

Сидоров Анатолий Иванович

Описательный курс машин
Элементы машиноведения

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 93
ББК 63.3
А64

А64 **Анатолий Иванович С.**
Описательный курс машин: Элементы машиноведения / Сидоров Анатолий Иванович – М.: Книга по Требованию, 2024. – 146 с.

ISBN 978-5-519-73456-1

ISBN 978-5-519-73456-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

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 первоизданном 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.

ли ея ; оно позволяет измѣнять, такъ сказать х а р а к - т е р ѣ работы, внѣшній видъ или форму ея, не измѣняя величини работы.

Надобно проколотъ кожу или матерію для пропуска нитки пришить - и вотъ вмѣсто толстаго пальца это дѣлаетъ тонкая клиновидная („острая“) игла; надобно раздробить какое - нибудь тѣло - и вотъ вмѣсто мягкой руки по нему ударяетъ твердый камень („молотъ“), держимый рукою - и тѣло раздробляется. Надо вбить гвоздь - и рука, слабое давленіе которой не можетъ его вдавить, наноситъ ударъ молотомъ - и получается на гвоздь огромное давленіе, вгоняющее его въ доску. Мечъ и топоръ рубятъ и врага и дерево на костеръ или хижину, веретено прядетъ нить, игла шьетъ и т.д.

Но во всѣхъ этихъ случаяхъ движеніе орудія есть въ то же время и движеніе держащей его руки и также сложно и непостоянно, какъ и это послѣднее. Всякій новый взмахъ руки отличается отъ предыдущаго, онъ не тождествененъ съ нимъ, и часто мечъ промахивается мимо врага, топоръ попадаетъ въ ногу, а не въ дерево, игла колетъ палецъ, молотокъ срывается съ гвоздя. Нужно имѣть очень вѣрный глазъ, искусную руку, большой навыкъ, чтобы не давать промаховъ. Кромѣ того, не смотря на огромную сложность и чрезвычайное разнообразіе возможныхъ движеній руки и ноги, обусловленныхъ конструкціей мускуловъ, все - таки для многихъ работъ рука не приспособлена. Пришить, для того, чтобы продернуть лишь иглу и нить (ничтожная работа), надо поднимать и двигать всю тяжелую руку -- и

швей скоро устаетъ и т.п.

Поэтому, уже съ самыхъ давнихъ поръ люди старались сдѣлать потребное для какой нибудь цѣли движеніе орудія менѣе зависимымъ отъ характера движеній руки или ноги, иначе говоря, п р е о б р а з о в а т ь неудобное для работы движеніе руки въ удобное, и наоборотъ также, позволить рукѣ двигаться такъ, какъ ей всего удобнѣе. И вотъ, напримѣръ, (хотя лишь всего 50 лѣтъ тому назадъ) появилась швейная машина, которая позволяетъ рукѣ работать очень пріятно для нея — вертѣть ручку, отчего рука меньше устаетъ, а машина сама шьетъ, и производительность швей увеличивается въ 10 разъ при той же затратѣ работы, при той же степени усталости.

✓ Такія устройства, машины, появились тоже весьма давно, хотя, конечно, и позже чѣмъ орудія, древность которыхъ, вѣроятно, одинакова съ древностью самого рода человѣческаго. Однако, уже у древнихъ Грековъ и Римлянъ мы находимъ много машинъ. Однѣ изъ нихъ позволяютъ п р е о б р а з о в а т ь движеніе руки, ноги или всего тѣла въ другое, болѣе удобное для цѣлей работы, другія же даютъ кромѣ того и возможность складывать вмѣстѣ работу н ѣ с к о л ь к и хъ человѣкъ. Въ этомъ последнемъ дѣлѣ — сложенія съ возможно малыми потерями работы многихъ отдѣльныхъ людей — древніе народы, какъ то Ассиріяне и Египтяне, Индусы и др. дошли до высокой степени совершенства и для объясненія возможно — сти осуществленія тѣхъ грандіозныхъ сооружений, которыя со-

