

Рахманинов Иван Иванович

**Теория вертикальных
водяных колес: Рассуждение
Ив. Рахманинова**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
И17

И17 **Иван Иванович Р.**
Теория вертикальных водяных колес: Рассуждение Ив. Рахманинова / Рахманинов Иван Иванович – М.: Книга по Требованию, 2022. – 217 с.

ISBN 978-5-519-80383-0

ISBN 978-5-519-80383-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ВВЕДЕНІЕ.

§ 1.

Машиною называется система тѣлъ , приводимая въ движеніе одною или нѣсколькими силами и преодолевающая въ своемъ движеніи силы сопротивленія, точки приложенія которыхъ движутся въ направленіи , противоположномъ тому , которое эти силы стремятся имъ сообщить. Всякая фабричная машина состоитъ изъ слѣдующихъ трехъ частей. Первая часть, непосредственно принимающая въ себя дѣйствія движителя, называется *пріемникомъ*; послѣдняя, дѣйствующая на обрабатываемое вещество и непосредственно преодолевающая сопротивленія сего послѣдняго механической его обработкѣ , называется *орудіемъ* или *исполнительнымъ механизмомъ*; посредствующія части между пріемникомъ и орудіемъ называются *приводами движенія*.

Водяныя колеса , обыкновенные пріемники движущей силы воды, раздѣляются на два существенно другъ отъ друга отличные отдѣла :

- 1) *Колеса вертикальныя*, обращающіяся на оси *горизонтальной* и по большей части называющіяся просто *водяными колесами*.

2) *Колеса горизонтальныя*, обращающіяся на оси *вертикальной*.

Первыя составляютъ преимущественно предметъ этого разсужденія. Довольно трудно раздѣлить на классы вертикальныя водяныя колеса, которыхъ устройство сдѣлалось въ настоящее время такъ разнообразнымъ отъ разнообразія условій, при которыхъ должно быть употреблено колесо. Если въ основаніе дѣленія колесъ принять способъ дѣйствія на нихъ воды, то мы ихъ раздѣлимъ на слѣдующіе три отдѣла:

1) Колеса, на которыя вода дѣйствуетъ *ударомъ*, или *пошвенныя съ прямыми лопатками*.

2) Колеса, на которыя вода дѣйствуетъ *давленіемъ*, или *пошвенныя съ кривыми лопатками*, изобрѣтенными Понселе.

3) Колеса, на которыя вода дѣйствуетъ *своимъ вѣсомъ*.

Но что касается до послѣдняго отдѣла колесъ, вода, дѣйствуя на нихъ своимъ *вѣсомъ*, дѣйствуетъ на нихъ *вмѣстѣ съ тѣмъ и ударомъ*. Кромѣ того подъ 3-й отдѣлъ подходятъ такія колеса, которыя существенно разнятся между собою, каковы напр. колеса *наливныя* и колеса *полупошвенныя*, которыя составляютъ, такъ сказать, переходъ отъ колесъ, получающихъ воду *открытымъ отверстиемъ*, къ колесамъ пошвеннымъ.

Раздѣленіе колесъ на *низобойныя* (пошвенныя), *средобойныя* (боковыя) и *верхобойныя* (наливныя), какъ послѣ увидимъ, не характеризируетъ ихъ достоинства.

§ 2.

Мы изложимъ другую классификацію вертикальныхъ водяныхъ колесъ , принимая въ основаніе дѣленія *практическую зависимость* того или другаго колеса отъ *данныхъ условий*, определяющихъ его устройство. *Расходъ воды*, а преимущественно *паденіе*, обуславливаетъ выборъ колеса.

Отсюда понятно , что мы должны прослѣдить измѣненіе устройства колеса съ измѣненіемъ паденія , и такимъ образомъ найти связь и различіе между колесами, которыхъ то или другое устройство есть слѣдствіе не произвола, но необходимости.

