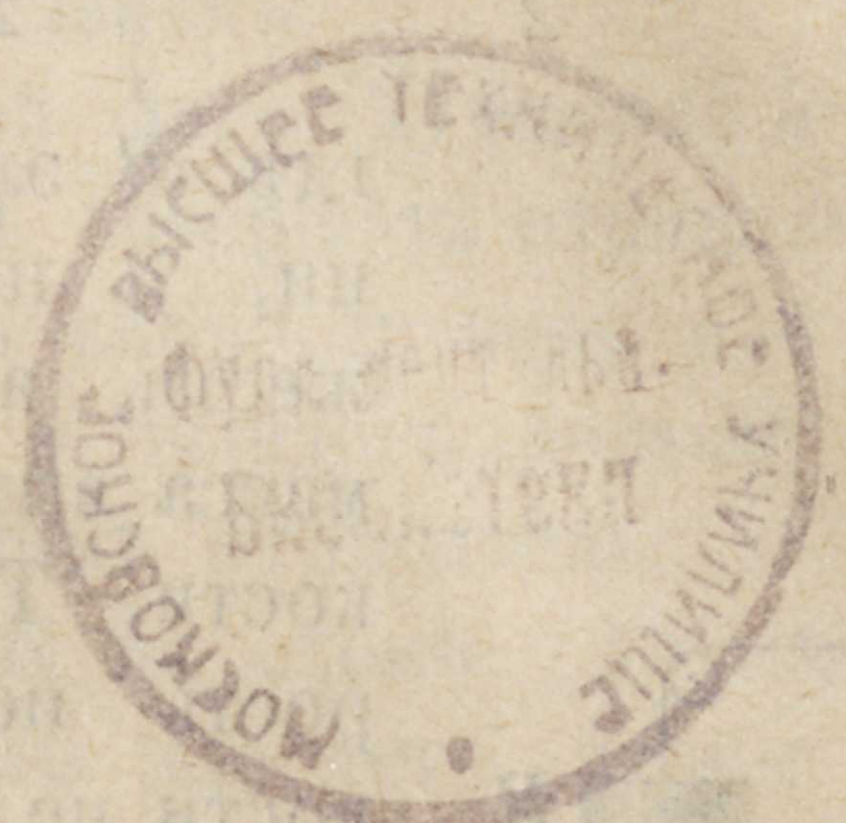


По инвентарной описи № 53732.

1952



Фундаментальная

ило давно

Къ теоріи судовъ, приводимыхъ въ движеніе силою реакціи вытекающей воды.

Профессора Н. Е. Жуковского.

§ 1. Въ двухъ моихъ замѣткахъ, напечатанныхъ въ 1882 и 1886 году¹⁾, я разсмотрѣлъ вопросъ о реакціи втекающей и вытекающей жидкости по отношенію къ сосуду, погруженному въ безпредѣльную массу покоящейся или движущейся жидкости. При этомъ оказалось, что, принимая непрерывное распредѣленіе скоростей жидкости, мы получаемъ, какъ для силы реакціи втекающей, такъ и для силы реакціи вытекающей жидкости, величину нуль, если жидкость покоится въ безконечности; если же она на нѣкоторомъ разстояніи отъ сосуда течетъ со скоростью u , то реакція втекающей жидкости равна mu и направлена по потоку жидкости, а реакція вытекающей жидкости равна mu и направлена противъ потока жидкости, при чемъ m секундная масса всасываемой или выбрасываемой жидкости. Отсюда бы слѣдовало, что полная сила реакціи на сосудъ, всасывающій и выбрасывающій массу жидкости m , была бы въ обоихъ случаяхъ равна нулю, если бы и процессъ всасыванія, и процессъ выбрасыванія совершался при непрерывномъ распредѣленіи скоростей. Но непрерывное распредѣленіе скоростей имѣетъ мѣсто только при всасываніи жидкости, при выбрасываніи же ея образуется свободная жидкая струя, текущая съ образованіемъ поверхности раздѣла среди остальной массы жидкости. Вслѣдствіе этого обстоятельства сила реакціи вытекающей жидкости, равна mv , гдѣ v скорость выбѣгающей жидкости, которую въ случаѣ потока мы принимали въ направленіи скорости u .

Вслѣдствіе этого обстоятельства полная реакція жидкости на сосудъ, всасывающій и выбрасывающій секун-

дную массу m , погруженный въ покоящуюся жидкость, выражается формулою:

$$R = mv, \dots \dots \dots (1)$$

а на сосудъ, погруженный въ потокъ жидкости, текущей со скоростью u , или на сосудъ, движущійся со скоростью u среди покоящейся жидкости, равна

$$R = m(v - u). \dots \dots \dots (2)$$

Послѣднюю формулу обыкновенно берутъ въ основаніе теоріи судовъ, приводимыхъ въ движеніе силою реакціи¹⁾, но при этомъ не принимаютъ во вниманіе ослабленіе въ силѣ сопротивленія судна его движенію, которое происходитъ отъ эффекта всасыванія жидкости. Въ этой статьѣ мы разсматриваемъ явленіе реакціи совместно съ обстоятельствами, обуславливающими сопротивленіе движенію судна, и изслѣдуемъ, какъ измѣняется это сопротивленіе отъ всасыванія жидкости. Мы считаемъ такое изслѣдованіе важнымъ, такъ какъ во всѣхъ теоріяхъ реактивныхъ судовъ, включая сюда и обстоятельную теорію Цейнера²⁾, эффектъ всасыванія разсматривается, какъ эффектъ отъ вхожденія въ судно свободныхъ массъ въ данномъ направленіи, между тѣмъ какъ это явленіе чисто гидродинамическое, и слѣдуетъ обращать вниманіе на измѣненіе давленій воды на судно.