хранились и до сихъ поръ. (какъ то - пирамиды, храмы и дворцы), приходится допустить, что древніе инженеры умѣли безъ большихъ потерь складывать, суммировать вмѣстѣ работы нѣсколькихъ сотенъ и даже тысячъ человѣкъ. Они предпочитали для этого исключительно людей. Если тянуть менѣе разумныя животныя (лошади, воли, слоны), то онѣ сильно мѣшаютъ другъ другу въ силу несогласности своихъ движеній и порывовъ, такъ что, напр., три лошади тянутъ съ силой только 2-хъ лошадей, а припряжка къ 70 лошадямъ дальнѣйшихъ уже вовсе не увеличиваетъ силу тяги. Люди же могутъ тянуть согласно, если движенія ихъ будутъ соглашаемы при помощи команды, отбиванія такта, музыки или пѣнія. Подобные дирижеры видны на древнихъ барельефахъ, изображающихъ перевозку тяжестей, и виды этихъ перевозокъ вполне напоминаютъ нашу родную русскую „Дубинушку“. Вѣсъ Египетскихъ пѣльныхъ статуй доходитъ до 60 тысячъ пудовъ : вѣса камней Индо-китайскихъ храмовъ и Египетскихъ построекъ доходятъ до 6000 пудовъ! Очевидно, для перемѣненія такихъ массъ нужны были тысячи людей.

Но, не смотря на обширное распространеніе ручной работы и умѣлое пользованіе ею, все - таки древніе инженеры чувствовали, что во многихъ случаяхъ сила человѣка оказывается недостаточной или свойства его, какъ живого существа, неудобными для работы. Человѣкъ слабъ, долженъ отдыхать, спать; слѣд., работа его не непрерывна, требуются смѣнные рабочіе. Работа многихъ людей вмѣстѣ требуетъ для нихъ много мѣста,

ихъ нужно кормить, имѣть большіе запасы пищи, кухни, всякіе другіе интендантскіе запасы. Стоитъ только припомнить, съ какими хлопотами и теперь сопряжено житье и перемѣненіе массъ людей, напр. солдатъ и рабочихъ. Замѣна людей животными, какъ указано выше, мало выгодна въ случаѣ большой потребной работы.

Н - В. Какъ примѣръ громоздкости людей возьмемъ одинъ случай изъ современной жизни. Одинъ изъ самыхъ большихъ Германскихъ Трансъ-Атлантическихъ пароходовъ „Deutschland“ („Германія“) * имѣлъ двѣ паровыя машины по 17000 лошадиныхъ силъ всего 34000 лш. силъ. Одна лошадиная сила есть работа въ 75 килограммметровъ въ одну секунду. Поэтому, 34000 лш. силъ есть работа въ 34000×75 т.е. въ 2550000 килогр.-метр. въ секунду. Одинъ человѣкъ при непрерывной 8-ми часовой работѣ въ сутки на рукояткѣ не разовьетъ болѣе 12,75 килограмметровъ въ секунду; слѣд., для замѣны машинъ „Германіи“ надо было бы поставить $\frac{2550000}{12,75} = 200000$, т.е. двѣсти тысячъ чело-вѣкъ. Три смѣны въ сутки дадутъ 600000 чело-вѣкъ (а съ запасомъ на болѣзнь и болѣе) Эти люди, считая по 5 пудовъ (съ багажемъ) вѣсятъ уже 3000000 пудовъ. Между тѣмъ вся „Германія“ вытѣсняетъ воды всего лишь около 1400000 пудовъ, слѣд., одни люди вѣсили бы тяжеле всего корпуса судна и того, что оно можетъ вестить изъ

* Купленный Россіей во время войны, медій какъ транспортъ и потопившій въ Пусилскомъ бою.

груза, Да посчитайте вѣсь 200000 рукоятокъ и проч. частей!
Да вѣсь провіанта на 600000 человекъ !

Изъ этого примѣра Вы видите, что для большихъ работъ необходимо замѣнить энергію людей какойнибудь другой энергіей, такъ сказать, *м е н ѣ е г р у з н о й*, неуставшей и удобной для использованія. Поэтому, еще въ глубокой древности люди искали въ природѣ такихъ проявленій дѣйствій ея, которыя можно было бы утилизировать для своихъ нуждъ, которыя можно было бы заставить работать за себя и для себя. Недостатка въ такихъ проявленіяхъ силъ въ природѣ, производящихъ огромныя работы, не было и нѣтъ. Наоборотъ, проявленія огромныхъ количествъ энергіи въ природѣ наблюдаются постоянно и иногда въ такихъ громадныхъ количествахъ, что наводятъ ужасъ на человека. Таковы вулканическія изверженія, землетрясенія, наводненія, обвалы, грозы и пр.