Уже съ давнихъ временъ въ странахъ плоскихъ, не имѣющихъ большихъ паденій воды , были извѣстны колеса *пошвенныя*. Вода изъ *шлюзного отверстія* приводилась къ нижней части колеса посредствомъ прямого канала, касательнаго къ колесу, и ударялась почти перпендикулярно *о лопатки* , направленные по радіусу колеса. Эти колеса, самыя простыя относительно ихъ построенія, приносили очень малую полезную работу въ сравненіи съ абсолютною силою воды. По своей малоцѣнности, они могли быть съ пользою употребляемы только при весьма малыхъ паденіяхъ , не допускающихъ устройства никакого другаго колеса, и при большихъ расходахъ воды, гдѣ ея сила превышала полезную работу , которую требовалось извлечь изъ двигателя.

При такомъ устройствѣ колесъ , какъ мы увидимъ впослѣдствіи, терялось *значительное* количество воды, не-дѣйствовавшей вовсе на лопатки. Это привело къ у-

стройству желоба, который на известномъ протяженіи окружалъ бы нижнюю часть колеса, и не допускалъ бы такимъ образомъ бесполезнаго протеканія воды между лопатками.

На пошвенныя колеса съ прямыми лопатками вода дѣйствовала только ударомъ; значить, при самомъ входѣ воды въ колесо, терялась почти половина силы двигателя, если даже не обращать вниманія на другія потери полезной работы. Необходимо поэтому было искать такого приѣмника, на который бы вода дѣйствовала болѣе выгоднымъ образомъ. Соображенія Понселе привели его къ замѣненію прямыхъ лопатокъ пошвеннаго колеса *кривыми*, на которыя бы вода входила безъ удара и передавала бы имъ постепенно свою силу *давленіемъ*.

При паденіяхъ же нѣсколько бѣльшихъ полуметра, представлялась возможность заставить воду дѣйствовать на колесо не только однимъ ударомъ, но и *вѣсомъ* ея: стоило только устроить *желобъ съ боку* колеса. Это дало начало колесамъ *полупошвеннымъ*, которыми, при паденіяхъ отъ 0,^м 5 до 1,^м 5 и, при большихъ расходахъ воды, даже до 2,^м съ выгодною замѣнили употребленіе пошвенныхъ колесъ.

Когда вода ударяется о лопатки, то теряется около половины силы воды, соотвѣтствующей паденію отъ поверхности верхней воды (т. е. поверхности воды въ приводномъ каналѣ) до мѣста вступленія ея въ колесо. Слѣдовательно выгодноѣ было помѣщать точку вступленія воды въ колесо какъ *можно ближе къ поверхности верхней воды*, а это вело непосредственно къ замѣненію *шлюзнаго впускнаго*

отверстія отверстіемъ *открытымъ*. Въ настоящее время колеса, получающія воду открытымъ отверстіемъ все болѣе и болѣе распространяются и при паденіяхъ отъ 1,^м 5 до 2,^м 5 почти исключительно употребляются, особенно во Франціи, гдѣ устройство ихъ доведено, кажется, до возможнаго совершенства.

Вотъ всевозможные роды колесъ, которыя получаютъ воду *ниже средней точки* колеса, т. е. ниже точки пересѣченія горизонтальнаго радіуса съ окружностію колеса. Необходимо принять всѣ эти роды колесъ, потому что теоріи ихъ существенно другъ отъ друга разнятся.

§ 3.

При паденіяхъ, болѣшихъ 3 метровъ, если не требуется значительной скорости колеса, обыкновенно устроиваютъ *наливные колеса*. Кольцеобразное пространство, содержащее воду, раздѣляется на *лицики*, въ которые вливается вода *изъ шлюзнаго отверстія*, и, своимъ вѣсомъ давя на дно означенныхъ ящиковъ, во время ихъ нисходящаго движенія, выливается наконецъ въ нижней части колеса въ отводный каналъ. Существенно необходимое условіе успѣшнаго дѣйствія этихъ колесъ состоитъ въ томъ, чтобъ они при возможно малой скорости были наполнены возможно менѣе, ибо понятно, что чѣмъ менѣе наполнены *лицикъ*, тѣмъ позднѣе будетъ выливаться изъ него вода, и тѣмъ менѣе будетъ потеря полезнаго дѣйствія. Но чтобы колесо, при возможно малой скорости, было наполнено возможно менѣе, надобно устроить колесо возможно шире. Отсюда понятно, что наливныя колеса могутъ быть

употреблены только при расходахъ воды довольно незначительныхъ, въ противномъ случаѣ они должны бы были быть устраиваемы слишкомъ широкими.