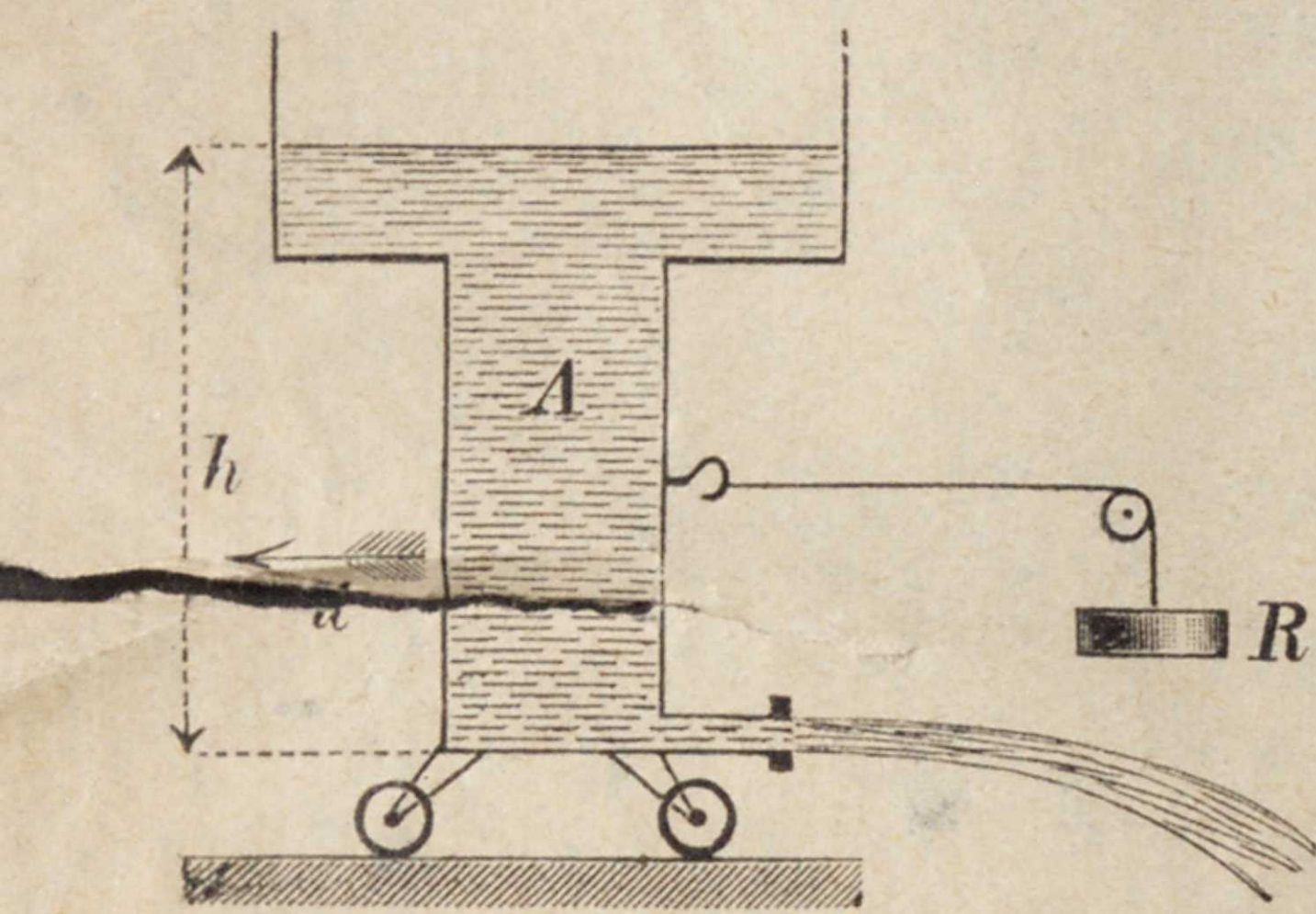
§ 2. Разсмотримъ сначала двѣ схемы, въ которыхъ движущійся сосудъ не окруженъ жидкостью, а несетъ запасъ жидкости съ собою или забираетъ жидкость съ помощью

¹⁾ О реакціи втекающей и вытекающей жидкости. Журналъ Физико-Химическаго Общества, Томъ XIV.
О реакціи втекающей и вытекающей жидкости (Статья вторая). Математическій сборникъ, Томъ XII.

¹⁾ Busley Die Schiffsmaschine, ihre onstruction, Welpzrg, 1889. und Bedienung. Kiel 1886.
S. 104.

трубки изъ рядомъ стоящаго жолоба. Пусть (фиг. 1) сосудъ A съ широкимъ верхнимъ резервуаромъ, въ которомъ жидкость налита до высоты h , движется съ постоянною скоростью u и поднимаетъ грузъ R силою реакціи жидкости, вытекающей изъ трубки x при днѣ сосуда со скоростью v . Примѣняемъ къ сосуду, грузу и массѣ жидкости, обрѣзанной при концѣ трубки x , теорему живыхъ силъ:

$$m dt gh - Ru dt = \frac{m dt (v - u)^2}{2} - \frac{m dt u^2}{2}, \dots (3)$$



Фиг. 1.

