

## О РЕГУЛЯТОРАХЪ НЕПРЯМОГО ДѢЙСТВІЯ.

И. Вышнеградскаго.

---

1. Извѣстно, что для регулированія движенія ~~машинъ~~ ~~служащихъ~~ ~~приемниками~~ движущей силы, употребляются уравнивающие приборы двухъ родовъ: изъ нихъ одни называются *регуляторами прямого дѣйствія*, — а другіе именуются *регуляторами непрямого дѣйствія*.

Общая теорія и условія дѣйствія регуляторовъ прямого дѣйствія подробно разобраны въ статьѣ, помѣщенной въ «Извѣстіяхъ Технологическаго Института за 1877 годъ». Настоящая статья относится къ регуляторамъ непрямого дѣйствія.

Чтобы съ самаго начала поставить совершенно ясно предметъ и цѣль всего послѣдующаго, вспомнимъ, что регуляторомъ прямого дѣйствія называется уравнивающий приборъ снабженный такимъ органомъ, который, выходя изъ равновѣсія при измѣненіи скорости машины, передаетъ получаемое имъ движеніе снаряду, служащему для измѣненія напряженія движущаго усилія сообразно съ измѣненіемъ величины преодолѣваемаго машиною сопротивленія. Такимъ образомъ регуляторы прямого дѣйствія характеризуются тѣмъ, что движеніе регулирующаго прибора находится въ прямой непосредственной зависимости отъ перемѣщенія того органа регулятора, который при измѣненіи скорости машины выходитъ изъ своего равновѣснаго состоянія<sup>1)</sup> Изъ этого слѣдуетъ, что при малыхъ отступленіяхъ скорости

---

<sup>1)</sup> Этотъ органъ мы будемъ называть *муфтой* регулятора подобно тому, какъ это уже сдѣлано въ статьѣ о регуляторахъ прямого дѣйствія.

машины отъ той ея величины, которая соотвѣтствуетъ равновѣсію муфты, сія послѣдняя находится въ условіяхъ очень близкихъ къ равновѣсію, и такъ какъ при скорости машины отвѣчающей равновѣсію муфты, давленіе ея на регулирующий приборъ равно нулю, то при скоростяхъ мало отступающихъ отъ равновѣсной давленіе муфты на регулирующий приборъ будетъ вообще небольшая величина, и слѣдовательно, если сопротивленіе движенію регулирующаго прибора значительно, то сей послѣдній при малыхъ отступленіяхъ скорости машины отъ равновѣсной вовсе не дѣйствуетъ, и приходитъ въ движеніе только тогда, когда скорость машины сильно разнится отъ равновѣсной.

Вслѣдствіе такихъ обстоятельствъ регуляторы прямого дѣйствія при значительныхъ сопротивленіяхъ регулирующаго прибора оказываются вообще мало чувствительными, и это ихъ свойство, указанное также опытомъ, привело къ многочисленнымъ изобрѣтеніямъ, имѣвшимъ цѣлью уменьшить сопротивленіе регулирующаго прибора до того, чтобы сопротивленіемъ этимъ можно было пренебрегать: въ настоящее время задача эта можетъ считаться разрѣшенною, и затѣмъ, какъ показано въ упомянутой статьѣ *о регуляторахъ прямого дѣйствія*, есть всегда полная возможность устроить регуляторъ этаго рода, который будетъ дѣйствовать совершенно хорошо и правильно.

2. Но очевидно задача объ устройствѣ хорошаго регулятора допускаетъ также и другое рѣшеніе. На самомъ дѣлѣ причина нечувствительности регуляторовъ прямого дѣйствія при значительномъ сопротивленіи регулирующаго прибора состоитъ въ томъ, что преодоленіе этаго сопротивленія возлагается на муфту регулятора, которая находясь очень близко къ своему равновѣсному состоянію, когда скорость машины мало отступаетъ отъ нормальной, не можетъ преодолѣть сопротивленія регулирующаго прибора. Это прямо привело къ мысли о томъ, чтобы заимствовать усиліе нужное для движенія регулирующаго прибора не отъ муфты регулятора, а отъ главнаго вала машины, — выходомъ же муфты изъ ея равновѣснаго состоянія воспользоваться исключительно

для того, чтобы производить сцѣплѣніе регулирующаго прибора съ валомъ машины такимъ образомъ, что при равновѣсномъ состояніи муфты, отвѣчающемъ нормальной скорости машины, регулирующий приборъ расцѣплѣнъ съ ея главнымъ валомъ, и слѣдовательно не дѣйствуетъ: когда муфта регулятора подъ вліяніемъ увеличенія скорости машины удаляется въ извѣстномъ направленіи отъ своего равновѣснаго состоянія, то регулирующий приборъ сцѣпляется съ главнымъ валомъ машины, и приходитъ въ такое движеніе, которое уменьшаетъ напряженіе движущаго усилія; когда же муфта регулятора подъ вліяніемъ уменьшенія скорости машины отступаетъ отъ своего равновѣснаго состоянія въ противоположную сторону, то регулирующий приборъ сцѣпляется съ главнымъ валомъ машины такъ, что получаетъ движеніе въ противоположномъ направленіи и увеличиваетъ напряженіе движущаго усилія.

Устроенные такимъ образомъ уравнивающіе приборы называются *регуляторами непрямого дѣйствія*.

