

Обозначая:

діаметръ поршня чрезъ s сантиметровъ,

площадь поршня $= \frac{s^2 \cdot \pi}{4}$ кв. сантим.

Давленіе пара на

1 квад. сантим. $= p$ килограм.

Вся сила пара будетъ $= \frac{s^2 \cdot \pi}{4} p$ килограм.,

длина пароваго цилиндра $= d$ сантиметр.,

полный оборотъ ведущаго колеса $= 2 d$ сантим.

а) *Работа силы пара въ одномъ цилиндрѣ*, во время одного оборота колеса $= 2 d \cdot \frac{s^2 \cdot \pi}{4} \cdot p$,

въ двухъ цилиндрахъ $= 2 \cdot 2 d \cdot \frac{s^2 \cdot \pi}{4} \cdot p = d \cdot s^2 \cdot \pi \cdot p$ килограммо-сантиметровъ.

Діаметръ ведущаго колеса S_1 .

Путь, пройденный паровозомъ во время оборота колеса, $S_1 \cdot \pi$.

Искомая сила тяги паровоза S килограм.

Тогда:

б) *Работа силы тяги* будетъ $S \cdot S_1 \pi$ килограм.

Эти двѣ работы: а и б, т. е. силы пара и силы тяги должны быть равны:

$$S \cdot S_1 \pi = s^2 \cdot \pi \cdot d \cdot p, \text{ откуда}$$

$$S = \frac{s^2 \cdot d \cdot p}{S_1}; \text{ обозначая } \frac{s^2 \cdot d}{S_1} \text{ чрезъ } A,$$

получимъ

$$S = A \cdot p.$$

Если P — давленіе пара въ котлѣ на его стѣнки въ квадратныхъ сантиметрахъ, то $p = 0,65 \cdot P$, гдѣ p есть величина *средняго давленія пара въ цилиндрахъ*, а $0,65$ — коэффициентъ α , т. е. отношеніе средняго давленія къ наибольшему.

Согласно таблицы *Borgies*, величина α колеблется между 56% и 65% въ зависимости отъ впуска пара чрезъ окошко (при 64% объема цилиндра). Сначала происходитъ полное давленіе (10 атмосферъ), затѣмъ разрѣженное (2 атмосфер.), тогда среднее $\frac{10+2}{2} = 6$, а отношеніе $6:10 = 0,60$, или эту величину α принимаютъ равною $0,65$.

¹⁾ $\pi = 3,1416$.

Определение силы тяги паровоза въ зависимости отъ скоростей и подъемовъ.

Опредѣлимъ силу тяги паровоза для разныхъ скоростей и подъемовъ.

Работа паровоза выражается произведеніемъ изъ силы тяги Z на скорость v (т. е. пространство, пройденное имъ въ часъ) $= Z \cdot v$.

Эта работа пропорціональна количеству пара, употребленнаго паровозомъ въ часъ, и во всякомъ случаѣ она не должна быть болѣе сей послѣдней.

Обозначая чрезъ Z силу тяги, проявляемую паровозомъ (со включеніемъ той силы, которая необходима для собственнаго его передвиженія) въ килограммахъ, v —скорость движенія въ часъ въ километрахъ и V —расходъ пара въ часъ въ килограммахъ, то, принимая изъ практики, что 1 килограммъ угля выпариваетъ въ часъ около 6,2 килограммовъ воды, получимъ: $V = 0,042 \cdot v \cdot Z$ килограмм. Считая количество пара, образуемаго на 1 квадратный метръ пассажирскихъ паровозовъ $= 30$ килогр., для товарныхъ $= 25$ килогр., и обозначая поверхность нагрева чрезъ H , получимъ расходъ пара въ часъ для товарныхъ паровозовъ:

$V = 25 \cdot H$, а для пассажирскихъ:

$V = 30 \cdot H$, а потому первое уравненіе измѣнится; такъ для товарныхъ паровозовъ:

$25 \cdot H = 0,042 \cdot v \cdot Z$. Отсюда получится наибольшая допускаемая скорость движенія:

$$v = \frac{25 \cdot H}{0,042 \cdot Z} = 595 \frac{H}{Z}, \text{ а для пассажирскихъ паровозовъ}$$

$$30 \cdot H = 0,042 \cdot v \cdot Z, \quad v = \frac{30 \cdot H}{0,042 \cdot Z} = 714 \frac{H}{Z},$$

для курьерскихъ поѣздовъ увеличивается на 25%, получимъ:

$$v = 1,25 \cdot 714 \frac{H}{Z} = 892,5 \frac{H}{Z}.$$

Изъ формулы $V = 0,042 \cdot Z \cdot v$, обозначая чрезъ N число лошадиныхъ силъ, найдемъ расходъ пара на одну лошадиную силу:

$$\frac{V}{N} = 0,042 \cdot 75 \cdot 3,6 = 11,34 \text{ килогр.}$$

принимая $V=25$ Н для товарныхъ паровозовъ
и $V=30$ Н „ пассажирск. „
получимъ $H=0,454$ Н для товарныхъ паровозовъ
и $H=0,376$ Н „ пассажирск. „

т. е., что одна лошадиная сила требуетъ поверхность нагрѣва
равную 0,454 квадратн. метра для товарныхъ паровозовъ, и
0,376 квадр. метр. для пассажирскихъ паровозовъ.

Рейнская дорога руководствуется для товарныхъ паровозовъ $=0,400$ квадр. метр. и пассажирск. $=0,333$ квадр. метр.

Подставляя въ найденныя уравненія скорости, вмѣсто Z , равную ей величину сопротивленія W , выше найденную, получимъ уравненія, въ которыхъ введена зависимость между скоростью, поверхностью нагрѣва, вѣсомъ поѣзда и подъемами:

$$1) \text{ для товарныхъ поѣздовъ } v = \frac{595 H}{(Q+L+T)(4+x)} \text{ килом. въ часъ.}$$

$$2) \text{ „ пассажирск. „ } v = \frac{714 H}{(Q+L+T)(6,5+x)} \text{ „ „ „ „}$$

$$3) \text{ „ курьерскихъ „ } v = \frac{892,5 H}{(Q+L+T)(11+x)} \text{ „ „ „ „}$$

Принимая во вниманіе, что вѣсъ нормальныхъ товарныхъ (заграничныхъ) паровозовъ съ тендерами $=L+T=63,5$ тоннъ, а $H=125$ квадратн. метр.; а пассажирскихъ $L+T=62$ тоннъ и $H=92$ кв. метрамъ, получимъ:

$$1) v = \frac{74375}{(Q+63,5)(4+x)} \text{ для товарныхъ поѣздовъ.}$$

$$2) v = \frac{65688}{(Q+62)(6,5+x)} \text{ для пассажирскихъ поѣздовъ.}$$

$$3) v = \frac{82111}{(Q+62)(11+x)} \text{ для курьерскихъ поѣздовъ.}$$

Выражая вѣсъ Q вагоновъ чрезъ число осей n на среднюю нагрузку q , какъ это было выше указано, получимъ:

$$1) v = \frac{74375}{(7,5 \cdot n + 63,5) \cdot (4+x)} \text{ для товарныхъ поѣздовъ.}$$

$$2) v = \frac{65688}{(5n + 62)(6,5+x)} \text{ для пассажирскихъ поѣздовъ.}$$

$$3) v = \frac{82111}{(5n + 62)(11+x)} \text{ для курьерскихъ поѣздовъ.}$$

При этомъ предѣльное число осей n , для того чтобы не было боксованія колесъ паровозовъ, опредѣляется изъ уравненій:

$$1) n = \frac{735}{4+x} - 8,5 \text{ для товарныхъ поѣздовъ.}$$

$$2) n = \frac{696}{6,5+x} - 12,4 \text{ „ пассажирск. „}$$

$$3) n = \frac{696}{11+x} - 12,4 \text{ „ курьерскихъ „}$$

Согласно германскому положенію, товарный поѣздъ не долженъ имѣть болѣе 150 осей, пассажирскій—100 осей, за исключеніемъ смѣшанныхъ и воинскихъ, которые могутъ имѣть 120 осей. Наибольшая допускаемая скорость:

товарныхъ поѣздовъ 45 километровъ въ часъ.

