паръ, конденсируясь, постепенно заполнилъ котель водой. Черезъ 18 часовъ вода была выше верхней гайки водомѣрнаго стекла и тогда начали продувать котель черезъ верхнее продуваніе.

Продували 4—6 разъ до тѣхъ поръ пока уже не чувствовалось присутствіе керосина, а затѣмъ продували котель черезъ нижнее продуваніе при 80 фунтахъ.

Послѣ такого выщелачиванія на стѣнкахъ остался налетъ сѣраго слегка коричневатаго цвѣта, губчататаго строенія, легко отдѣляемый металлическими банниками. Толщина налета доходила до 1 м.м. Для его удаленія употребляли стальные спиральные банники въ видѣ оливы, которые протаскивали на стальномъ тросѣ снизу вверхъ. Достаточно было пройти новымъ банникомъ одинъ разъ, чтобы трубка была совершенно чистая.

Для правильной работы банникъ годенъ на 200 трубокъ, послѣ чего его выправляютъ и немного сворачиваютъ сердцевину, состоящую изъ трехъ проволокъ.

Послѣ чистки котлы кипятили чистой водой при отжатыхъ предохранительныхъ клапанахъ (т. е. при 45—50 фун-

товъ давленія), производя нѣсколько разъ верхнее и нижнее продуваніе при подкачиваніи воды.

Котлы кипятили часа три-четыре и затѣмъ продували.

Къ концу этой чистки пріѣхалъ по приглашенію завода изъ Франціи Главный Инженеръ завода Норманъ и К^о г. Гатти, который, осмотрѣвъ котлы, призналъ бесполезность щитовъ, установленныхъ въ нижнихъ коллекторахъ и, вынужъ ихъ 3-го Сентября, пошелъ на заводскую пробу.

Эта проба была произведена подъ двумя котлами, чтобы имѣть возможность сильно форсировать котлы, не насилуя машинъ.

Число оборотовъ машинъ при этой пробѣ доходило до 300.

Свои впечатлѣнія М-г Gatty представилъ Невскому заводу въ видѣ записки, которую, какъ представляющую большой интересъ, я привожу цѣликомъ.

22 Сентября (5 Октября) 1907 г.

Въ Правленіе Товарищества Невскаго Судостроительнаго и Механическаго Завода.

Вслѣдствіе случаевъ съ котлами системы Нормана на миноносцахъ, сдаваемыхъ Вами въ настоящее время въ казну, Вы обратились къ Заводу Нормана въ Гаврѣ съ просьбой командировать инженера для выясненія на мѣстѣ происшедшихъ случаевъ и опредѣленія причинъ явленій, совершенно не свойственныхъ котламъ даннаго типа.

Будучи командированъ сюда Норманомъ, я спѣшу сообщить Вамъ результатъ моихъ наблюдений:

Прежде всего слѣдуетъ признать, что вопросъ о конструктивныхъ недостаткахъ котловъ въ данномъ случаѣ, долженъ быть совершенно исключенъ: принятое Вами направле-

ніе трубъ обратной воды не можетъ вызвать отклоненія потока воды и нарушить правильность циркуляціи, распространяясь до трубокъ дѣйствительно сожженныхъ или принятыхъ за сожженные.

Къ тому-же, по моему мнѣнію, внутренній рядъ трубокъ, единственный доступный глазу не могъ оставаться внѣ вліянія обратной струи воды, которая охлаждала-бы отъ времени до времени стѣнки этихъ трубокъ, если только въ верхнемъ коллекторѣ не была совершенно упущена вода.

Къ тому-же, построенные Вами ранѣе, котлы типа Циклонъ, тождественные по своей конструкціи съ настоящими — дали вполне удовлетворительные результаты.

Должень, впрочемъ, указать, что на послѣднемъ испытаніи 3-го Сентября сего года, на которомъ я присутствовалъ и во время котораго горѣніе въ топкахъ котловъ форсировалось болѣе, нежели это принято обыкновенно на миноносцахъ — не наблюдалось никакого накаливанія трубокъ въ котлахъ, причемъ установленные Вами ранѣе діафрагмы (экраны) внизу противъ трубъ обратной воды были сняты и давленіе воздуха въ кочегаркахъ доходило до 75—90 м.м. высоты водяного столба, вмѣсто обычныхъ 30—50 м.м.

Согласно заявленія Вашего подмастера одна трубка котлового котла обнаруживала признаки начинающагося накаливанія: эта трубка—наиболѣе удаленная отъ трубы обратной воды, находится въ ряду раздвинутыхъ трубокъ въ мѣстѣ начала оборота пламени, на довольно значительномъ разстояніи отъ трубы обратной воды. Трубки-же, находящіяся между нею и задней стѣнкой котла т. е. трубой обратной воды, по словамъ того-же подмастера ничего ненормальнаго не проявляли.

При изслѣдованіи и осмотрѣ вышеупомянутой трубки, снятой съ мѣста, Вы наглядно убѣдились, что она была въ безукоризненномъ видѣ и ни малѣйшихъ слѣдоевъ накаливанія на ней замѣчено не было.

Если ранѣе дѣйствительно бывали случаи накаливанія трубокъ, то я ихъ могу себѣ объяснить исключительно крайне

