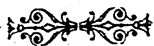


Е. ФЕДОРОВЪ.

# СОПРОТИВЛЕНІЕ СРЕДИНЪ.

RÉSISTANCE DES FLUIDES.

(Съ 8-ю политипажамъ, помѣщенными въ текстѣ).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1895.

А  
Е. ФЕДОРОВЪ.

# СОПРОТИВЛЕНІЕ СРЕДИНЪ.

RÉSISTANCE DES FLUIDES.

(Съ 8-ю политажами, помѣщенными въ текстѣ).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1895.



## СОПРОТИВЛЕНІЕ СРЕДИНЪ.

(Съ 8-ю политипажками, помѣщенными въ текстѣ).

При изученіи различныхъ вопросовъ гидравлики всегда наталкиваешься на чрезвычайно сложныя дифференціальныя уравненія и рѣшеніе вопроса представляется зависящимъ исключительно только отъ того—возможно ли проинтегрировать ихъ, или нѣтъ; другими словами, вопросъ признается рѣшеннымъ теоріею, а вся задержка происходитъ какъ бы только отъ недостатка развитія математическаго анализа. На самомъ дѣлѣ, однако же, это совершенно невѣрно: если бы математика дала способы рѣшать самыя замысловатыя дифференціальныя уравненія, то все же это ни на шагъ не подвинуло бы нашихъ свѣдѣній по гидравликѣ. Дѣйствительно: математика даетъ намъ лишь возможность выразить извѣстныя намъ явленія, соотношенія и т. п. въ чрезвычайно ясной, наглядной и изящной формѣ. вмѣсто того, чтобы описывать явленіе длиннымъ рядомъ предложеній, мы выражаемъ его коротко и, тѣмъ не менѣе, вполне точно, при помощи математической формулы. Но для того, чтобы выразить данное явленіе математическимъ языкомъ, его нужно сначала изучить и совершенно ясно и отчетливо представлять себѣ его сущность. Можемъ ли мы похвалиться, что знаемъ явленія, происходящія въ жидкостяхъ, а тѣмъ болѣе въ газахъ? А разъ мы ихъ не знаемъ, то и математика не поможетъ намъ выразить явленіе, намъ неизвѣстное. Приведемъ слова извѣстнаго ученаго Д. И. Менделѣева: „Примѣненіе математическаго анализа къ разработкѣ мало изслѣдованной области знаній придаетъ ей лживый образъ нѣкоторой законченности, отбивающей охоту отъ изученія предмета опытнымъ путемъ“. Эти слова вполне справедливы по отношенію къ тѣмъ сложнымъ математическимъ формуламъ, которыми пестритъ каждый курсъ гидравлики; на самомъ дѣлѣ теоріи сопротивленія въ гидравликѣ почти не существуетъ и въ этомъ легко убѣдиться,

начиная чуть не съ первой страницы любого сочиненія по гидравликѣ. Начнемъ съ самаго опредѣленія гидравлики.

„Окончательные выводы гидростатики и гидродинамики получаются на основаніи общихъ началъ механики изъ характеристическаго свойства жидкихъ тѣлъ, вытекающаго изъ слѣдующаго опредѣленія жидкости.

„Жидкость есть такого рода тѣло, которое способно обнаруживать сопротивленіе внѣшнимъ силамъ, его сжимающимъ, но неспособно представить никакихъ сопротивленій какъ силамъ, его растягивающимъ, такъ и производящимъ сдвигъ или скольженіе“ \*).

А на слѣдующихъ страницахъ мы непремѣнно читаемъ, что „въ дѣйствительности“ такихъ жидкостей не существуетъ и, слѣдовательно, гидравлика занимается изученіемъ не дѣйствительнаго явленія, такъ какъ оно происходитъ въ природѣ, а какой то фикціи.