3. Регуляторы непрямого дѣйствія могутъ быть весьма различнаго устройства, но для общей теоріи существенно представляется разница только между двумя типами, къ коимъ всѣ они могутъ быть отнесены. Въ регуляторахъ, принадлежащихъ къ первому типу муфта почти вовсе не имѣетъ движенія, но регуляторъ выходя изъ своего равновѣснаго состоянія нажимаетъ лишь её къ одной изъ ограничивающихъ ея положеніе упорокъ, и этимъ нажатіемъ производитъ сцѣплѣніе главнаго вала съ регулирующимъ приборомъ, которому и передается при этомъ отъ главнаго вала движеніе въ одну или въ другую сторону смотря по тому, къ которой изъ двухъ упорокъ нажата муфта регулятора. Очевидно, что въ этой системѣ регуляторовъ можно ограничить размахи муфты столь тѣсными предѣлами, что перемѣщеніемъ муфты въ теоріи можно вполне пренебрегать. Извѣстный регуляторъ Фаркò съ конусами тренія хотя и отличается отъ того, что сказано выше объ регуляторахъ этого типа, такъ какъ въ немъ во избѣжаніе сомнительности дѣйствія конусовъ тренія муф-

та регулятора можетъ имѣть замѣтныя колебанія, но очевидно, что это обстоятельство могло бы быть устранено безъ всякой существенной перемѣны въ устройствѣ регулятора, и потому въ послѣдующемъ для сокращенія рѣчи регуляторы описаннаго типа будутъ именоваться *регуляторами Фаркò*.

Въ регуляторахъ другаго типа муфта имѣетъ хотя и небольшія перемѣщенія, но которыми нельзя пренебрегать; при этомъ когда муфта стоитъ выше своего равновѣснаго положенія, соотвѣтствующаго нормальной скорости машины, то регулирующий приборъ сдѣленъ съ главнымъ валомъ машины такъ, что получаетъ движеніе, уменьшающее напряженіе движущей силы; когда же муфта стоитъ ниже своего нормальнаго положенія, то регулирующий приборъ сдѣленъ съ главнымъ валомъ машины такъ, что движеніемъ своимъ увеличиваетъ напряженіе движущаго усилія.—Регуляторъ съ храповыми колесами и собачками, коимъ снабжена была находившаяся на Парижской выставкѣ 1867 г. машина Графенстаденской фабрики Месмера есть можетъ быть самый совершенный изъ регуляторовъ этого типа: поэтому для краткости мы всѣ сюда относящіеся регуляторы будемъ называть общимъ именемъ *регуляторовъ Месмера*.

Само собою понимается, что этими названіями вовсе не предполагается входить въ какое либо сужденіе о правѣ первенства извѣстныхъ идей, а названія эти будутъ употребляться единственно для сокращенія рѣчи.

4. Чтобы обсудить въ общей теоріи дѣйствіе обоихъ типовъ регуляторовъ, мы согласно вышеобъясненному предположимъ, что въ типѣ Фаркò муфта регулятора вовсе не перемѣщается, а оставаясь постоянно въ одномъ и томъ же положеніи не производитъ давленія ни на одну ни на другую изъ ограничивающихъ ея упорокъ, когда машина имѣетъ скорость соотвѣтствующую равновѣсной. Кромѣ того допустимъ, что сдѣленіе регулирующаго прибора съ валомъ машины, и движеніе его въ одну или другую сторону происходитъ при самомалѣйшемъ давленіи муфты на одну или на другую изъ ограничивающихъ её

упорокъ. Изъ этаго слѣдуетъ, что при самомалѣйшемъ отступленіи скорости машины отъ нормальной ея величины регулирующий приборъ уже начинаетъ дѣйствовать. Такія предположенія относительно собственнаго регулятора Фаркò невѣрны, особенно если регулирующий приборъ представляетъ замѣтное сопротивление, но какъ упомянуто выше можно себѣ представить много такихъ видозмѣненій его, при которыхъ оба сдѣланныя допущенія будутъ весьма близки къ истинѣ даже и при значительномъ сопротивленіи регулирующаго прибора. Возможно себѣ напри- мѣръ представить, что машина снабжена двумя сильными электромагнитами, между которыми можетъ двигаться въ направляющихъ якорь мягкаго желѣза, и что съ этимъ якоремъ соединены конусы тренія и шестерни устроенныя точно такъ какъ въ регуляторѣ Фаркò; относительно цѣпей обоихъ электромагнитовъ можно вообразить что онѣ разомкнуты когда муфта не нажата ни къ верхней ни къ нижней упоркѣ, при нажатіи же муфты къ одной изъ нихъ замыкается соотвѣтствующая цѣпь одного изъ электромагнитовъ. Очевидно пока муфта не нажата, электромагниты не дѣйствуютъ, якорь между ними не притягивается ни къ тому ни къ другому, и изъ соединенныхъ съ нимъ конусовъ тренія ни одинъ не нажатъ, а потому и регулирующий приборъ не получаетъ никакого движенія; какъ же только муфта регулятора вслѣдствіе отступленія скорости машины отъ нормальной ея величины будетъ нажата къ одной или другой изъ опредѣляющихъ ея положенія упорокъ, соотвѣтствующая цѣпь замкнется, и ея электромагнитъ притянетъ къ себѣ якорь, что произведетъ нажатіе одного или другаго изъ конусовъ тренія и слѣдовательно движеніе регулирующаго прибора въ одну или другую сторону. Совершенно ясно, что при такомъ устройствѣ, если только электромагниты довольно сильны, то регулирующий приборъ начинаетъ дѣйствовать тотчасъ, какъ только измѣнится скорость машины, сколь бы мало ни было это измѣненіе и сколь бы значительны ни были сопротивленія сопряженные съ движеніемъ регулирующаго прибора.