неудовлетворительнымъ состояніемъ котловъ, въ смыслѣ ихъ чистоты, а также и въ равной мѣрѣ—весьма неудовлетворительными приѣмами топки котловъ. Возможно также, что присутствіе въ трубкахъ постороннихъ предметовъ влекло за собою ихъ закупориваніе, а затѣмъ и прогораніе. Послѣднія предположенія вполне допустимы и нижеслѣдующее можетъ служить тому подтвержденіемъ. На совѣщаніи, имѣвшемъ мѣсто тотчасъ послѣ моего приѣзда въ Петербургъ,—было условлено, что всѣ котлы будутъ тщательно вычищены и только вслѣдъ затѣмъ приступлено будетъ къ испытаніямъ. Въ назначенный для испытанія день, мы отправились въ Кронштадтъ въ сопровожденіи нашего старшаго кочегара, прибывшаго изъ Гавра, вполне знакомаго съ нашими котлами и къ которому я питаю полное довѣріе. Вы припоминаете, что имъ былъ произведенъ внутренній осмотръ котловъ уже вычищенныхъ, какъ утверждалось, и тутъ мы нашли, что котлы находятся въ плачевномъ состояніи: масло и жиръ покрывали внутреннюю поверхность большинства трубокъ, вслѣдствіе чего мы отказались отъ назначеннаго испытанія и приступили къ серьезной очисткѣ котловъ подъ наблюденіемъ нашего старшаго кочегара. Послѣдній, между прочимъ, обратилъ вниманіе на то, что рабочіе, при работахъ внутри котла, не соблюдаютъ общепринятыхъ правилъ предосторожности для избѣжанія попаданія постороннихъ предметовъ въ трубки. Дѣйствительно при осмотрѣ вычищенныхъ котловъ, нашимъ кочегаромъ были, на примѣръ, найдены: въ одномъ случаѣ ножъ, въ другомъ—кусокъ проволоки съ глушительной пробкой на концѣ, и во многихъ мѣстахъ тряпки. Легко можетъ статься, что во время хода, при усиленной циркуляціи воды, всѣ эти предметы въ состояніи отчасти или даже совершенно закупорить нѣкоторыя трубки.

Нормальное охлажденіе стѣнокъ трубокъ водою, могло быть еще болѣе уменьшено, если-бы подъ слоемъ жира оказался еще слой окисловъ желѣза какъ результатъ дурного ухода за котлами во время ихъ бездѣйствія на стоянкѣ.

На ряду съ вышеприведенными причинами, слѣдуетъ несомнѣнно поставить и неудовлетворительную топку котловъ.

Ваши кочегары, которыхъ я наблюдалъ на испытаніи, не шуруютъ топокъ регулярно и систематично, какъ это требуется на судахъ даннаго типа. Къ тому-же употребленіе угля въ рядовомъ неподготовленномъ видѣ, очень большими кусками, вызывало со стороны кочегаровъ усиленную работу, для избѣжанія которой они и забрасывали сравнительно большіе куски безъ строгой системы, сразу большими порціями, главнымъ образомъ у самыхъ топочныхъ дверецъ. Въ результатѣ получается, что слой горячаго угля далеко не равномеренъ, что задняя часть колосниковой рѣшетки въ нѣкоторыхъ мѣстахъ совершенно обнажена, за то въ другихъ мѣстахъ оказывается слой черемѣрной толщины.

При такихъ условіяхъ должно быть значительное выдѣленіе продуктовъ не полного сгорания; причемъ послѣдніе мѣняя свое направленіе при проходѣ черезъ пучки трубъ, несомнѣнно вновь воспламеняются; вслѣдствіе этого въ указанныхъ мѣстахъ можетъ получиться очень высокая температура, которая хотя сама по себѣ и недостаточна для накаливанія трубокъ при условіи правильной циркуляціи, но которую можно поставить въ связь съ вышеуказанными мѣстными причинами (перегрѣвы).

На форсированномъ ходу и при описанномъ способѣ шурованія, въ особенности, въ обнаженныхъ мѣстахъ колосниковой рѣшетки, давленіемъ воздуха легко можетъ уноситься угольная мелочь, которая и осаждается на стѣнкахъ трубокъ, разумѣется на пути потока газовъ между пучками трубокъ. Осаждаясь, эта мелочь сгораетъ на трубкахъ, и неопытному глазу можетъ, пожалуй, показаться, что трубка раскалена. Вѣроятно это такъ и было въ самомъ дѣлѣ на испытаніи 3-го числа сего мѣсяца, когда Вашему подмастеру показалось, что одна изъ трубокъ начинаетъ накаливаться.

Управленіе котлами у Васъ вообще поставлено неудовлетворительно: такъ, на примѣръ, для осмотра трубокъ топочныя дверцы оставляютъ открытыми въ теченіе нѣсколькихъ минутъ. При шуровкѣ дверцы, равнымъ образомъ, остаются все время открытыми: при этомъ, если только металлъ трубокъ не очень мягокъ, легко можетъ произойти, въ особенности, въ

самой топкѣ, такъ называемая «воздушная закалка», которая можетъ повлечь за собою разрывъ трубокъ. Во Французскомъ флотѣ подобные приемы строго воспрещаются.

Примите и прочее.

Гатти.

Посмотримъ теперь былъ-ли слой окисловъ желѣза въ трубкахъ.

Mr. William Thomson въ докладѣ въ Манчестерскомъ Обществе инженеровъ говоритъ:

Когда желѣзо соединяется съ кислородомъ, то выдѣляется такое количество энергіи въ формѣ электричества и тепла, каковое было затрачено при возстановленіи желѣза изъ руды во время выплавки.

Для того, чтобы было возможно появленіе ржавчины, необходимо присутствіе электроотрицательнаго по отношенію къ желѣзу элемента, находящагося съ нимъ въ соприкосновеніи, такъ, чтобы электрическій токъ, возбуждаемый при окисленіи желѣза могъ пройти къ металлу, или другому веществу, служащему отрицательнымъ полюсомъ.

Такимъ образомъ ржавчина служитъ однимъ изъ элементовъ вольтова столба.

Если мы рассмотримъ кусокъ желѣза, покрытый ржавчиной, то мы увидимъ, что ржавчина образуется въ маленькихъ ямочкахъ или углубленіяхъ; явленіе это носитъ названіе разѣданія.

Это происходитъ вслѣдствіе присутствія въ желѣзѣ различныхъ примѣсей, которыя при благоприятныхъ условіяхъ и служатъ центромъ углубленія. Такою примѣсью можетъ

(*) (Boiler—Waters. Scale, corrosion, foaming. By William Wallace Christie. London. 1907. p. 140—141).

быть кусочекъ угля, ничтожная частица марганца, или другого вещества, которая электроотрицательна къ желѣзу, поэтому желѣзо, являясь положительнымъ полюсомъ, окисляется.

Удивительно, что желѣзо, начиная ржавѣть, ржавѣеть въ нѣкоторыхъ опредѣленныхъ мѣстахъ, какъ, напр., на возвышеніяхъ, полученныхъ при отливкѣ, при чемъ окись желѣза является отрицательнымъ полюсомъ по отношенію къ желѣзу, на которомъ она находится, такъ что разъ кусокъ желѣза началъ ржавѣть, то очень трудно прекратить процессъ ржавленія до тѣхъ поръ, пока мы совершенно не удалимъ малѣйшихъ частицъ окиси желѣза. Каждая такая частица является отрицательнымъ полюсомъ, окруженная со всѣхъ сторонъ электроположительнымъ желѣзомъ, которое и окисляется и, вслѣдствіе этого, образуется все увеличивающаяся впадина.