Правда, была сдѣлана попытка перейти отъ идеальныхъ, воображаемыхъ, или, такъ называемыхъ, „совершенныхъ“ жидкостей путемъ введенія въ формулы гидравлики дополнительныхъ членовъ, но попытку эту далеко нельзя признать удавшеюся. Не говоря уже о томъ, что и безъ того сложныя дифференціальныя уравненія превратились въ совершенно неудобочитаемыя и неразрѣшимыя, но главное—это то, что и предположенія, на которыхъ построены эти добавочные члены, являются проблематическими, ничѣмъ не подтверждаемыми. Примѣненіе этихъ формулъ къ нѣкоторымъ частнымъ случаямъ хотя какъ бы подтверждалось согласіемъ результатовъ, даваемыхъ ими, съ дѣйствительностью, но при этомъ всегда приходилось прибѣгать къ новымъ допущеніямъ, къ отбрасыванію различныхъ членовъ въ уравненіи безъ предварительной строгой провѣрки возможности подобнаго безцеремоннаго обращенія съ математическою формулою. Самыя предположенія являлись не результатомъ тщательнаго изученія явленія, а болѣе или менѣе правдоподобною гипотезою, получившею право гражданства исключительно благодаря имени великаго человѣка, впервые ее предложившаго \*\*).

Гидравлика, излагаемая безъ основныхъ дифференціальныхъ уравненій, какъ это мы видимъ, напримѣръ, въ курсѣ Вейсбаха, нисколько не теряетъ въ полнотѣ, а въ смыслѣ ясности даже выигра-

\*) И. А. Евневичъ. Курсъ Гидравлики. 1874.

\*\*) Ibid. „Ньютонъ первый предложилъ гипотезу, что гидравлическія тренія суть линейныя функціи относительныхъ скоростей, а Навье, допуская эту гипотезу, первый дополнилъ уравненія движенія жидкостей членами выражающими работу этихъ треній“.

ваетъ. Какъ часть прикладной механики, гидравлика вся построена на эмпирическихъ формулахъ, что не представляетъ большого неудобства для практики, такъ какъ эти формулы были много разъ провѣрены. Если инженеру, построившему водопроводъ, и приходится волноваться и тревожиться при ожиданіи испытанія этого сооруженія, то во всякомъ случаѣ для выполненія предначертаній проекта онъ прибѣгнетъ не къ теоріи, а къ наблюдательности, находчивости или къ опыту своему или другихъ инженеровъ.

Но если несовершенство теоріи даетъ себя мало чувствовать на практикѣ, то это потому, что мы постоянно имѣемъ дѣло почти исключительно съ одною жидкостью, а именно съ водою; мы пользуемся паденіемъ ея для приведенія въ дѣйствіе гидромоторовъ, мы проводимъ ее по трубамъ и т. д. Громадный, многолѣтній опытъ даетъ намъ полную увѣренность при составленіи новыхъ проектовъ. Совсѣмъ иначе стоитъ дѣло при проведеніи другихъ жидкостей по трубамъ: у насъ опыта нѣтъ и мы достигнемъ въ будущемъ хорошихъ результатовъ только цѣною ряда ошибокъ, избѣгнуть которыхъ безъ свѣта теоріи мы совершенно лишены возможности.

Недостатки нынѣ общепринятой теоріи даютъ себя чувствовать въ одной отрасли техники, которая имѣетъ дѣло даже и съ водою; мы говоримъ о кораблестроеніи. Задача, которую преслѣдуетъ кораблестроительное искусство, состоитъ въ томъ, чтобы создать судно, которое, помимо общихъ и спеціальныхъ требованій, къ нему предъявляемыхъ (какъ-то: прочность, устойчивость и т. п.), обладало бы еще тѣмъ достоинствомъ, что при данномъ водоизмѣщеніи оно достигало бы требуемой скорости съ наименьшею затратою работы. Задача эта весьма трудная и здѣсь всего лучше выясняется, что мы не имѣемъ никакой научной теоріи сопротивленія срединѣ; дѣйствительно: явленія, происходящія въ жидкости, при движеніи въ ней судна, въ высшей степени сложны и не могутъ укладываться въ рамки простой эмпирической формулы, какъ этого сравнительно легко достигнуть при изученіи наиболѣе простаго случая движенія жидкости, а именно прямолинейнаго при проведеніи жидкостей по трубамъ. Въ докладѣ 1869 г. Британскому обществу для успѣховъ знанія, составленномъ особымъ комитетомъ, состоявшимъ изъ гг. К. В. Мерриффайльда, Биддера, Д. Гальтона, Ф. Гальтона, проф. Ранкина и В. Фроуда, мы читаемъ: „Не только мы не имѣемъ яснаго представленія объ обводахъ корабля, соотвѣтствующихъ наименьшему сопротивленію, но у насъ нѣтъ даже данныхъ для рѣшенія этой задачи“. Громкія имена лицъ, подписавшихъ названный