29. Автоматическій бремсберговый тормазъ.

А. Радкевича *).

(Доложено 7 декабря 1908 г.).

При откаткѣ угля по бремсбергу безконечной цѣпью или канатомъ иногда приходится примѣнять такую ея организацію, при которой безпрестанно измѣняется число единовременно находящихся на бремсбергѣ вагонетокъ. Это случается, напримѣръ, при подачѣ угля съ различныхъ горизонтовъ. Подъ вліяніемъ же измѣняющейся нагрузки на канатѣ отъ различнаго числа прикрѣпляемаго къ нему вагонетокъ, скорость передвиженія ихъ должна была бы измѣняться.

Для предупрежденія этого при конечномъ шкивѣ устраиваютъ различныя приспособленія, которыми и регулируется скорость. Такъ, напримѣръ, устраивается тормазъ какой-либо системы, и скорость регулируется находящимся при немъ человѣкомъ. Желаніе же замѣнить человѣка автоматическимъ приспособленіемъ привело къ изобрѣтенію регуляторовъ скорости. Такимъ регуляторомъ является напр. водяной, гдѣ скорость регулируется съ помощью колеса съ лопастями, вращающимся въ замкнутомъ сосудѣ съ водой.

Тормаза эти не оправдали возлагаемыхъ на нихъ надеждъ. Путь постоянно засорялся, сопротивленіе возрастало и бремсбергъ съ такимъ приспособленіемъ отказывался дѣйствовать.

Я предлагаю примѣнять въ данныхъ случаяхъ изобрѣтенный мною автоматическій бремсберговый тормазъ, какъ необладающій обозначеннымъ выше недостаткомъ. Регулировка скорости достигается въ немъ автоматически подъ вліяніемъ увеличивающейся на канатѣ нагрузки. Главныя его качества— это простота устройства, дешевизна и прочность.

Въ прилагаемыхъ чертежахъ изображенъ такой тормазъ въ трехъ видахъ:

Фиг. 1 Видъ сбоку.
Фиг. 2 сверху.
Фиг. 3 спереди.

Какъ видно отсюда, къ переднимъ стойкамъ станка конечнаго бремсберговаго шкива „d“ на стальной оси „c“ прикрѣпленъ рычагъ „b“, состоящій изъ двухъ соединенныхъ между собою двутавровыхъ балокъ. Рычагъ колеблется на оси „c“ Въ концѣ лѣваго плеча рычага прикрѣпленъ шкивъ „a“, вращающійся на своей оси.

Черезъ него перекидывается бремсберговый канатъ или цѣпь „e“

Для того же, чтобы цѣпь или канатъ не сходилъ со шкива „d“, помѣщены два направляющіе шкива „k“ и „l“. Къ правому плечу рычага „b“ прикрѣплена цѣпь „g“, соединяющая его съ ручкой тормаза „f“ Къ ручкѣ также прикрѣплена цѣпь „p“ съ грузомъ „q“, играющимъ роль противовѣса. Автоматическое торможеніе производится слѣдующимъ образомъ.

Подъ вліяніемъ нагрузки канатъ „e“ произведетъ давленіе на шкивъ „a“ и при немъ разовьются двѣ силы. Направленіе ихъ совпадаетъ съ направленіями каната I—I и II—II. Величина каждой равна нагрузкѣ „Q“ на бремсберговомъ канатѣ. Зная же величину и направленіе силъ, можно по этимъ даннымъ построить параллелограммъ силъ и найти величину и направленіе равнодѣйствующей „R“ Подъ ея вліяніемъ шкивъ „a“ начнетъ вращаться съ лѣвымъ плечомъ рычага вокругъ оси „c“ въ сторону, указанную стрѣлкой. Правое же плечо повернется въ обратную сторону и потянетъ посредствомъ цѣпи „g“ ручку тормаза, чѣмъ и затормозитъ шкивъ „d“ до необходимаго предѣла.

На рисункѣ изображенъ такой механизмъ съ однимъ рычагомъ для того случая, когда нагрузка измѣняется лишь на одномъ канатѣ, на другомъ же постоянна, въ противномъ случаѣ пришлось бы устроить механизмъ съ двумя рычагами.

Расчетъ такого механизма ведется слѣдующимъ образомъ:

---

*) Изъ проекта по Гор. Искусству ст. Радкевича Охранительное свидѣтельство № 39670.