Во время храненія трубокъ на Невскомъ заводѣ, ихъ отъ ржавчины не очищали, а только смазывали время отъ времени масломъ. Ясно, что окисленіе въ нихъ вполнѣ не прекращалось. Масло-же, высыхая образовывало корку, которая вмѣстѣ со ржавчиной ко времени испытаній достигла толщины почти въ 1 мм. Ничего поэтому нѣтъ удивительнаго, что при такихъ условіяхъ трубки горѣли и даже лопались.

Окончивъ чистку котловъ, заводъ сообщилъ объ этомъ комиссіи.

По тщательномъ и всестороннемъ изслѣдованіи котловъ выяснилось, что внутреннія поверхности трубокъ у всѣхъ почти котловъ оказались совершенно загрязненными: эта поверхность была покрыта слоемъ загустѣвшаго масла съ примѣсью грязи (масло это очевидно осталось еще со времени храненія трубокъ въ магазинѣ завода) съ тонкимъ слоемъ свѣжаго масла поверхъ, что въ совокупности представляло собой изолирующій слой, который, уменьшая въ значительной степени теплопроводность стѣнокъ, безусловно не могъ не вліять вредно на трубки въ смыслѣ возможнаго перегрѣва ихъ.

Отсюда ясно, что обычные приемы очистки и щелоченія котловъ, производившіеся до сего времени заводомъ, на осно-

ваніи обычныхъ инструкцій ухода за котлами типа «Нормана», не достигали цѣли: щелочи не могли устранить минеральнаго масла, которымъ исключительно смазываются части машинъ миноносцевъ, согласно контракта, и, кромѣ того, твердый слой грязи, какъ потомъ выяснилось, не уничтожался въ достаточной степени тѣми механическими приѣмами чистки, которыми пользовался заводъ.

Независимо отъ этого выяснилось, что въ котлы попадало несоотвѣтственно много смазочнаго масла: во 1-хъ черезъ систерну запасной воды, люки котрой сильно пропускали масло, во 2-хъ—черезъ воздушный насосъ и въ 3-хъ—черезъ сальникъ штока Ц. Н. Д.

Выяснивъ всесторонне и тщательно всѣ эти обстоятельства, заводомъ были приняты слѣдующія мѣры:

1) Всѣ котлы были подвергнуты вновь систематической и основательной чисткѣ при помощи керосина съ щелочами.

2) Для механической чистки заводъ сталъ примѣнять особые спиральные металлическіе банники, энергично очищавшіе внутреннюю поверхность трубокъ. Опытъ показалъ, что попеременнымъ пользованіемъ этими двумя приѣмами чистки достигается чистота внутреннихъ поверхностей трубокъ, не оставляющая желать лучшаго.

3) Всѣ причины попаданія несоотвѣтственнаго количества смазаннаго масла въ котлы были, по возможности, устранены, что выяснено осмотромъ котловъ послѣ послѣднихъ форсированныхъ ходовъ; при этомъ осмотрѣ вода въ котлахъ и внутренняя поверхность трубокъ имѣли лишь незначительные слѣды попавшаго изъ машинъ масла: рѣзкая противоположность тому, что наблюдалось ранѣе.

Для убѣжденія въ томъ, что принятыя заводомъ мѣры, указанные выше, вполне достигаютъ цѣли, на одномъ изъ миноносцевъ (на «Стройномъ») было произведено заводское испытаніе при исключительной форсировкѣ, а именно: давленіе воздуха въ кочегаркахъ было доведено до 100 мм., т. е. болѣе чѣмъ вдвое выше нормы, и число оборотовъ машинъ было доведено до 300, при двухъ работавшихъ котлахъ.

Такимъ образомъ котлы работали при полуторномъ напряженіи противъ *обычнаго наибольшаго* напряженія при форсированныхъ ходахъ. Не смотря на эти въ высшей степени тяжелыя и неблагопріятныя условія, явленій нагрѣва трубокъ, которыя замѣчались раньше, вовсе не наблюдалось.

Все вышеизложенное даетъ Правленію полное основаніе утверждать, что принятыми нынѣ Невскимъ заводомъ мѣрами достигнуто полнѣйшее обезпеченіе трубокъ отъ явленій перегрѣва.

Цѣлый мѣсяць прошелъ такимъ образомъ на выясненіе причины горѣнія трубокъ и приведеніе котловъ въ надлежащее состояніе.

Выяснивъ, что постановка щитовъ въ водяныхъ коллекторахъ представляла изъ себя «научную ошибку»,—всѣ дальнѣйшія испытанія Комиссія производила, снявъ щиты.

25-го Сентября миноносецъ «Расторопный» ходилъ на форсированный ходъ.

Четвертый пробѣгъ далъ 27,12 узла. Осмотръ трубокъ показалъ, что они находятся въ хорошемъ состояніи.

29-го Сентября миноносецъ «Разящій» ходилъ на испытаніе расхода угля при 0,9 полного числа оборотовъ.

Осмотръ показалъ, что масла въ коллекторахъ находилось незначительное количество.

4-го Октября миноносцы «Сильный» и «Сторожевой» ходили на испытаніе перемѣны ходовъ съ полного передняго на полный задній.

9-го Октября миноносецъ «Расторопный» ходилъ на испытаніе расхода угля при 0,9 полного числа оборотовъ. Среднее число оборотовъ было 327,2 (вмѣсто 315 обѣщанныхъ Комиссією), исходя изъ того, что среднее число оборотовъ изъ четырехъ пробѣговъ равно 364,7.

На актѣ комиссіи объ этомъ испытаніи Представитель Контроля сдѣлалъ надпись, что 0,9 отъ средняго числа оборотовъ, какъ рѣшено Комиссіей, считаетъ произоломъ, а слѣдовало дать 334,8. Эта цифра повидимому получена, принимая за основаніе 372 оборота—среднее за четвертый пробѣгъ.