гдѣ dt элементъ времени, g напряженіе тяжести, а m секундная масса вытекающей жидкости. Такъ какъ скорость истечения жидкости не измѣняется отъ равномернаго поступательнаго движенія, то

$$gh = \frac{v^2}{2}$$

и

$$R = \frac{m}{2u} [v^2 + u^2 - (v - u)^2] = mv. \dots (1')$$

Мы приходимъ для выраженія силы реакціи къ формулѣ тождественной съ (1').

Полезная работа въ 1" въ этомъ случаѣ будетъ mva , а вся затраченная работа будетъ: mgh для поднятія массы m на высоту h и работа $\frac{mu^2}{2}$ для сообщенія этой массѣ скорости поступательнаго движенія u ; такъ что, называя эту затраченную работу чрезъ T , получаемъ:

$$T = \frac{mv^2}{2} + \frac{mu^2}{2} \dots (4)$$

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія въ рассматриваемой схемѣ выразится чрезъ ¹⁾

$$\eta = \frac{2vu}{v^2 + u^2} \dots (5)$$

Во второй схемѣ (фиг. 2) мы предположимъ, что въ коробку A , движущуюся равномерно со скоростью u и поднимающую съ помощью реакціи струи грузъ R , секундная масса воды m забирается трубкою y изъ жолоба z . Вслѣдствіе того, что эта масса имѣетъ относительно коробки скорость u , она можетъ подняться въ резервуарѣ B на высоту h' надъ уровнемъ жолоба. Изъ резервуара B вода съ помощью работы машины поднимается еще на высоту h до верхняго уровня другого сосуда C , изъ котораго она изливается чрезъ отверстіе трубки x подъ напоромъ $h + h'$. Примѣнимъ теорему живыхъ силъ къ

коробкѣ, резервуарамъ, грузу R , и массѣ воды, обрѣзанной на концахъ трубокъ x и y . Будемъ имѣть:

$$m dt gh - Ru dt = m dt \frac{(v - u)^2}{2} \dots (6)$$

при чемъ живая сила воды въ абсолютномъ движеніи предъ отверстіемъ y берется равной нулю.

Такъ какъ скорость истечения изъ сосуда C выражается по формулѣ:

$$g(h + h') = \frac{v^2}{2},$$

а высота h' , на которую, поднимается вода въ относительномъ движеніи со скоростью u есть:

$$gh' = \frac{u^2}{2},$$

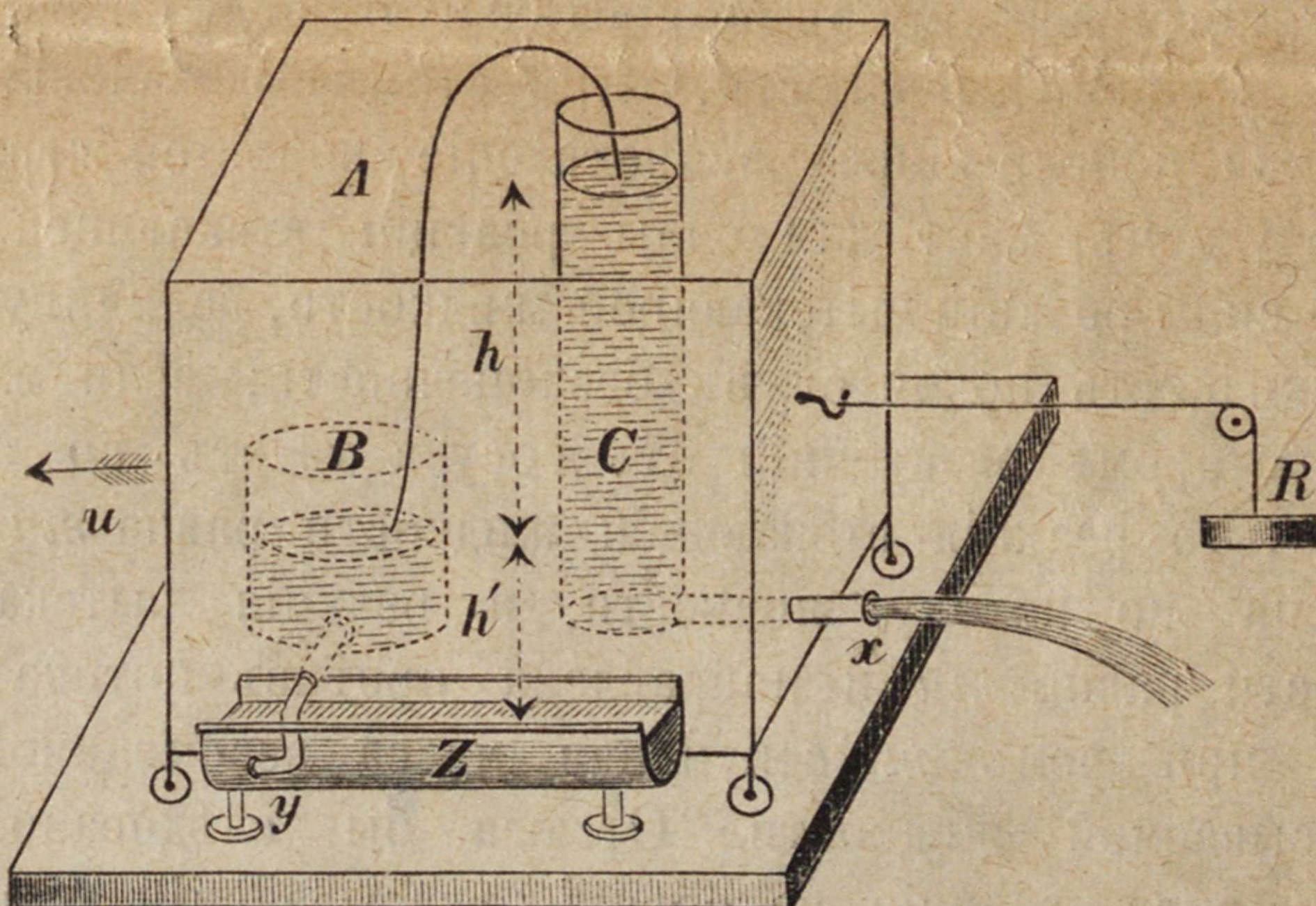
то

$$gh = \frac{v^2}{2} - \frac{u^2}{2}.$$

Подставляя это выраженіе въ вышеприведенную формулу, находимъ, что

$$R = \frac{m}{2u} (v^2 - u^2 - (v - u)^2) = m(v - u) \dots (2')$$

Это соотвѣтствуетъ нашей форм. (2).