Положимъ имѣемъ какой-либо бремсбергъ, къ верхнему конечному шкиву котораго нужно приспособить автоматическій тормазъ.

Выбравъ размѣръ рычага и взаимное отношеніе плечъ, наносимъ на чертежѣ его расположеніе относительно шкива „d“ и опредѣляемъ направленіе каната „e“ Для нашего случая длина рычага взята 3,635 mt и отношеніе плечъ 2,2, какъ это сдѣлано на чертежахъ № 1, 2 и 3, гдѣ длина лѣваго плеча равна

$$b' = 1{,}135 \text{ метра}$$

праваго

$$b'' = 2{,}5 \text{ метра}$$

Положимъ теперь, что нагрузка на канатѣ равна

$$Q = 1000 \ kg.$$

Зная величину и направленіе силъ „Q“ при шкивѣ „a“, найдемъ графически ихъ равнодѣйствующую

$$R = 1115 \ kg.$$

Подъ вліяніемъ этой силы шкивъ „a“ начнетъ опускаться съ лѣвымъ плечомъ рычага.

Если бы направленіе равнодѣйствующей не совпало съ направленіемъ линіи, перпендикулярной къ оси рычага „b“, то, раскладывая ее вновь на двѣ силы, одну по направленію рычага, другую по направленію дѣйствія силы „R“, найдемъ новую равнодѣйствующую

$$R_1 = 1100 \ kg.$$

съ которой и придется считаться.

Такъ какъ сила, передаваемая рычагомъ обратно пропорціональна плечамъ, то сила „K“ на ручкѣ тормаза опредѣлится изъ равенства

$$\frac{b'}{b''} = \frac{K}{R_1} \text{ откуда } K = 500 \ kg.$$

Скручивающій моментъ, который разовьется на оси шкива „d“ подъ вліяніемъ пагрузки въ

$$Q = 1000 \ kg.$$

равенъ

$$M = Qr_1 = 800 \ kg.$$

гдѣ r_1 радіусъ конечнаго бремсберговаго шкива „d“ Положимъ его равнымъ

$$r_1 = 0{,}8 \ mt.$$

Этотъ скручивающій моментъ долженъ быть уравновѣшенъ силой „K“, приложенной къ ручкѣ тормаза.

Выборъ системы тормаза зависитъ отъ желанія конструктора. Примѣню въ данномъ случаѣ обыкновенный ленточный тормазъ. Расчетъ его (Польгаузенъ, „Подъемныя машины“) ведется слѣдующимъ образомъ.

Чтобы уравновѣсить лентой касательную силу на тормазномъ валу

$$U = \frac{M}{r_2}$$

(гдѣ r_2 радіусъ тормазнаго колеса) необходимо концы ея натягивать силами

$$t \text{ и } T$$

которыя, какъ извѣстно изъ механики, должны удовлетворять слѣдующимъ равенствамъ

$$T - t = U = \frac{M}{r_2} \tag{1}$$

$$T = te^{fx} \tag{2}$$

гдѣ t = сила натягивающая ленту въ направленіи вращенія колеса

T = „ „ противоположномъ направленіи.

e = основаніе натуральныхъ логариѳмовъ

f = коэфиціентъ тренія между матеріаломъ ленты и колеса. Для желѣза

$$f = 0{,}18$$

x = отношеніе дуги охватываемой лентой на ободѣ колеса къ полной окружности.

Чтобы это натяженіе произвести силой „K“, приложенной къ ручкѣ тормаза, необходимо придать составнымъ частямъ тормаза размѣры опредѣляемые по форм.

$$K = t\frac{a}{l}. \tag{3}$$

для того случая, когда натяженіе производится въ сторону вращенія шкива и

$$K = T\frac{a}{l}. \tag{3'}$$

когда оно направлено въ обратную сторону.

l = плечо тормаза съ ручкой.

a = плечо натягивающее ленту.

Выводя изъ ур. 1, 2 и 3' зависимость между M и K найдемъ, что

$$\frac{M}{K} = \frac{r_2 l(e^{fx} - 1)}{e^{fx} a} \tag{4}.$$

Зная величину K и M остается лишь придать такія величины для значенія r_2, a, l и x, чтобы имѣло мѣсто равенство (4). Для нашего случая изъ уравненія (4), найдемъ, что:

$$\frac{M}{K} = 1{,}6 = \frac{r_2 l\,(e^{fx} - 1)}{e^{fx} a}$$

придавъ значеніе

$$r_2 = 0{,}3 \ \ mt$$
$$a = 0{,}05 \ \ mt$$
$$l = 0{,}45 \ \ mt.$$
$$e^{fx} = 2{,}47 \quad \text{для } x = 0{,}8$$

найдемъ, что равенство (4) соблюдено.