Такимъ образомъ неясность требованія въ правилахъ испытаній и отсутствіе болѣе точнаго указанія въ контрактѣ породило въ концѣ концовъ то, что на двухъ послѣднихъ миноносцахъ заводъ старается развивать скорость только въ 25 узловъ.

Если бы въ контрактѣ было сказано: 0,9 полного числа оборотовъ, «соответствующихъ контрактной скорости», то никакихъ сомнѣній не могло-бы быть.

Кто выигралъ отъ этихъ требованій, такъ это заводъ, потому-что онъ не форсировалъ котловъ на послѣднихъ миноносцахъ, что-было-бы очень интересно, такъ какъ щиты на нихъ были удалены и неизвѣстно, какіе-бы получились при этомъ результаты.

10 Октября миноносецъ «Достойный» ходилъ на форсированный ходъ и развилъ среднюю скорость только въ 25,81 узла.

15 Октября миноносецъ «Стройный» ходилъ на прогрессивное испытаніе. Среднее число оборотовъ за четыре часа было 331,1.

18 Октября миноносецъ «Дѣятельный» ходилъ на форсированный ходъ. Средняя скорость изъ 4-хъ пробѣговъ равнялась только 25,7 узла.

23 Октября миноносецъ «Сторожевой» и 24 Октября миноносецъ «Дѣятельный» ходили на прогрессивныя испытанія.

Итого девять выходовъ въ море, во время которыхъ котлы работали хорошо—самое лучшее доказательство правильности ихъ конструкціи.

Работа главныхъ машинъ и вспомогательныхъ механизмовъ была вполне удовлетворительна на всѣхъ испытаніяхъ. Были машины, работающія лучше, но въ общемъ слишкомъ большой разницы между ними не было замѣтно. Сборка вездѣ хорошая.

Изъ значительныхъ поломокъ во время испытаній можно указать только на одну, а именно на миноносецъ «Сторожевой» при испытаніи съ полного передняго хода на полный задній оторвалась нижняя головка шатуна воздушнаго насоса лѣвой машины, надорванная въ прошломъ году.

Осмотръ машинъ послѣ форсированныхъ ходовъ выяснилъ, что слабое мѣсто машинъ представляетъ золотниковые приводы кормовыхъ цилиндровъ низкаго давленія, у эксцентриковыхъ бугелей которыхъ срабатывается задняя кромка. Тѣ бугеля, гдѣ срабатываніе уже довольно замѣтно, рѣшено замѣнить новыми, а въ будущемъ рѣшено дѣлать эту кромку въ видѣ накладки, чтобы упростить ремонтъ.

Инвентарное снабженіе миноносцевъ по шкиперской и машинной частямъ заслуживаетъ полной похвалы по тщательности выдѣлки и аккуратности—даже можно сказать—щегольства.

Водоотливная система миноносцевъ состоитъ изъ семи комбинированныхъ эжекторовъ, работающих паромъ и водою, системы инженеръ-механика Ильина; объ нихъ подробно сказано въ особой статьѣ: они заслуживаютъ полнаго вниманія и для такихъ судовъ, какъ миноносцы, и лодки, гдѣ не нуженъ большой подъемъ воды, они представляютъ наилучшее водоотливное средство.

Въ заключеніе слѣдуетъ поблагодарить заводъ за поставленный въ такихъ широкихъ размѣрахъ опытъ плаванія миноносцевъ съ исключительно грязными котлами, который научилъ *очень многому* въ смыслѣ ухода за котлами, а главное доказалъ, что котлы «Нормана» не такъ уже боятся грязи, какъ это думали до сихъ поръ.

Таблица прогрессивныхъ испытаній (№ 2) интересна по расходу угля на силу.

Средній расходъ на силу изъ четырехъ первыхъ миноносцевъ = 2,24 англ. фунта и наибольшій = 2,39 (миноносець «Дѣятельный»);

Сравнивая результатъ, полученный на миноносцѣ «Разящій», бросается въ глаза черезчуръ большой расходъ угля = 2,8 англ. фунта, произошло же это отъ того, что на этомъ миноносцѣ отопленіе не велось методически. Миноносець «Разящій» первымъ пошелъ на прогрессивное испытаніе и полученный неблагоприятный результатъ, заставилъ заводъ на послѣдующихъ испытаніяхъ ввести методическое отопленіе.

Уголь на миноносцѣ грузился въ мѣшкахъ по два пуда въ каждомъ и по звонкамъ подбрасывался согласно выработанному заранѣе разсчету.

Уголь грузился на миноносцѣ и остатокъ его послѣ испытанія выгружался съ миноносца въ присутствіи комиссіи, причемъ ямы запечатывались, а поэтому цифры часового расхода угля безусловно вполнѣ правильны и точны.

Инженеръ-механикъ **Дешевовъ.**

ГЛАВНЫЕ РАЗМѢРЫ

эскадреннаго миноносца типа въ 350 тоннъ.

Наибольшая длина — 210 ф.

ширина — 21 ф.

Среднее углубленіе при 382 тон. — 6 ф. $2\frac{3}{8}$ " безъ вѣля.

Наибольшая Г. Н. Р. по спецификаціи—6000.

Давленіе пара—250 ф.

Машины двѣ, тройного расширенія, съ 4-мя цилиндрами.

Діаметры цилиндровъ = $20\frac{1}{2}$ " — $31\frac{1}{2}$ " — 34" — 34".

Ходъ поршня 1 ф. 6 д.

Охлаждающая поверхность одного холодильника 1986 кв. футъ.

Діаметръ винта = 7 8"; шагъ = 8' 6".

Котловъ 4, системы Нормана съ обратнымъ ходомъ дыма.

Нагрѣвательная поверхность въ каждомъ котлѣ = 2885 кв. ф.

Площадь колосниковой рѣшетки одного котла = 56,08 кв. ф.

Число трубокъ въ котлѣ = 1338 при нар. діаметрѣ въ 30м/м.

№ 1.

ТАБЛИЦА СКОРОСТЕЙ И ОБОРОТОВЪ ПОЛНАГО ХОДА.