Долгое время люди считали даже подобныя явленія сверхъестественными, проявленіями гнѣва боговъ, и, можетъ быть, поэтому мифологія самихъ древнихъ народовъ (индусы и др.) наполнена грозными, ужасными, наводящими страхъ богами и чудовищами. Но мало по малу, передъ свѣтомъ науки о природѣ (физики въ обширномъ и первоначальномъ смыслѣ слова), таинственный мракъ грознаго идолопоклонства разсѣивается, люди начинаютъ присматриваться ближе и видятъ, что природа не обращаетъ на нихъ ни малѣйшаго вниманія, что ея дѣятельность идетъ своимъ порядкомъ; не всегда гнѣвъ боговъ караетъ злыхъ,

не всегда удача въ сношеніяхъ съ природой (мореплаватели, рудокопы и др.) выпадаетъ добрымъ и благочестивымъ. Люди начинаютъ сознать, что и у природы есть свои законы, по которымъ она дѣйствуетъ, и начинаютъ мало по малу постигать эти законы. Грозная міеологія Востока переходитъ въ легко - мысленную и фривольную міеологію Грековъ, представляющую поклоненіе уже лишь собственнымъ слабостямъ и порокамъ, которая въ свою очередь легко рунится передъ ѣдкимъ, талантливымъ анализомъ великихъ мыслителей Греціи и, наконецъ, окончательно исчезаетъ передъ свѣтомъ христіанскаго ученія. Человѣкъ начинаетъ не только безъ страха относиться къ природѣ, но и осмѣливается даже вмѣшиваться въ ея дѣла, начинаетъ обворовывать ее, отнимая у нея нужныя ему вещи и отнимая у нея часть ея запасовъ энергіи для переработки этихъ сырыхъ матеріаловъ и запасовъ, сообразно своимъ нуждамъ. Чудная и полная глубокаго историко-философскаго смысла легенда о Прометѣѣ, одномъ изъ первыхъ инженеровъ, сумѣвшимъ украсть о р о в ѣ , столь важный для людей, у боговъ и понесшимъ за это жестокую кару, прекрасно отиѣчаетъ этотъ переломъ въ понятіяхъ и жизни людей, постигающихъ понемногу тайны природы и покоряющихъ ее себѣ. Но и до нашихъ поръ покореніе это не окончено. Лишь немногіе изъ многочисленныхъ источниковъ энергіи въ природѣ покорены нами и утилизируются для нашихъ цѣлей. Большинство же этихъ запасовъ проявленій энергіи въ природѣ еще свободно и грядущимъ поколѣніямъ инженеровъ хватитъ еще работы на много тысячъ лѣтъ.

Теперь мы и займемся болѣе подробно разсмотрѣніемъ свободныхъ источниковъ энергіи, имѣющихся въ природѣ и могу-щихъ быть принужденными работать въ машинѣ для нуждъ чело-вѣка. Но прежде этого надо сказать два слова о томъ, что та-кое въ механикѣ и въ техникѣ называется р а б о т о й и какія наиболѣе обычныя работы приходится совершать людямъ для своихъ потребностей.

Въ механикѣ работой называютъ слѣдующее: если сила P постоянна и дѣйствуетъ по направленію перемѣщенія, то рабо-той L называютъ произведеніе изъ силы на пройденный ею путь s , такъ что

$$L = P \cdot s.$$

Если сила постоянна, но составляетъ съ направлениемъ

перемѣщенія постоянный уголъ

β , то работа есть произведе-ніе изъ силы на проекцію пути, или изъ пути на проекцію силы (черт. 1):

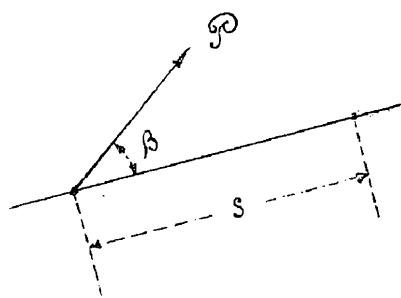
$$L = P \cdot s \cdot \cos \beta.$$

Если сила P и уголъ β

перебѣнныя, то э л е м е н т а р н о й работой называется произведеніе изъ силы на элементарный путь ds и на косин-усъ угла β между ними (черт. 2).

$$dL = P \cdot \cos \beta \cdot ds.$$

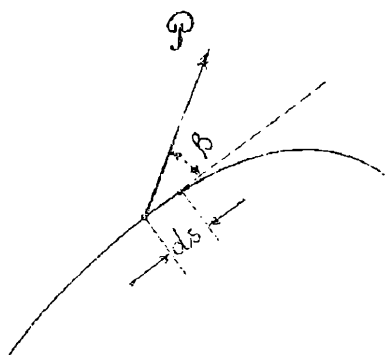
Работа же за к о н е ч н ы й промежутокъ времени, ког-



Черт. 1.

да пройденъ конечный путь s , будетъ сумма элементарныхъ работъ

$$L = \sum P \cos \beta \cdot ds.$$



черт. 2.