При такихъ размѣрахъ тормаза скручивающій моментъ, образующійся отъ всякой нагрузки на шкивѣ „d“, будетъ уравновѣшиваться тормазомъ этой же нагрузки, съ помощью автоматическаго устройства.

Дѣйствительно, взявъ нагрузку на бремсбергомъ, канатѣ напр.:

$$Q = 500 \ kg$$

найдемъ по предыдущему, что сила

$$K = 250 \ kg.$$

Скручивающій моментъ на оси шкива „d“ равенъ

$$500 \times 0{,}8 = 400 \ kg.$$

Подставляя теперь въ равенство [4] значеніе „M“ и „K“ и выше принятыя значенія для r_2, l, a, и x найдемъ, что оно превратится въ тождество, е. при данныхъ величинахъ составныхъ частей тормаза, нагрузкой въ 500 kg на бремсбергомъ канатѣ съ помощью автоматическаго механизма, уравновѣсился скручивающій моментъ, появившійся на шкивѣ „d“ подъ вліяніемъ той же нагрузки, что и требовалось доказать.

При расчетѣ механизма не учтены такія величины, какъ работа поглащаемая треніемъ въ подшипникахъ, треніе каната о шкивъ, измѣненіе силы „K“ при колебаніи рычага и т. д. Все это трудно учесть теоретически. На практикѣ этотъ недостатокъ устраняется тѣмъ, что мѣсто прикрѣпленія цѣпи „g“ и шкива „a“ дѣлается передвижнымъ, какъ указано на чертежѣ № 4. Очевидно, что удаляя или приближая мѣсто прикрѣпленія этой цѣпи, тѣмъ самымъ измѣняемъ отношеніе плечъ и передаваемую силу. Увеличивъ эту силу на столько, чтобы она могла преодолѣть работу, поглощаемую треніемъ, достигнемъ желаемаго равновѣсія.

Грузомъ „q“ уравновѣшивается постоянная нагрузка на канатѣ „e“, не вліяющая на измѣненіе скорости передвиженія вагонетокъ.

Эта постоянная нагрузка каната состоитъ:

во-первыхъ, изъ вѣса каната по правому пути бремсберга, умноженнаго на синусъ угла паденія бремсберга безъ тренія въ промежуточныхъ шкивахъ; положимъ, что эта величина въ данномъ случаѣ равняется

$$600 \ kg,$$

во-вторыхъ, вѣсу наименьшаго числа вагонетокъ, могущихъ оказаться, согласно организаціи откатки на канатѣ „e“, въ данномъ случаѣ напр.

$$= 720 \ kg.$$

въ третьихъ, холостое натяженіе каната, равное, напр.

$$= 250 \ kg.$$

слѣдовательно, вся нагрузка на канатѣ „e“ равна

$$1570 \ kg.$$

Подъ вліяніемъ же этой нагрузки при шкивѣ „a“ разовьется сила равная

$$1727 \ kg.$$

Кромѣ того на лѣвое плечо рычага будетъ дѣйствовать сила равная грузу самого шкива „a“ въ

$$33 \ kg.$$

Итакъ, вся сила дѣйствующая на лѣвое плечо рычага равна

$$1760 \ kg.$$

Такъ какъ плечи рычага взяты въ отношеніи

$$2{,}2$$

то, слѣдовательно, чтобы уравновѣсить силу 1760 kg., приложенную къ лѣвому плечу, необходимо приложить къ правому плечу грузъ, равный

$$800 \ kg.$$

Но на правое плечо дѣйствуетъ уже грузъ, равный превышенію вѣса праваго плеча надъ лѣвымъ въ

$$60 \ kg.$$

вѣсъ цѣпи „g“ въ

$$10 \ kg.$$

Если, положимъ, кромѣ того, что для нормальной скорости спуска вагонетокъ при наименьшемъ ихъ числѣ на канатѣ, необходимо приложить къ ручкѣ тормаза силу въ

$$100 \ kg.$$

для уравновѣшиванія излишняго скручивающаго момента, то найдемъ, что вѣсъ груза „q“, долженъ быть равенъ

$$q = 630 \ kg.$$

Грузъ „q“ дѣлаемъ составнымъ изъ частей, указанныхъ по черт. № 5, чтобы, измѣняя его вѣсъ, возможно было-бы тѣмъ самымъ и измѣнять постоянную скорость передвиженія вагонетокъ.