Фиг. 2.

Затраченная работа на передвиженіе груза R во второй схемѣ есть работа машины mgh и выражается такъ:

$$T = \frac{mv^2}{2} - \frac{mu^2}{2}; \dots (7)$$

такъ что коэффициентъ полезнаго дѣйствія будетъ ¹⁾:

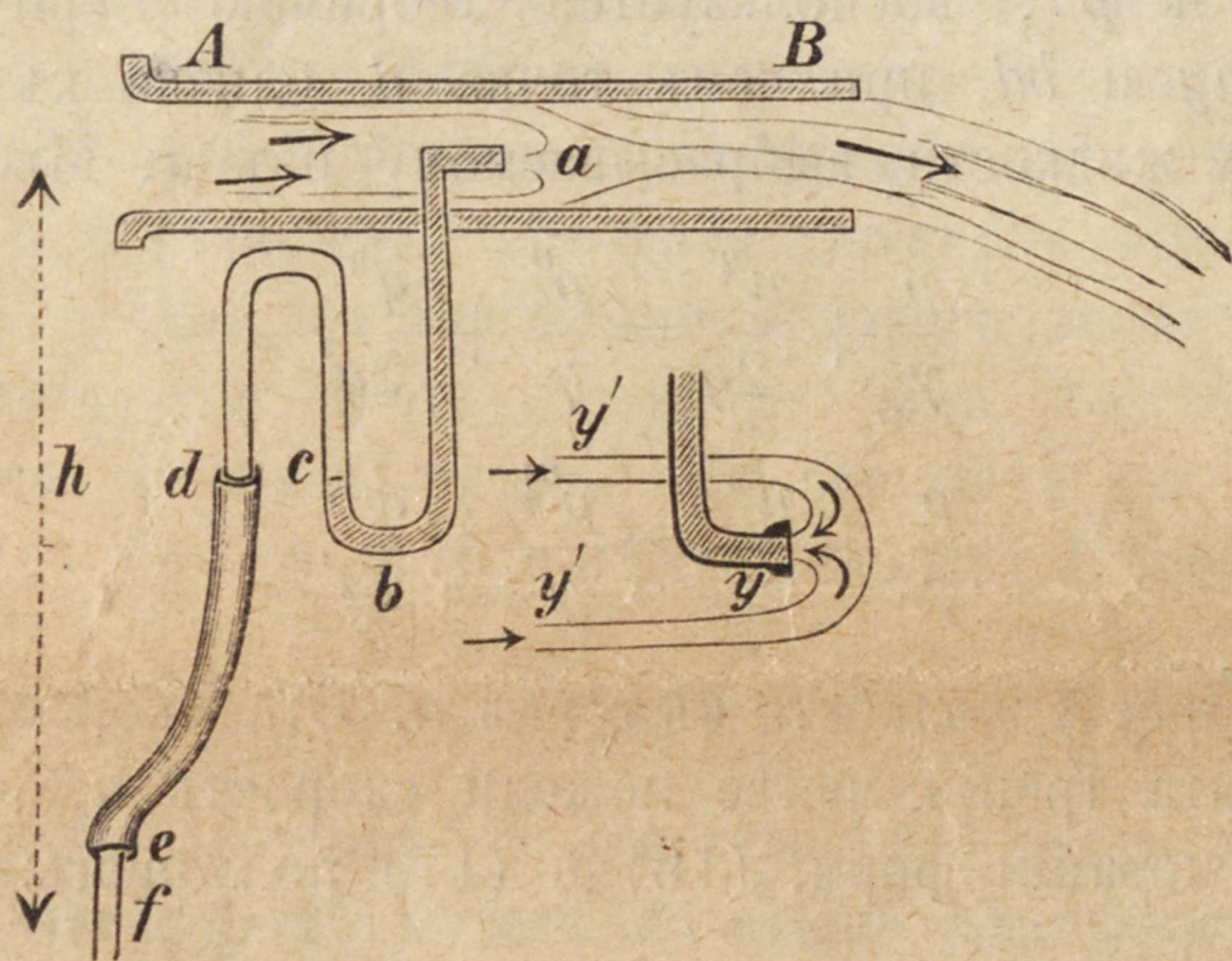
$$\eta = \frac{2(v - u)u}{v^2 - u^2} = \frac{2u}{v + u}, \dots (8)$$

Умножая здѣсь числителя и знаменателя на v , найдемъ, что при $v > u$ коэффициентъ, данный форм. (8), менѣе коэффициента, выраженнаго форм. (5).

активныхъ судовъ А. И. Пермяковымъ въ его статьѣ для ре-
приводимые въ движеніе струею воды. Бюллетени Политехническаго
Общества 1908 г. № 6.

¹⁾ Такой коэффициентъ примѣняется для реактивныхъ судовъ
Буслемъ и Погодинымъ.