пассажирск. „ 75 „ „ „

курьерскихъ „ 90 „ „ „

Приложенная при семъ графическая таблица ¹⁾ указываетъ зависимость между числомъ осей поѣзда (напримѣръ товарнаго), скоростью движенія и величиною подъемовъ для нормальнаго типа паровоза прусскихъ желѣзныхъ дорогъ, не опасаясь недостатка паропроизводительности.

По горизонтальной линіи отложены (въ миллиметрахъ) величины числа осей въ поѣздѣ, въ вертикальномъ же направленіи скорости хода поѣздовъ. Кривыя, вчерченныя въ графики, суть результаты вычисленій наибольшаго допускаемаго числа осей при данныхъ подъемахъ и скоростяхъ хода поѣздовъ.

Кривая № 1—на гориз. 1: ∞ или $X=0$ —наиб. составъ 150 осей.

„	2	—подъемъ 1:1000	„	1	„	„	138	„
„	3	„ 1: 500	„	2	„	„	114	„
„	4	„ 1: 333,3	„	3	„	„	96	„
„	5	„ 1: 250	„	4	„	„	83	„
„	6	„ 1: 200	„	5	„	„	73	„
„	7	„ 1: 166,7	„	6	„	„	64	„
„	8	„ 1: 125	„	8	„	„	52	„
„	9	„ 1: 100	„	10	„	„	44	„
„	10	„ 1: 83,3	„	12	„	„	37	„

¹⁾ См. соч. I. Брозиусъ и Р. Кохъ: „Die Schule für den äusseren Eisenbahn-Betrieb“. 1882.

Разсчетъ этой кривой сдѣланъ при условіи благопріятной погоды. Сильный боковой вѣтеръ и снѣгъ значительно вліяютъ на подъемную силу паровоза, въ особенности товарнаго поѣзда, вслѣдствіе большой поверхности. Напримѣръ, австрійская дорога кронпринца Рудольфа уменьшаетъ составъ поѣздовъ при разныхъ температурахъ противъ нормы:

При пониженіи температуры:

Отъ + 5	до 0°	уменьшаютъ	составъ	на	5°/о
„ 0	„ 5°	„	„	„	5—10°/о
„ 5	„ 10°	„	„	„	10—15°/о
„ 10	„ 15°	„	„	„	15—20°/о
„ 15	„ 20°	„	„	„	20—25°/о

При этомъ, коль скоро нагрузка товарныхъ осей менѣе принятаго по разсчету (7,5 тоннъ), допускается увеличивать скорость. При опредѣленіи времени прохода поѣзда между двумя сосѣдними станціями слѣдуетъ прибавить 3 минуты на въѣздъ и выѣздъ со станцій.

Для того чтобы показать способъ перехода разсчета отъ условій поверхности нагрѣва прусскихъ нормальныхъ паровозовъ къ какому-либо другимъ, т. е. на сколько скорость при данномъ составѣ поѣзда, или наоборотъ—составъ въ зависимости отъ скорости, должны быть измѣнены, приведемъ примѣръ:

Если скорый поѣздъ съ нормальнымъ прусскимъ пассажирскимъ паровозомъ (поверхность нагрѣва = 92 кв. м.) при скорости 54 километр. въ часъ поднималъ 15 осей, то съ какою скоростью, при томъ же составѣ, другой паровозъ при поверхности нагрѣва въ 124 квадр. метра можетъ двигать этотъ поѣздъ.

Принимая во вниманіе, что скорость возрастаетъ пропорціонально парообразованію, т. е. поверхности нагрѣва (при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ), мы найдемъ искомую скорость:

$$\frac{124}{92} \cdot 54 = 73 \text{ километровъ.}$$

Для опредѣленія же числа осей (состава) поѣзда при той же скорости 54 километровъ, но при другомъ паровозѣ (поверхность нагрѣва = 124 квадр. метр.), мы найдемъ, зная, что расходъ пара возрастаетъ пропорціонально валовому вѣсу поѣзда, а потому сей послѣдній увеличится въ отношеніи 124:92; но такъ