Расходъ на устройство такого автоматическаго тормаза превыситъ обыкновенное устройство приблизительно на слѣдующую сумму.

1) 3 шкива діаметромъ 0,6 $mt.$ и вѣсомъ каждый по 33 $kg.$ стоимостью по 1 руб. 50 коп. за пудъ, т. е. по 3 р. 10 к. за штуку, а всего на сумму.	9 руб. 30 коп.

2) Стальныхъ осей всего 98 *kg.* = 6 пуд. 5 фунт., стоимостью по 3 р. за 1 пудъ, на сумму.	18 руб.	40 коп.
3) 2 двутавровыхъ балки, длиною по 4 метр. каждая, вѣсомъ 18 *kg.*— 1 *mt.*, стоимостью по 1 р. 25 к. за пудъ, всего на сумму 2 × × 4,5 пуд. × 1,25 руб.	11	25
4) Подшипники, болты и гайки, приблизительно на сумму	3	05
5) Цѣпь 3,2 *mt.*, всего 18 *kg.* = 1 пуд. 5 фунт. по 5 р. за 1 п., всего на сумму	5	60
6) Работа „2“ упряжекъ по 1 р. 20 к. за упряжку, всего на сумму	2 руб.	40 коп.
Итого	50 руб.	00 коп.

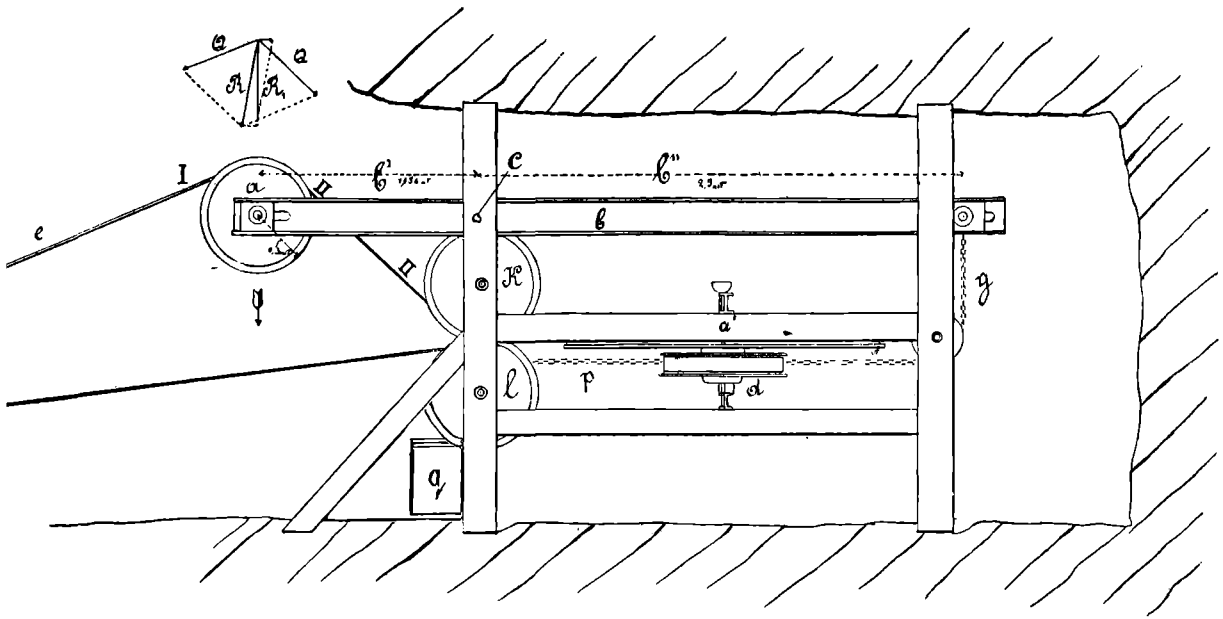
Погашаемъ этотъ капиталъ въ два года, что составитъ въ годъ — 25 руб.