§ 3. Мы предположили на фиг. (2), что конец трубки y направлен въ сторону скорости u . Можно бы было подумать, что при иномъ его направленіи выражение работы машины не будетъ соответствовать форм. (7). Такъ можно бы было подумать, что при поворотѣ конца трубки y въ сторону, обратную скорости u , сосудъ B на фиг. (2) придется поставить такимъ образомъ, чтобы его свободная поверхность лежала ниже поверхности воды въ жолобѣ. Здѣсь мы встрѣчаемся съ гидродинамическимъ парадоксомъ, смыслъ котораго легко объясняется. Пусть жидкость изливается со скоростью u изъ широкой трубы AB , въ которую вставлена манометрическая трубка abc , представленная на фиг. (3). Конецъ a этой манометрической трубки, заключенный въ трубѣ AB , изогнутъ по направленію теченія воды. При неподвижности воды въ манометрической трубкѣ мы обнаруживаемъ при ея концѣ a давленіе, ниже атмосфернаго, но, если начать высасывать воду изъ отверстія f , лежащаго ниже уровня c въ манометрѣ, то получаемъ постоянное истеченіе жидкости со скоростью, мало отличающейся отъ той, которая получится, если конецъ a



Фиг. 3.

поставить навстрѣчу теченію въ трубкѣ B . Это объясняется тѣмъ, что, при равновѣсіи воды въ манометрѣ, струи жидкости срываются при концѣ a съ носика трубки и образуютъ такъ называемое „недавленіе“. Когда же жидкость начинаетъ втекать въ манометрическую трубку, то струи, какъ представляютъ y y' на фиг. (3), изгибаются; при этомъ, согласно теоремѣ Бернулли, мы можемъ, пренебрегая гидродинамическими потерями, написать:

$$\frac{u^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} - h,$$

гдѣ v скорость истеченія изъ отверстія f , а h высота точки a надъ f , такъ что $v > u$.

Если въ нашей второй схемѣ къ стѣнкамъ трубки y прибавить поверхность тока въ относительномъ движеніи, опирающуюся на края отверстія y , то получится, какъ видно на фигурѣ (3), трубка, открытая въ направленіи движенія судна. Обрѣзая эту добавочную трубку на значительномъ растояніи отъ y , мы получимъ отверстіе $y'y'$, перпендикулярное къ скорости и направленное навстрѣчу набѣгающей жидкости. Въмѣсто промежуточныхъ сосудовъ B и C мы можемъ прямо вообразить насосъ, который качаетъ воду изъ жолоба z посредствомъ трубки y въ трубку x , тогда въ форм. (6) вмѣсто члена $m dt gh$ надо

писать прямо работу насоса Tdt , при чемъ величина T очевидно выражается по формулѣ (7). Такимъ образомъ форм. (2') будетъ имѣть мѣсто при нашей второй схемѣ, какимъ бы способомъ мы ни забирали воду изъ жолоба z . Но въ нашемъ разсужденіи, при разборѣ схемы второй не принято во вниманіе сопротивленіе воды въ жолобѣ движущейся трубкѣ y . Это сопротивленіе будетъ измѣняться въ зависимости отъ того, всасываемъ ли мы въ трубку y воду или не всасываемъ и въ зависимости оттого какъ мы ее всасываемъ.

§ 4. Если на фиг. (2) высота h будетъ отрицательна и машина будетъ совершать отрицательную работу, чтобы перепускать безъ скорости воду изъ резервуара B въ резервуаръ C , то v выйдетъ меньше u . Формула (2') дастъ намъ при этомъ отрицательную величину полной реакціи, и грузъ R на схемѣ (2) надо будетъ повѣсить съ лѣвой стороны для того, чтобы происходило равномѣрное движеніе коробки A со скоростью u налѣво. Реакція будетъ создавать сопротивленіе движенію. Но такой результатъ опирается на допущеніе, что при отсутствіи подсосыванія и выбрасыванія жидкости никакихъ сопротивленій нѣтъ. Если бы мы обратили вниманіе на это сопротивленіе и опредѣлили бы, какъ оно измѣняется эффектомъ всасыванія воды, то получили бы при $\frac{v}{u} > 0,3$ отъ дѣйствія реакціи нѣкоторую помощь движенію. Пусть трубка y имѣетъ отверстіе площади f , направленное противъ набѣгающей воды. Тогда, при запертомъ кранѣ у сосуда B , она испытываетъ отъ удара воды сопротивленіе:

$$r = kg \varrho fu^2, \dots \dots \dots (9)$$

гдѣ ϱ есть плотность жидкости, отнесенная къ массѣ, kg имѣетъ величину около 0,7. Чтобы двигать коробку A при закрытомъ кранѣ, надо слѣва повѣсить грузъ r . Когда же коробка двигается при открытомъ кранѣ, подсосывая массу m и выбрасывая ее со скоростью v , меньшею u , вся сила r пропадаетъ и замѣняется, какъ было сказано, силою $m(u - v)$. Но легко усмотрѣть справедливость неравенства:

$$m(u - v) < kg \varrho fu^2, \dots \dots \dots (10)$$

которое приводится къ виду:

$$\left(1 - \frac{v}{u}\right) < kg$$

или

$$\frac{v}{u} > 1 - kg;$$

такъ какъ kg имѣетъ величину около 0,7, то $\frac{v}{u} > 0,3$.