Если притомъ верхнее водостояніе переменнo, то шлюзное отверстіе, котораго дно остается неподвижнымъ, должно быть устранено отъ употребленія, и англійскіе строители водяныхъ колесъ стремились — наливныя колеса, получающія воду шлюзнымъ отверстіемъ, замѣнить другими, которыя бы получали воду отверстіемъ, подобнымъ открытому, котораго бы дно по произволу могло быть повышаемо и понижаемо. Если паденіе болѣе 3-хъ метровъ, то колесу должно было бы дать слишкомъ большой діаметръ, чтобы вода вступала въ колесо ниже средней его точки; если же заставить входить воду въ колесо чрезъ открытое отверстіе выше средней точки, то лопатки плашмя будутъ ударяться о воду. Это обстоятельство ведетъ къ устройству *перегородокъ*, которыя *направляютъ* воду къ колесу подъ определеннымъ угломъ и заставляютъ ее ударяться о лопатку.

И такъ, *при большихъ расходахъ воды и при переменномъ ея стояніи*, наливныя колеса должны быть замѣнены колесами, *окруженными желобомъ и получающими воду, направляемую къ колесу подъ известнымъ угломъ посредствомъ перегородокъ.*

Такія колеса особенно распространились въ настоящее время въ Англіи и Германіи и вытѣснили во многихъ случаяхъ употребленіе наливныхъ колесъ, собственно такъ называемыхъ. Они тѣмъ еще выгоднѣе, что берутъ воду у самой поверхности, и ихъ скорость, равно какъ и объ-

емъ воды, въ нихъ пускаемой, въ огромныхъ предѣлахъ могутъ быть измѣняемы, отчего отношеніе полезной работы къ абсолютной силѣ воды измѣнится весьма мало.

Какъ же должно сдѣлать такое колесо съ ящичками или съ лопатками, направленными по радіусу? Вода, вступивъ въ ящичковое колесо, должна итти еще внутри ящичка, прежде нежели ударится объ его дно; но за то передняя лопатка ящичка препятствуетъ протеканію воды по пространству, остающемуся между колесомъ и желобомъ, его окружающимъ. Если колесо устроено съ лопатками, направленными по радіусу, то хотя тогда и не будетъ потери паденія отъ движенія воды внутри ящичка, за то протеканіе воды начнется тотчасъ по вступленіи ея въ колесо. Если мы станемъ сравнивать два колеса одинаковаго діаметра, лопатковое и ящичковое, употребляя ихъ для паденій, постепенно уменьшающихся, то увидимъ, что съ уменьшеніемъ паденія потеря работы отъ движенія воды внутри ящичка будетъ оставаться неизмѣнною, между тѣмъ какъ потеря работы отъ протеканія воды по вредному пространству будетъ постепенно уменьшаться.

Легко понять, что при извѣстномъ паденіи, потеря работы отъ протеканія воды по вредному пространству будетъ равняться потерѣ работы отъ движенія воды внутри колеса; при большихъ же паденіяхъ, первая потеря будетъ больше второй, а при паденіяхъ меньшихъ на оборотъ.

Отсюда видно, что въ первомъ случаѣ должны быть устроиваемы *ящичковыя* колеса, а во второмъ — *лопатчатые*. Мы увидимъ въ послѣдствіи, что при паденіяхъ отъ 3^м до 4,5^м и даже до 5^м должны быть употребляемы лопатки, а для большихъ паденій — ящички.

§ 4.

Вотъ всевозможные роды колесъ вертикальныхъ, движущихся въ определенномъ потокѣ.

Исчилимы ихъ снова :

1) *Пошвенныя колеса съ прямыми лопатками*, съ желобомъ прямымъ или кривымъ. Они составляютъ предметъ 1-й главы.