Название миноносцевъ.	Время испытанія.	I-й пробѣгъ.		II-й пробѣгъ.		4 часа 0,9.	III-й про- бѣгъ.		IV-й про- бѣгъ.		Среднее изъ 4-хъ пробѣговъ.	
		V	N	V	N		N	V	N	V	N	V
«Сторожевой» . . .	5-го Юля.	26,67	361	25,33	360	319,7	26,1	372	28,15	372	26,55	366,2
«Сильный»	10-го Юля.	25,4	359	26,5	361	316,1	25,8	363	26,4	358	26,025	360,2
«Стройный»	17-го Юля.	25,26	352	25,42	358	315	26,37	364	26,43	370	25,87	361
«Разящій»	4-го Авг.	25,84	357	25,44	355	319	26,52	365	27,24	371	26,26	362
«Дѣльный»	22-го Авг.	25,36	341	25,16	355	318,9	26,28	357	25,64	356,5	25,61	352,4
«Расторопный» . . .	25-го Сен.	25,28	356	26	361,8	321,5	26,48	369	27,12	372	26,19	364,7
«Достойный»	10-го Окт.	24,92	348,6	26,06	366,6	327	25,87	350	26,4	365	25,81	357,5
«Дѣятельный» . . .	18-го Окт.	25,16	346	25,44	358	318,9	26,04	361	26,16	360,6	25,7	356,4

V скорость N среднее число оборотовъ. Каждый пробѣгъ = 4 милямъ.

№ 2.

ТАБЛИЦА ПРОГРЕССИВНЫХЪ ИСПЫТАНІЙ.

Названіе миноносцевъ.	Время испытанія.	НР.	Среднее число оборотовъ.	Расходъ воды въ часъ.	Расходъ угля въ часъ.	Расходъ на силу въ Англ. фунт.
«Расторопный»	9-го Октября.	4478,92	327,2	62	241 пудъ 10 фунтовъ.	1,9
«Стройный»	15-го Октября.	4135,5	331,1	43,5	269 пудовъ 30 фунтовъ.	2,36
«Сторожевой»	23-го Октября.	4639,04	336,4	39,2	296 пуд. 12 ¹ / ₂ фунтовъ.	2,31
«Дѣятельный»	24-го Октября.	4311	323,2	47,1	283 пуда 33 фунтовъ.	2,39
Среднее	—	4399	329,4	—	272 пуда 31 фунтъ.	2,24
«Разящій»	29-го Сентября.	4168,03	322	35,7	322 пуда 7 фунтовъ.	2,8

Продолжительность каждаго испытанія = 4 часамъ.

Гидромоторъ для водоотливныхъ турбинъ системы инж.-мех. полковника Н. И. Ильина.

До 1894 г. вопросу о водоотливной системѣ военныхъ судовъ не придавали той важности, которую онъ заслуживаетъ по своему исключительному положенію въ видахъ безопасности судовъ, какъ при мирномъ, такъ и при боевомъ плаваніяхъ.

Только съ этого времени общество морскихъ инженеровъ серьезно занялось рѣшеніемъ этой проблемы, выдающейся по своей широтѣ въ общемъ и въ частности.

Къ сожалѣнію слѣдуетъ констатировать, что до сихъ поръ многія важныя детали не только еще не выработаны и окончательно не установлены, но и представляютъ изъ себя предметъ разногласій и противоположныхъ мнѣній. Замѣтимъ, между прочимъ, что нѣкоторыя детали мѣняются благодаря прогрессу техники и постояннымъ усовершенствованіямъ, такъ что съ этимъ обстоятельствомъ приходится мириться поневолѣ.

Разсмотримъ аппараты для выкачиванія воды изъ судна.

Откачиваніе воды на судахъ производится или съ помощью центробѣжныхъ помпъ, приводимыхъ въ движеніе различными способами, или-же на судахъ небольшихъ помощью эжекторовъ.

Съ широкимъ введеніемъ на судахъ электричества паро-центробѣжныя помпы какъ, напримѣръ Гвина и др., были замѣнены электрическими турбинами.

При примѣненіи электрическихъ турбинъ сначала былъ принятъ типъ вертикальныхъ турбинъ, т. е. турбинъ съ вертикальнымъ моторомъ и горизонтальною фаной, соединен-

ныхъ между собою промежуточнымъ валомъ. Во избѣжаніе заливанія моторовъ водой, отъ чего страдаетъ изоляція, ихъ сперва помѣщали въ надводной части судна на броневой палубѣ (моторы закрытаго типа, т. е. работающіе внѣ того помѣщенія, изъ котораго они выкачиваютъ воду), почему промежуточные валы достигали значительной длины до 25 футовъ и при большомъ числѣ оборотовъ, 700—800 въ минуту, для увеличенія жесткости потребовали значительныхъ діаметровъ.

Для уничтоженія вибраціи понадобилось устанавливать промежуточные подшипники въ особыхъ кронштейнахъ, прикрѣпленныхъ къ палубамъ или къ переборкамъ. При затопленіи отдѣленія водою возможенъ былъ случай прогиба переборки, а слѣдовательно и погнутія вала, проходящаго черезъ подшипники въ кронштейнахъ, крѣпящихся къ этой переборкѣ. Случай при аваріи одного изъ броненосцевъ, гдѣ отъ выпучиванія переборки искривился прикрѣпленный къ ней кронштейнъ подшипника турбины, которая вслѣдствіе этого могла работать лишь самымъ малымъ ходомъ,—заставилъ снабжать валы въ соединеніяхъ съ моторами гибкими шарнирами и по необходимости (въ предохраненіе отъ вибраціи) примѣнять скользящіе подшипники.

Мѣстные условія потребовали установки нѣкоторыхъ моторовъ ниже грузовой ватерлиніи, такъ что при аваріи судна они могли быть затоплены водой; это обстоятельство заставило дѣлать корпуса моторовъ водонепроницаемыми, а во избѣжаніе вреднаго нагрѣванія обмотки якоря и катушекъ при долговременной работѣ мотора, стали снабжать ихъ вентиляціонными трубами, выводимыми на верхнія палубы, для гарантіи отъ затопленія. Для повѣрки герметичности укупорки всѣхъ горловинъ и фланцевъ моторовъ—понадобилось имѣть при нихъ воздухонагнетательный электрическій насосъ, а на концахъ вентиляціонныхъ трубъ устанавливать герметичныя крышки.

Чтобы избѣжать громадныхъ промежутковъ валовъ, была примѣнена система установки вертикальныхъ моторовъ непосредственно надъ турбиной на особыхъ фундаментахъ, укрѣпленныхъ къ днищу судна.