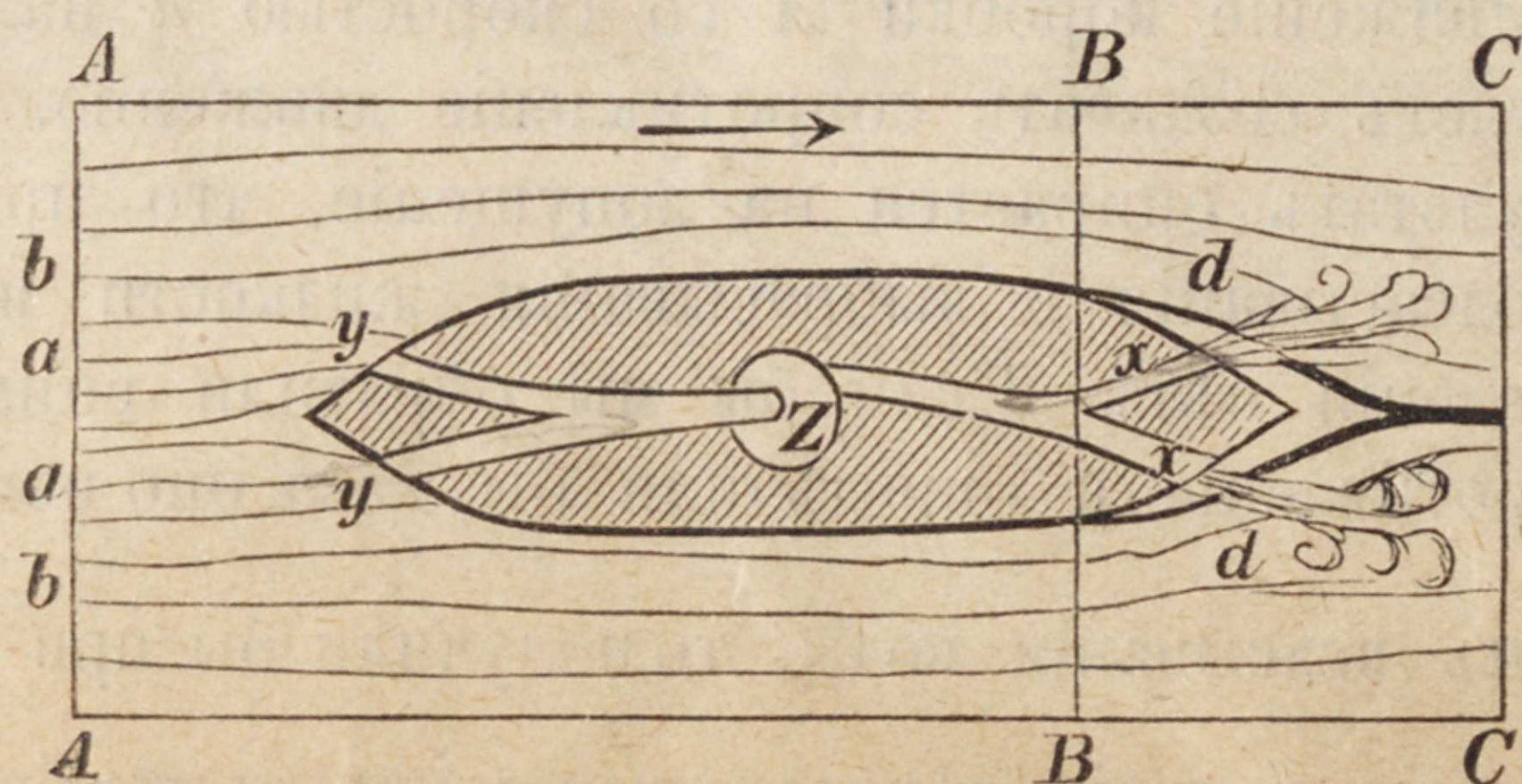
§ 5. Мы переходимъ теперь къ поставленной нами задачѣ. Пусть фигура (4) представляетъ планъ подводной лодки, приводимой въ движеніе реакціею выбѣгающей жидкости. Эта жидкость съ помощью насоса z всасывается съ передней части лодки трубами yy и выбрасывается у ея кормы трубами xx . Предположимъ сначала, что обводы лодки весьма совершенны и струи воды, набѣгая на нее съ носа, сбѣгаютъ съ кормы, не образуя за кормою

поверхностей раздѣла и завихренного пространства. Тогда все сопротивленіе лодки безъ дѣйствія воды найдется по закону тренія воды о стѣнки и будетъ по Фуду

$$F = 0,14 u^2 S \dots \dots \dots (11)$$

гдѣ S смоченная поверхность лодки или точнѣе такъ называемая приращенная поверхность Ранкина.

Предполагаемъ теперь, что насосъ z дѣйствуетъ и, забирая массу m воды чрезъ отверстія yy , выбрасываетъ ее чрезъ отверстія xx . Сообщаемъ судну и всей жидкой массѣ общую скорость поступательнаго движенія u въ сторону, обратную u , такъ что получимъ неподвижное судно въ потокѣ жидкости, текущемъ со скоростью u . Охватимъ нашу подводную лодку цилиндрическою поверхностью $AACC$, достаточно широкою и съ достаточно удаленными отъ лодки сѣченіями AA и CC , чтобы можно



Фиг. 4.