2) *Пошвенныя колеса съ кривыми лопатками или колеса Понселе*, составляющія предметъ 2-й главы.

3) *Колеса, окруженныя желобомъ и получающія воду ниже средней точки колеса*. Сюда принадлежатъ колеса *полупошвенныя*, получающія воду *шлюзнымъ отверстіемъ*, и колеса, получающія воду *отверстіемъ открытымъ*. Вотъ предметъ 3-й главы.

4) *Колеса, получающія воду выше средней точки колеса посредствомъ направляющихъ перегородокъ*; они бываютъ *лопатчатыя* и *лициковыя*. Эти колеса составляютъ предметъ 4-й главы.

5) *Намвнымъ колесамъ* посвящена 5 глава.

§ 5.

При дальнѣйшемъ изложеніи предмета будемъ принимать вездѣ за единицу длины площади и объема — метръ линейный, квадратный и кубичный; за единицу вѣса килограмъ, за единицу работы — килограмъ-метръ. Такъ какъ килограмъ есть вѣсъ $\frac{1}{1000}$ части кубическаго метра перегнанной воды при $4^{\circ}1\text{C}$, то кубическій метръ воды вѣситъ 1000 килограмовъ.

Условимся напередъ въ значеніи нѣкоторыхъ буквъ, наиболѣе встрѣчающихся въ предлагаемомъ сочиненіи, чтобы избѣжать повтореній одного и того же. Пусть

Q выражаетъ *расходъ воды*, т. е. объемъ воды, расходуемой колесомъ въ каждую секунду.

H — *полное паденіе*, т. е. высоту уровня верхней воды (въ приводномъ каналѣ) надъ уровнемъ нижней воды (въ отводномъ каналѣ) тотчасъ по вступленіи ея (изъ подъ колеса).

$1000 QH$, произведеніе вѣса расходуемой воды $1000Q$ на паденіе H , поэтому выражаетъ полную работу силы воды, называемую просто *силою воды* въ I'' .

T_u — *полезную работу*, извлекаемую колесомъ изъ силы воды.

V — скорость притекающей къ колесу воды.

v — скорость колеса по внѣшней его окружности.

a — *глубину колеса*, измѣряемую по направленію его радіуса.

b — *внутреннюю ширину колеса*, измѣряемую параллельно его оси.

$F = \frac{Q}{abv}$ выражаетъ отношеніе объема расходуемой воды къ объему части кольцеобразнаго пространства, ее вмѣщающей; это отношеніе называютъ *коэффициентомъ наполненія колеса*.

e — разстояніе между двумя послѣдовательными лопатками, считаемое по внѣшней окружности колеса.

δ — уголъ, составляемый направленіемъ скорости притекающей воды съ касательною къ окружности колеса въ точкѣ вступленія въ него воды.

γ — уголъ, составляемый радіусомъ, проведеннымъ

изъ центра колеса въ точку вступленія въ него воды съ вертикальнымъ внизъ опущеннымъ радіусомъ.

ϵ — разстояніе между колесомъ и концентрически окружающимъ его желобомъ или кожухомъ; въ пошвенныхъ колесахъ съ прямымъ желобомъ ϵ выражаетъ наименьшее разстояніе между колесомъ и желобомъ.

β — уголъ, составляемый самою лопаткою, или касательною къ ней, съ касательною къ вѣншей окружности колеса въ точкѣ взаимнаго пересѣченія лопатки съ окружностію.

R — радіусъ вѣншей окружности колеса.

Δ — глубину потока притекающей къ колесу воды.

Δ_1 id. id. вытекающей изъ подъ колеса воды.

f — коэффициентъ тренія.

$n = \frac{60 \cdot v}{2\pi \cdot R} = 9,548 \cdot \frac{v}{R}$ выражаетъ числа оборотовъ колеса въ одну минуту.

$g = 9^m,808$ выражаетъ скорость, приобретаемую свободно падающимъ тѣломъ въ концѣ секунды времени.