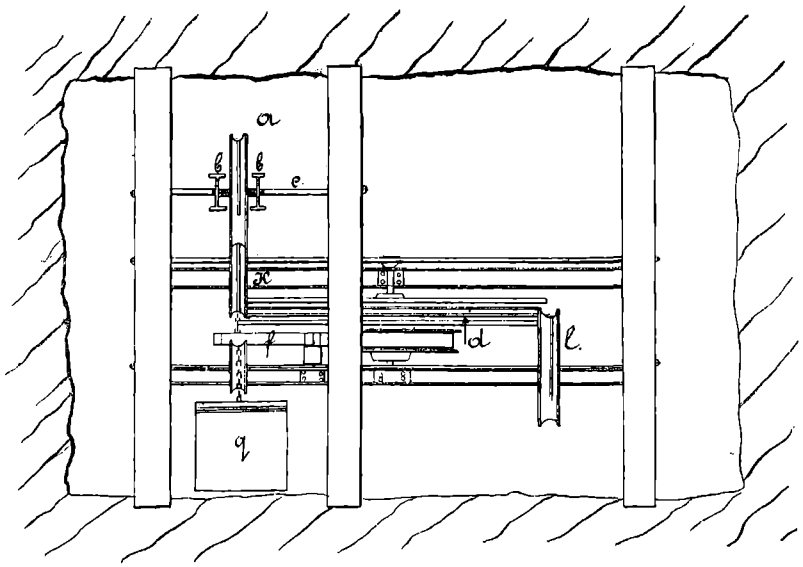
Стоимость смазки въ годъ = 10 руб.

Слѣдовательно, весь расходъ въ годъ равенъ = 35 р.

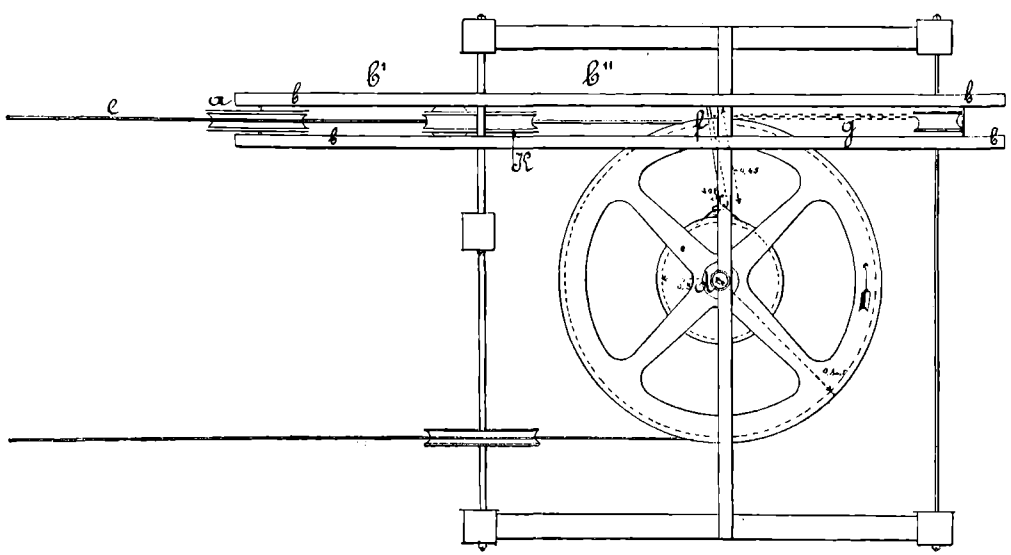
Выгода отъ такого приспособленія состоитъ изъ экономіи на 1 человѣка въ годъ. Если положимъ, стоимость упряжки тормазнаго въ 1 рубль, найдемъ, что экономія составитъ:

$$265 \times 2 = 530 \text{ руб.}$$

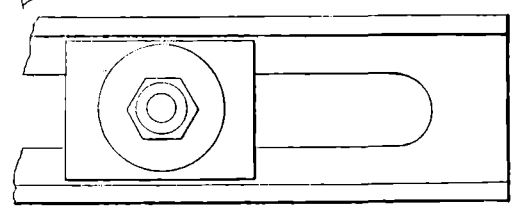




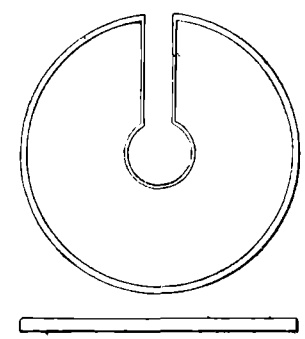
№2.



№ 4.



№ 5.



Автоматическій

бремсберговый тормазъ

системы студ. Горнаго Института

Анарея Радкевича.