считать во всѣхъ точкахъ этой цилиндрической поверхности скорость частицъ жидкости равной u . Такъ какъ количество движенія жидкости, вытекающей чрезъ площадь сѣченія CC и втекающей чрезъ площадь сѣченія AA , одинаковы, то называя чрезъ p и p' гидродинамическія давленія въ этихъ сѣченіяхъ, напомнимъ по теоремѣ о количествѣ движенія, отнесенной къ жидкой массѣ, заключенной въ цилиндрѣ $AACC$ (сюда относится и жидкость въ трубопроводахъ лодки):

$$(p - p') \Omega dt - R dt = 0 \dots \dots \dots (12)$$

Гдѣ R есть сила дѣйствія жидкой массы на подводную лодку. Эта сила по закону дѣйствія равнаго противодѣйствію равна и прямо противоположна силѣ дѣйствія лодки на воду.

Въ нашемъ случаѣ лодка находится въ относительномъ покоѣ и эффектъ реакціи уравнивается эффектомъ силы тренія F ; поэтому $R = 0$, и урав. (12) приводитъ насъ къ заключенію, что

$$p = p' \dots \dots \dots (13)$$

Прилагаемъ теперь ко всей жидкой массѣ, заключенной въ $AACC$, теорему живыхъ силъ.

Для этого надо написать, что элементарная работа машины $T dt$ безъ работы тренія $F u dt$ и безъ работы, потерянной на ударъ струй въ жидкость, текущую около сѣченія CC съ постоянною скоростью, равна нулю. При этомъ работу, потерянную на ударъ, опредѣляемъ по теоремѣ Карно.

Получимъ:

$$T dt - F u dt - \frac{m(v - u)^2}{2} dt = 0, \dots \dots \dots (14)$$

откуда

$$T = F u + \frac{m(v - u)^2}{2} \dots \dots \dots (15)$$

Что касается до секундной работы насоса z , то ее мы опредѣляемъ, прилагая теорему живыхъ силъ въ относительномъ движеніи къ массѣ жидкости, заполняющей трубопроводы подводной лодки, при чемъ эту массу считаемъ обрѣзанной въ концахъ трубопроводовъ xx и yy .

Получаемъ:

$$\frac{gm}{\gamma} (p'' - p''') dt + T dt = \frac{mv^2}{2} - \frac{mq^2}{2}, \dots \dots \dots (16)$$

гдѣ p'' и p''' гидродинамическія давленія въ точкахъ y и x , q и v скорости жидкости въ этихъ точкахъ, а γ плотность жидкости. Чтобы исключить изъ форм. (16) величины p'' и p''' , воспользуемся теоремою Бернулли на струяхъ ay и bd , при чемъ точка d близка къ свободному лучу жидкости, выбрасываемому изъ x . Мы имѣемъ:

$$\begin{aligned} \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} &= \frac{p''}{\gamma} + \frac{q^2}{2g}, \\ \frac{p}{\gamma} + \frac{u^2}{2g} &= \frac{p'''}{\gamma} + \frac{w^2}{2g}, \end{aligned} \dots \dots \dots (17)$$

гдѣ w скорость жидкости въ точкѣ d . Эта скорость вслѣдствіе эффекта тренія менѣе нежели скорость u .

На основаніи форм. (16) и (17) получаемъ:

$$T = \frac{mv^2}{2} - \frac{mw^2}{2} \dots \dots \dots (18)$$

Подставляя это выраженіе въ форм. (15), находимъ, что

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mu^2}{2} - \frac{m(v - u)^2}{2} + \frac{mu^2}{2} - \frac{mw^2}{2} = F u$$

или

$$m(v - u) + \frac{mu}{2} \left(1 - \frac{w^2}{u^2}\right) = F \dots \dots \dots (19)$$

Лѣвая часть, которая уравниваетъ силу внѣшняго тренія могла бы быть названа силою полной реакціи. Мы видимъ, что эта сила болѣе, нежели $m(v - u)$. Когда w очень мало, тогда сила реакціи обращается въ $m(v - \frac{u}{2})$; когда же w близко къ u тогда сила реакціи выражается чрезъ $m(v - u)$.

Для расчета реактивнаго судна въ предположеніи, что w близко къ u , мы будемъ имѣть формулы:

$$\eta = \frac{2}{1 + \left(\frac{v}{u}\right)} \dots \dots \dots (20)$$

$$fg\gamma(v - u) = 0,14 u^2 S, \dots \dots \dots (21)$$

гдѣ f сумма площадей отверстій xx . Последняя формула можетъ быть представлена въ видѣ:

$$f = \frac{0,14}{\varrho} \frac{1}{\frac{v}{u} \left(\frac{v}{u} - 1 \right)} S = 0,0014 \frac{1}{\frac{v}{u} \left(\frac{v}{u} - 1 \right)} S. \quad (22)$$

Если, напримѣръ, $v = 2u$, то

$$f = 0,0007 S$$

и

$$\eta = \frac{2}{3}.$$

Послѣ этого, задавшись величиною u и зная $v = 2u$, найдемъ количество выбрасываемой жидкости по f , а по форм. (11) опредѣлимъ величину F ; зная же F и коэффициентъ полезнаго дѣйствія, опредѣлимъ работу машины.

§ 6. Если бы струи жидкости срывались съ лодки передъ кормою съ нѣкоторою скоростью w , то обсудить вопросъ объ эффектѣ реакціоннаго пропеллера на измѣненіе сопротивленія, испытываемаго движущимся тѣломъ, можно бы было, прибѣгая къ способу предложенному Сенъ-Венаномъ¹⁾ для опредѣленія сопротивленія судовъ. Сенъ-Венанъ предполагаетъ, что тѣло движется внутри нѣкотораго цилиндра, за предѣлами котораго лежитъ покоящаяся жидкость. Этотъ цилиндръ (фиг. 14) $AACC$ будетъ имѣть площадь сѣченія Ω сравнимую съ площадью миделеваго сѣченія ω . Для обыкновенныхъ скоростей отношеніе $\frac{\Omega}{\omega}$ около 10.