Эти моторы, для избѣжанія установки длинныхъ вентиляционныхъ трубъ, пришлось снабжать устройствомъ заливанія на тотъ случай, когда они должны выкачивать изъ отсѣковъ воду, уровень которой не достигъ ихъ самихъ.

Постоянно встрѣчающіяся затрудненія съ проводкой вентиляционныхъ трубъ, чрезмѣрная тяжесть всей системы и невозможность вполне устранить вибрацію при установкѣ вертикальныхъ турбинъ, всѣ эти вмѣстѣ взятые обстоятельства послужили поводомъ къ желанію перейти къ горизонтальнымъ турбинамъ т. е. къ турбинамъ съ вертикальными фанамъ, насаженными на общій горизонтальный валъ съ моторомъ.

Такое сочетаніе дало возможность увеличить число оборотовъ мотора и тѣмъ самымъ уменьшить діаметръ фаны противъ турбинъ вертикальныхъ той-же мощности, причемъ у тѣхъ и другихъ турбинъ сравнялась высота установки центра турбины отъ днища судна.

Не касаясь совершенно преимуществъ и недостатковъ одной установки передъ другой,—можно указать прямо, что общимъ, существеннымъ недостаткомъ турбинъ обоого типа является непремѣнно требующееся устройство водонепроницаемости корпусовъ ихъ моторовъ, достигнуть которой, при необходимости имѣть горловины для осмотра коллектора и ухода за щетками,—вообще трудно, если не сказать невозможно.

Наилучшія электрическія турбины для водоотливной системы должны обладать слѣдующими необходимыми качествами:

- 1) Моторы турбинъ должны быть легко доступны осмотру и уходу во время своего дѣйствія.
- 2) Установка мотора должна быть такова, чтобы не требовала герметичности корпусовъ моторовъ.
- 3) Моторы должны работать продолжительное время безъ установки внутри ихъ вентиляторовъ и безъ вывода воздушныхъ трубъ.
- 4) Турбины не должны имѣть длинныхъ промежуточныхъ валовъ.

5) Какъ общее положеніе для всѣхъ вообще турбинъ, что онѣ должны брать воду при возможно меньшемъ уровнѣ, такъ какъ нынѣшнія электрическія турбины могутъ откачивать воду лишь при уровнѣ въ 2 ф. 3 дюйма, а кончали работу при уровнѣ 6—12 дюймовъ.

Ясно, что перечисленнымъ условіямъ моторы постоянного тока удовлетворить не могутъ.

Изъ всего вышеизложеннаго видно, что подходящимъ двигателемъ для водоотливныхъ турбинъ слѣдуетъ признать такой, который, будучи помѣщенъ въ трюмѣ или на второмъ днѣ, непосредственно надъ водоотливной турбиною или рядомъ съ нею, могъ-бы работать подъ водою, не боясь никакого намыканія или нагрѣванія.

Еще въ 1904 г. ниж.-мех. Н. И. Ильинымъ была разработана водоотливная система съ водоструйными эжекторами, которая благодаря своей простотѣ и удобству установлена на миноносцахъ типа въ 350 тоннъ, на лодкахъ «Бобръ», «Сивучъ», «Гілякъ» и на канонерскихъ лодкахъ для рѣки Амуръ.

Эти эжектора, по сравненію съ электрическими турбинами, оказались настолько хороши и удобны, что въ Черноморскомъ флотѣ на миноносцахъ типа 350 тоннъ снимаютъ электрическія турбины и устанавливаютъ водоструйные эжектора.

Къ сожалѣнію низкій коэффициентъ полезнаго дѣйствія эжекторовъ позволяетъ ихъ устанавливать лишь тамъ, гдѣ высота откачиванія, а также и масса откачиваемой воды, небольшая.

Это обстоятельство привело изобрѣтателя къ заключенію, что струю воды подъ большимъ напоромъ, можно помимо эжекторовъ, примѣнить къ двигателю, который, обладая высокимъ коэффициентомъ полезнаго дѣйствія, удовлетворитъ вполнѣ требованіямъ исправнаго дѣйствія мотора подъ водою.

Таковыми двигателями являются двигатели водяные къ каковымъ относятся: различнаго рода водонапорныя турбины, колесо Пельтона и пр. Не требуя для своего дѣйствія ничего кромѣ воды подъ напоромъ, они очевидно не боятся этой послѣд-

ней и могут свободно работать под водой, т. е. въ затопленныхъ отдѣленіяхъ судна. Пользуясь большимъ искусственнымъ напоромъ воды отъ судовыхъ помпъ, спеціально для этой цѣли установленныхъ, указанные водяные двигатели могутъ быть спроектированы очень компактными и легкими. По имѣемому теперь практическимъ даннымъ полезное дѣйствіе ихъ выше полезнаго дѣйствія электро-моторовъ (коэффициентъ полезнаго дѣйствія достигаетъ 0,6896). Такимъ образомъ система инж.-мех. Ильина очень просто и удачно разрѣшаетъ вопросъ о водоотливной системѣ на судахъ нашего флота.

Устройство гидромотора ясно видно изъ прилагаемаго чертежа, а дѣйствіе прибора понятно изъ описанія.

