

ОЧЕРКЪ ТЕОРІИ ВОДЯНЫХЪ ТЕЧЕНІЙ, ВЫРАБОТАННОЙ БУССИНЕКОМЪ.

СОСТАВИЛЪ

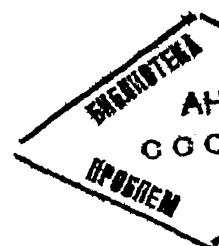
Д. Бобылевъ,

Ординарный Профессоръ Института Инженеровъ Путей Сообщенія
Императора Александра I.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Садовая, № 9.

1898.



А

Печатано по распоряженію Института инженеровъ путей сообщенія
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА І.

Завѣдывающій изданіями Института Инженеровъ путей сообщенія
ИМПЕРАТОРА Александра І, Секретарь Совѣта *Тимоновъ*.

А

Обширный труд известного французскаго ученаго Boussinesq, озаглавленный: «Essai sur la théorie des eaux courantes», помѣщенный въ XXIII-мъ томѣ собранія мемуаровъ французской Академіи наукъ ¹⁾, представляетъ собою попытку рѣшить различные вопросы о движеніи жидкостей, рассматриваемые въ гидравликѣ, исходя изъ дифференціальныхъ уравненій гидродинамики несжимаемыхъ жидкостей совершенныхъ и вязкихъ (обладающихъ треніемъ). Авторъ раздѣлилъ свое сочиненіе на четыре части. Въ трехъ первыхъ рассматриваются установившіяся и не установившіяся теченія въ трубахъ и открытыхъ руслахъ и распространеніе волнъ по поверхности рѣкъ и каналовъ. Четвертая часть состоитъ изъ трехъ дополнительныхъ статей; въ первой заключается теорія истеченія жидкостей черезъ отверстія и водосливы, во второй говорится о крутыхъ заворотахъ въ трубахъ и каналахъ и о водоворотахъ, въ третьей — о пластинчатыхъ струяхъ Савара. Кромѣ того въ XXIV-мъ томѣ «Mémoires présentés....» находится прибавленія и разъясненія, относящіяся къ различнымъ главамъ и параграфамъ сочиненія.

По желанію Совѣта Института Инженеровъ Путей Сообщенія я составилъ очеркъ труда Буссинеска преимущественно въ примѣненій къ установившимся и не установившимся теченіямъ въ рѣкахъ, каналахъ и ручьяхъ. Порядокъ изложенія отличается отъ принятаго Буссинескомъ и нѣкоторые выводы сдѣланы иначе.

Очеркъ раздѣленъ на три главы; первая заключаетъ выводъ глав-

¹⁾ Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences de l'Institut National de France. T. XXIII.

Сочиненіе Буссинеска было представлено въ октябрѣ 1872 г. Академіи; въ апрѣлѣ 1873 года о немъ былъ сдѣланъ весьма подробный, обстоятельный и въ высшей степени одобрительный докладъ Сентъ-Венаномъ отъ имени комисіи, состоявшей изъ докладчика, Боппе и Филиппа.

II

ныхъ уравненій теоріи теченій, вторая относится къ теченіямъ установленнымъ, третья—къ неустановившимся.

Въ § 1-мъ приведены безъ вывода общія дифференціальныя уравненія движенія жидкостей, обладающихъ треніемъ. Эти дифференціальныя уравненія, составленныя впервые Навье въ 1822 году, то-есть на 18 лѣтъ позже изданія сочиненія Прони «*Recherches physico-mathématiques sur la theorie des eaux courantes*, 1804», давшего первую теорію установившагося теченія въ трубахъ, конечно, были извѣстны Беланже ²⁾, Кориолису ³⁾, Вотье ⁴⁾, Дюпюи ⁵⁾ и другимъ авторамъ по теоріи теченій, писавшимъ позже 1822 года и вѣроятно имѣвшимъ причины не пользоваться уравненіями Навье, хотя Навье и нашелъ частныя рѣшенія своихъ уравненій, выражающія прямолинейныя теченія по трубамъ постоянныхъ сѣченій прямоугольныхъ и круговыхъ. Однако эти частныя рѣшенія удовлетворительно согласуются только съ явленіями теченія по трубкамъ капиллярнымъ, но не примѣнимы къ теченіямъ въ широкихъ трубахъ и каналахъ, потому что, какъ извѣстно изъ опытовъ, движеніе жидкости въ такихъ трубахъ никогда не бываетъ прямолинейнымъ, но всегда сопровождается водоворотами, возникающими на шероховатостяхъ и неровностяхъ русла, и распространяющимися внутри потока.