и можетъ быть вычислена аналитически, если известна зависимость между P , β и s ; тогда сумма замѣняется интеграломъ и

$$L = \int P \cos \beta \cdot ds.$$

Если на тѣло дѣйствуетъ

нѣсколько силъ, то работы ихъ складываются.

Начинающихъ изучать механику обыкновенно часто смущаетъ вопросъ - почему работой, которая, какъ потомъ оказывается, играетъ и въ наукѣ и въ Technikѣ несравненно большую роль, чѣмъ сила (напримѣръ, въ законѣ сохранения энергіи), называють произведение изъ силы на путь, произведение разнородныхъ величинъ? Развѣ не достаточно того, что есть сила? При чемъ тутъ то, что она дѣйствуетъ на известномъ пути? Вѣдь сила отъ этого не мѣняется?

Для начинающихъ было бы понятнѣе, если бы имъ понятіе о работѣ разъясняли не такъ, какъ это дѣлается въ механикѣ теперь, не съ точки зрѣнія *п у т и*, а съ точки зрѣнія *в р е м е н и*, что я теперь и попытаюсь сдѣлать.

Совершенно вѣрно, что самъ *п у т ь* не играетъ никакой роли въ сущности понятія о работѣ. Важенъ не путь, а

время. Всякая сила, всякая причина, обуславливающая движение, вызывается какимъ нибудь особеннымъ состояніемъ физическаго тѣла: напряженіемъ мускуловъ животнаго, давленіемъ жидкости, упругостию пара, вслѣдствіе сообщенія теплоты водѣ отъ топки котла и т.п. Если нѣтъ перемѣненія, — то сила можетъ дѣйствовать тысячи лѣтъ, такъ сказать не истрачиваясь (но и то, исключая живые двигатели). Но если есть перемѣненіе его, за все это время сила должна поддерживать себя, если хотятъ, чтобы она преодолѣла другую силу — сопротивленіе, какъ это имѣетъ мѣсто въ машинахъ. Поддержаніе же величины силы въ теченіе извѣстнаго времени требуетъ всегда или затраты внутренней энергіи (у людей и животныхъ) или подведенія новыхъ количествъ тѣла, обладающаго способностью давать силу (новыхъ массъ воды, новаго количества топлива и проч.).

Поэтому, понятнѣе было бы мѣрить степень расходованія силы к.н. тѣломъ или степень его участія въ какомъ нибудь процессѣ величиною силы и продолжительностью ея дѣйствія, т.е. произведеніемъ силы P на время t (при постоянной силѣ) или суммой $\sum P \cdot dt$ (при перемѣнной силѣ), беря, все-таки, въ случаѣ несовпаденія силы съ направленіемъ перемѣненія, проекцію ея, т.е. вводя еще и уголъ β . Съ точки зрѣнія техники это было бы понятнѣе, но въ наукѣ установилось (правда, послѣ

долгихъ споровъ), обыкновеніе - мѣрять работу произведеніемъ силы на проэкцію пути.

Но часто бываютъ случаи, гдѣ п у т и никакого нѣтъ, напримѣръ, при теченіи электрическаго тока по проволоцѣ, и здѣсь понятіе о работѣ является съ точки зрѣнія теоретической механики несостоятельнымъ, и такъ какъ работа тока мѣрится здѣсь произведеніемъ силы тока на напряженіе, то учащіеся (при плохомъ профессорѣ физики) никакъ не могутъ ясно понять : гдѣ же здѣсь п у т ь , когда нѣтъ и движущагося тѣла ? !

Сознвая отчасти свою ошибку, ученые не такъ давно ввели вмѣсто слова „работа“ болѣе туманное слово „э в е р г і я“ хотя никто не опредѣлилъ его вполне ясно. Обыкновенно говорятъ, что „энергія есть способность тѣла производить работу“, но самое понятіе „работа“ подаетъ опять поводъ къ затрудненіямъ.

Я не берусь здѣсь передѣлывать все это, а только поясню Вамъ, что суть не въ самомъ п у т и , п е р е м ѣ щ е н і и , а въ томъ, что для совершенія его сила должна с о п р о в о ж д а т ь тѣло в теченіе извѣстнаго времени и должна п о д д е р ж и в а т ь с я изъ источника энергіи. Вообще же говоря, и перемѣщеніе важно для установленія понятія о работѣ. Если есть перемѣщеніе, но нѣтъ силы, то работы не будетъ. Если есть сила, но нѣтъ перемѣщенія (сила не сопровождаетъ тѣла, хотя и поддерживаетъ