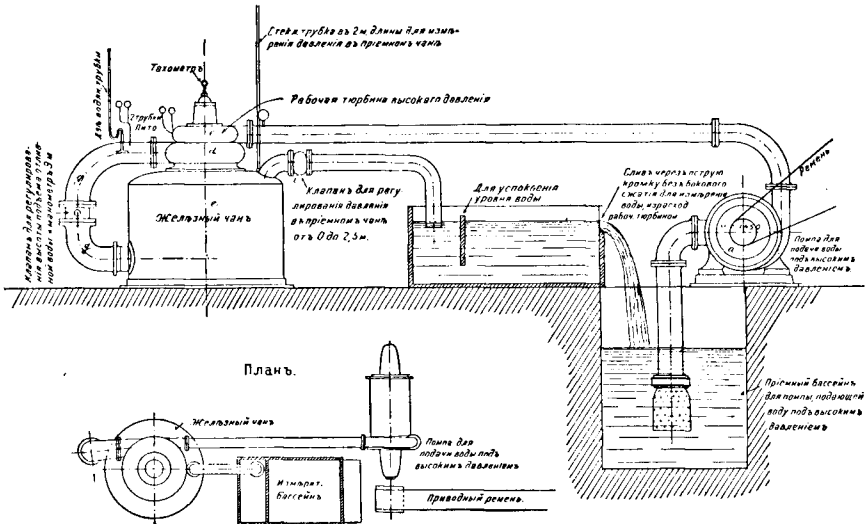
Вода по трубѣ отъ донки поступаетъ подъ давленіемъ въ кольцеобразное пространство I, изъ котораго протекаетъ отъ периферіи лопатокъ къ ихъ центру и тѣмъ заставляеть колесо с вращаться; далѣе идя по каналу г аналогичнымъ же образомъ она заставляеть вращаться слѣдующее колесо и т. д.; такъ какъ всѣ эти колеса насажены неподвижно на валъ b, то съ вращеніемъ ихъ и валъ будетъ вращаться. На нижнемъ концѣ вала b насажена фана водоотливной турбины d, благодаря вращенію которой вода изъ трюма будетъ всасываться по трубѣ e снизу фаны и по каналу f сверху, изъ фаны вода поступаетъ въ отливную трубу g. Отработавшая вода въ движущихъ колесахъ поступаетъ по каналу i прямо въ отливную трубу и уходитъ за бортъ. Простота устройства обезпечиваетъ продолжительную работу мотора безъ какихъ-либо поврежденій, что составляетъ главное его преимущество передъ всѣми остальными существующими типами двигателей.

Отростки трубъ, подводящихъ воду къ двигателю и отводящихъ отливаемую воду за бортъ, предполагается на нѣкоторой ихъ длинѣ дѣлать эластичными — гибкими, что въ случаѣ поврежденія дна, на которомъ укрѣплена турбина, позволитъ даже ей перемѣститься безъ надрыва непосредственно съ ней связанныхъ трубъ.

Мы приведемъ теперь результаты испытаній гидромотора, полученные на заводѣ Пирвиць и К^о въ Ригѣ.

23-го Сентября 1907 г. турбинный насос испытывался в теченіе почти 5 часовъ подъ разнымъ начальнымъ давленіемъ для турбины отъ 5—15 атмосферъ, болѣе всего, т. е. около 2 часовъ, при 13 атмосферахъ.

Посредствомъ затвора, высота воды въ бассейнѣ и насосъ могла быть регулирована отъ 0 до 5 метровъ (см. схема). Съ помощью разобщительнаго клапана между помпой и бассейномъ регулировалась высота подъема и количество выкачиваемой воды. Расходъ воды на турбину измѣрялся посредствомъ паденія черезъ острый край безъ бокового суженія и при сообщеніи съ воздухомъ.



Ширина паденія = 1 метру, глубина ящика 0,65 м., длина 3 метра, въ самомъ ящикѣ установлены три переборки для полученія спокойнаго уровня воды. Измѣреніе производилось въ разстояніи 1,8 метра отъ края паденія.

Наблюдавшіяся цифры были слѣдующія:

1) Давленіе при вступленіи въ первую ступень перваго колеса турбины по провѣренному манометру = 130 метр. (манометрическое давленіе турбины). Обозначимъ его чрезъ H_1 .

2) Давленіе при вступленіи въ первую ступень второго колеса турбины по провѣренному манометру = 66 метр.

3) Давленіе въ бассейнѣ измѣренное питомеромъ = 0,8 до 1 метра.

4) Число оборотовъ = 1050 въ минуту (нормальное при 195 метрахъ = 1200 въ минуту).

5) Манометрическая высота подъема (измѣренная манометромъ) = 9 метровъ за вычетомъ 1 метра высоты воды (3) = Н ман. насоса = 8 метр.

6) Давленіе въ трубкѣ Пито = 8,18 м. (инструменты для измѣренія давленій (5) и (6) имѣли одинаковое поперечное сѣченіе.

Внутренній діаметръ трубы въ этомъ мѣстѣ 2,8 десятыхъ метра, поэтому свободное поперечное сѣченіе

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 2,8^2}{4} = 6,15 \text{ дес. метр.}^2$$

скорость по (5) и (6)

$$8,18 - 8 = 0,18 \text{ метр.} = h,$$

поэтому скорость

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{19,62 \times 0,18} = 1,88 \text{ метр.} = 18,8 \text{ дес. метра.}$$

7) Поэтому согласно (6) количество воды выкаченное помпою въ секунду

$$Q = F \times v = 6,15 \times 18,8 = 116 \text{ дес. метр.}^3 = 116 \text{ метровъ въ секунду.}$$

8) Высота паденія во время испытанія 40 м/м = 0,04 метра = h'.

Принимая въ расчетъ средній коэффициентъ для этой воды по опытамъ Фрезе и Ганзень, или Франциса за $\frac{2}{3}M_1 = 0,418$, получимъ количество израсходованной турбиною воды

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{2}{3}M_1 \cdot h' \sqrt{2gh'} = \\ &= 0,418 \times 1 \times 0,04 \sqrt{19,62 \times 0,04} = 14,6 \text{ литровъ.} \end{aligned}$$

9) Поэтому общій коэффициентъ полезнаго дѣйствія аппарата

$$m = \frac{Q \times H}{Q_1 \times H_1} = \frac{116 \times 8}{14,6 \times 130} = 0,49.$$

4-го Ноября опыты были повторены, причеъ получились результаты, приведенные въ таблицѣ 1-й.

Испытанія были произведены при слѣдующихъ условіяхъ:

I. Турбина не покрыта водою при столбѣ откачиваемой воды въ 8 метр. и давленіи рабочей воды въ 10, 12, 14 атмосферъ.

II. Турбина покрыта водою при столбѣ воды въ 2 метра и давленіи рабочей воды въ 10, 12, 14 атмосферъ.

III. Турбина не покрыта водою, рабочее давленіе воды 12 атмосферъ, высота столба откачиваемой воды 10 метровъ.

Испытуемая турбина рассчитана для выкачиванія 560 тоннъ воды въ часъ, считая 60 тоннъ воды на работу гидравлическаго двигателя при высотѣ откачиваемой воды 8 метровъ.

Какъ видно изъ таблицы, коэффициентъ полезнаго дѣйствія гидромотора очень высокъ, достигая 0,84.