Сенъ-Венанъ высказалъ по этому поводу такую мысль, что можно приложить дифференціальныя уравненія гидродинамики къ дѣйствительнымъ теченіямъ, сопровождаемымъ водоворотами, если подъ скоростями теченія подразумѣвать не дѣйствительныя скорости частицъ жидкости, но *среднія мѣстныя скорости* (*vitesses moyennes locales*). Буссинекъ воспользовался этою идеею своего учителя, но при этомъ ему пришлось измѣнить представленіе о коэффициентахъ внутренняго и внѣшняго тренія, полагая ихъ не постоянными, но зависящими

²⁾ *Bélangier*, Essai sur la solution numérique de quelques problèmes relatifs au mouvement des eaux courantes, Paris, 1882.

³⁾ *Coriolis*, Mémoire sur l'établissement de la formule qui donne la figure des remous, Paris, 1836.

⁴⁾ *Vauthier*, De la théorie du mouvement permanents des eaux courantes, Paris, 1836.

⁵⁾ *Dupuit*, Etudes théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux dans les canaux découverts et à travers les terrains perméables, Paris, 1848; 2-me édition 1863.

III

отъ средней мѣстной скорости и отъ другихъ величинъ. Въ § 2-мъ настоящаго очерка излагаются эти допущенія или гипотезы Буссинека ¹⁾.

Въ § 3-мъ выводятся приближенные равенства, получаемыя Буссинекомъ изъ дифференціальныхъ уравненій движенія, причемъ говорится о томъ, какими именно величинами и выраженіями онъ пренебрегаетъ. Самая слабая сторона такихъ пренебреженій, дѣлаемыхъ въ дифференціальныхъ уравненіяхъ гидродинамики, заключается въ томъ, что мы очень часто не можемъ указать, каковы величины дѣлаемыхъ при этомъ погрѣшностей.

Въ §§ 4 и 5 дѣлается выводъ приближеннаго выраженія для давленія и выводъ уравненія движенія потока.

Въ слѣдующихъ затѣмъ §§ 6 — 11 излагается въ измѣненномъ видѣ параграфъ XL третьей части книги Буссинека. Авторъ (на стр. 488) говоритъ, что изложеніе было бы короче и можно было бы избѣжать многихъ повтореній, еслибы параграфъ этотъ былъ изложенъ передъ началомъ части второй; но онъ не сдѣлалъ этого и избралъ длиннѣйшій путь для того, чтобы постепенно переходить отъ простыхъ вопросовъ къ болѣе сложнымъ.

Съ § 12-го начинается примѣненіе предыдущихъ общихъ формулъ къ теоріи теченій установившихся, сначала равномерныхъ (§ 12), затѣмъ однообразныхъ (§§ 13, 14, 15).

Въ § 16-мъ общія формулы примѣняются къ теченію въ широкомъ каналѣ при замѣтномъ искривленіи линій теченія; искривленія эти могутъ происходить, какъ вслѣдствіе искривленія дна русла, такъ и при переходѣ отъ равномернаго теченія къ неравномерному, или обратно. Въ § 17-мъ разсматривается искривленіе поверхности въ областяхъ такихъ переходовъ, причемъ выясняется необходимость раздѣлить потоки на три класса: рѣки, быстрыя стремнины (§ 18) и стремнины умѣреннаго уклона (§ 19). Въ § 20-мъ рассматри-

¹⁾ Въ настоящемъ 1896 году въ томахъ CXXII (стр. 1289, 1371, 1446, 1517) и CXXIII (стр. 7, 77, 141) помѣщена статья Буссинека подъ заглавіемъ: „Théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits rectilignes a grandes section“. Статья эта недавно издана отдѣльно. Появленіе ея объясняется частью тѣмъ, что всѣ отдѣльные экземпляры „Essai sur la théorie des eaux courantes“ разошлись, частью тѣмъ, что авторъ нашелъ удобнымъ нѣсколко упростить выводы нѣкоторыхъ формулъ.