Средняя скорость w въ суженной части между тѣломъ и цилиндромъ будетъ даваться формулою:

$$w = u \frac{\Omega}{\Omega - \omega} - \frac{m}{\varrho(\Omega - \omega)}, \quad \dots \quad (23)$$

гдѣ

$$\varrho = \frac{\gamma}{g}.$$

Въ формулу живыхъ силъ (14) для разсматриваемаго случая слѣдуетъ ввести потерю живой силы на ударъ струй, срывающихся съ бортовъ подводной лодки при кормѣ со среднею скоростью w , о жидкость, текущую около сѣченія CC со скоростью u . Вслѣдствіе этого форм. (14) получить видъ:

$$T dt - F u dt - \frac{m(v-u)^2}{2} dt - (\Omega u \varrho - m) \frac{(w-u)^2}{2} dt = 0, \quad (24)$$

откуда

$$T = F u + \Omega u \varrho \frac{(w-u)^2}{2} + \frac{m(v-u)^2}{2} - \frac{m(w-u)^2}{2}. \quad (25)$$

Что касается до секундной работы машины T , то она можетъ быть по прежнему выражена форм. (18).

¹⁾ Saint-Venant. Mémoire de l'Académie de Sciences. Vol XLIV 1887 г.

Подставляя это значеніе T въ форм. (25), находимъ

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mu^2}{2} - \frac{m(v-u)^2}{2} - \left\{ \frac{mw^2}{2} - \frac{mu^2}{2} - \frac{m(w-u)^2}{2} \right\} = \\ = F u + \Omega u \varrho \frac{(w-u)^2}{2}$$

или

$$m(v-w) = F + \Omega \varrho \frac{(w-u)^2}{2} \dots \dots (26)$$

Если бы мы хотѣли опредѣлить силу сопротивленія воды судну при недѣйствующемъ насосѣ z , то должны бы были опредѣлять R изъ формулы (12), полагая $p > p'$. При этомъ форм. (24) написалась бы въ слѣдующемъ видѣ:

$$(p - p') \Omega u dt - F u dt - \Omega u \varrho \frac{(w' - u)^2}{2} = 0 \dots \dots (27)$$

Исключая отсюда $p' - p$ съ помощью форм. (12), имѣемъ:

$$R = F + \Omega \varrho \frac{(w' - u)^2}{2}, \quad \dots \dots (28)$$

гдѣ

$$w' = u \frac{\Omega}{\Omega - \omega} \dots \dots (29)$$

Здѣсь величина w' (какъ видно изъ форм. (23)) болѣе, нежели w во второй части форм. (26). Коэффициентомъ полезнаго дѣйствія слѣдуетъ считать отношеніе $\frac{Ru}{T}$, гдѣ вмѣсто R можно взять вторую часть форм. (26), умноживъ ее на нѣкоторый коэффициентъ ξ , болѣе единицы. Что касается до работы машины T , то она опредѣляется по форм. (18). Мы получимъ:

$$\eta = \xi \frac{2u}{v + w} \dots \dots (30)$$

Этотъ коэффициентъ можетъ выйти болѣе того, который дается формулою Буслея, вслѣдствіе того, что ξ болѣе единицы.

§ 7. Теперь является вопросъ откуда выгоднѣе забирать воду: съ передней части судна, съ боку его или съ кормы. Наша форм. (18) для работы T остается оди- ково справедливой изъ какой бы части лодки, считая отъ носа до сѣченія BB , съ котораго начинается схождение струй съ лодки, мы ни брали воду. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія надо подсчитывать по форм. (30),

приписавъ отношенію $\frac{\Omega}{\Omega - \omega}$ значеніе, удовлетворяющее опытнымъ даннымъ. Если же вода забирается у кормы, то можетъ образоваться особое явленіе. Струи, загибающіяся въ сосущія отверстія, какъ бы исправятъ очертаніе лодки. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія долженъ будетъ подсчитываться при этомъ съ помощью форм. (19) гдѣ w менѣе u вслѣдствіе тренія о стѣнки лодки. Вообще для обводовъ съ рѣзкими очертаніями можно ожидать выгоду отъ постановки всасывающихъ трубъ

близко къ кормѣ. Извѣстно, что Цейнеръ рекомендовалъ постановку всасывающихъ отверстій въ передней части лодки, но не надо забывать, что треніе въ трубопроводахъ лодки, которое мы не подсчитывали въ этомъ изслѣдованіи, увеличивается съ расположеніемъ отверстій въ передней части. Очень важно произвести эксперименты, которые бы рѣшили вопросъ объ наивыгоднѣйшемъ мѣстѣ забора воды. Такіе эксперименты въ маломъ лабораторномъ размѣрѣ производятся при механическомъ кабинетѣ Московскаго Университета. Они показали при первоначальныхъ

наблюденіяхъ, что реакція втекающей жидкости, принимая подъ нею измѣненіе въ полномъ сопротивленіи тѣла, погруженнаго въ потокъ жидкости, больше, когда всасываемъ жидкость съ передней части или съ борта, и меньше, когда всасываемъ ее съ кормы. Во всѣхъ случаяхъ отъ всасыванія получается увеличеніе силы сопротивленія текущей жидкости, т.-е. реакція всасывающей жидкости направлена по потоку, но это увеличеніе самое малое при сосаніи съ кормы.

Р 262518	
Жуковский, Н.Е.	
Теория судов...	
11 75 н.	

Р 262518

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



262518

Жуковский Н.Е. К теории судов, приводимых