Для выясненія вѣса и стоимости установокъ водоотливныхъ турбинъ съ гидромоторами, по сравненію съ электрическими установками, приведемъ нижеслѣдующіе приблизительные расчеты:

Для линейнаго корабля „Павелъ I“.

Одинъ насосъ производительностью 120 тоннъ въ часъ при давленіи въ 18 атмосферъ	Вѣсъ.	Стоимость.
	110 пуд.	4000 руб.

Одиннадцать турбинъ производительностью въ 560 тоннъ въ часъ на высоту 26 фут.	495 пуд.	26400 руб.
--	----------	------------

Трубопроводъ съ необходимою арматурой	250 пуд.	8000 руб.
---	----------	-----------

Вода въ трубопроводѣ	75 пуд.	
--------------------------------	---------	--

Итого	093 пуд. =	38400 руб.
	15 тоннъ.	

Вѣсь установки при электрическихъ турбинахъ 25,2 тоннъ. 55000 руб. не менѣе

Для Крейсера „Баянъ“.

Два насоса производительностью 75 тон. въ часъ каждый при давлении въ 17 атмосферъ 140 пуд. 5000 руб.

Одиннадцать турбинъ производительностью въ 390 тоннъ въ часъ при высотѣ отлива въ 25 фут. . . . 385 * 22000 *

Трубопроводъ и арматура. . . . 180 * 6000 *

Вода въ трубахъ. 45 *

Итого 750 пуд. = 33000 руб.
12 тоннъ.

Вѣсь насосовъ и стоимость ихъ могутъ быть исключены, такъ какъ эти насосы будутъ служить и для мусорныхъ эжекторовъ. Тогда вѣсь всей установки опредѣлится въ 610 пудовъ = 10 тоннъ при стоимости въ 28000 руб.

Вѣсь всей установки при электрическихъ турбинахъ = 18 тоннамъ. Стоимость установкѣе менѣе 40000 руб.

Еще разъ повторяемъ, что цифры раздѣлки приблизительны и могутъ мѣняться въ зависимости отъ многихъ причинъ, но все таки видно, что электрическая установка тяжелѣе гидромоторовъ на 70% и стоимость ея приблизительно выше на 43%—разница очень большая.

На линейномъ кораблѣ «Павелъ I-й» и на крейсерахъ «Паллада» и «Баянъ» въ настоящее время устанавливаются водоотливныя турбины съ гидромоторами съ одною магистралью.

Заводъ Вольта въ Ревелѣ предложилъ новую изоляцію, которая обезпечиваетъ надежную работу электрическихъ механизмовъ, устраняя на нихъ вредное вліяніе не только сырости, но и морской воды.

Опыты, произведенные надъ новой изоляціей дали хорошіе результаты и Капитанъ 2 р. Азбелевъ предложилъ примѣнить способъ полученія на судахъ трехфазнаго тока приспособленіемъ машинъ постоянного для двигателей водоотливныхъ турбинъ.

Съ примѣненіемъ трехфазнаго тока, устраняющаго у двигателей коллектора и щетки т. е. всѣ части, не могущія быть изолированными, можно получить двигатель, способный работать продолжительное время при полномъ погруженіи въ морскую воду, конечно при условіи, если новая изоляція съ теченіемъ времени не утратитъ своихъ положительныхъ качествъ.

Устраненіе при трехфазномъ токѣ надобности въ герметичныхъ корпусахъ и въ сложныхъ пусковыхъ турбинныхъ станціяхъ, замѣняющихся простыми выключателями, понизитъ вѣсъ комплекта каждой турбины, а, слѣдовательно, и вѣсъ всей установки приблизительно на 20—25% по сравненію съ установкою постоянного тока.

Предлагаемая установка съ трехфазнымъ токомъ будетъ, слѣдовательно, тяжелѣе гидромоторовъ на 45—50% и конечно дороже.

Въ видѣ опыта на минномъ заградителѣ «Амуръ» устанавливаются горизонтальныя турбины съ моторами трехфазнаго тока и съ новой изоляціей. Интересъ опыта заключается въ продолжительности срока, на какой хватитъ новой изоляціи.

Разсмотрѣвъ гидромоторъ, какъ двигатель для трюмныхъ водоотливныхъ центробѣжныхъ насосовъ, по сравненію съ электромоторами трехфазнаго и постоянного токовъ, слѣдуетъ признать, что онъ въ настоящее время является наилучшимъ, какъ отличающійся совершенною простотою устройства, полною увѣренностью въ постоянной готовности турбины къ дѣйствию, большою легкостью вѣса и дешевизною.

ТАБЛИЦА № 1.

№ испытанія.	Число оборотовъ въ минуту.	Давленіе воды передъ турбиною высокаго давленія въ метр. и фунтахъ.	Тоже во 2-й ступени.	Часовой расходъ воды въ турбинѣ В. Д. въ тоннахъ.	Высота воды надъ сливомъ въ т. г.	Высота воды въ метр. соотвѣтствующая гидродинамическому давленію въ отливной трубѣ.	Высота воды въ метр. соотвѣтствующая гидростатическому давленію въ отливной трубѣ.	Высота воды соотвѣтств. скорости въ отливной трубѣ въ метрахъ.	Производительность турбины въ куб. метрахъ.	Общій коэф. полезнаго дѣйствія.	Примѣчаніе.
1	870	140 ф. = 98,43 м.	90 ф.	51,18	38,5	8,65	8,40	0,25	490	0,84	Наблюденія 4,5 и 6 были произведены при давленіи въ приемномъ бакѣ водоотливной турбины равномъ 1,5 метрамъ водяного столба.
2	930	180 ф. = 126,55 м.	115	63,61	44,5	8,9	8,5	0,4	620,2	0,6857	
3	950	210 = 147,6	135	67,8	47,5	8,55	8,2	0,35	580,1	0,4957	
4	915	195 = 137,1	125	67,8	47,5	9,3	9,0	0,3	537	0,4507	
5	880	180 = 126,55	120	63,61	44,5	8,5	8,2	0,3	537	0,4671	
6	810	150 = 105,46	85	56,25	41,0	8,3	8	0,3	537	0,6157	
7	980	185 = 130,06	125	64,68	45	10	9,65	0,35	580,1	0,6896	

