

Перевірено 35 р.

для

# ВОРТИРОВОЧНЫХЪ СТАНЦІЙ.



1910.





62513  
298



## О проектировании горок для сортировочных станций.

С развитием нашей железнодорожной сети и возникновением новых узлов, вопрос о проектировании сортировочных станций получает все большее значение. Одним из важных элементов проектирования современной сортировочной станции можно считать составление продольного профиля парков и отдельных путей, применительно к производству маневров с помощью силы тяжести.

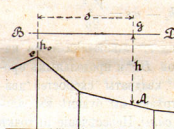
Необходимость применения силы тяжести на новых станциях обуславливается, прежде всего, возрастанием числа вагонов, которые станция должна перерабатывать в сутки. Производство сортировки путем осаживания и вытравливания состава паровозом является затруднительным при суточных пропусках свыше 600—800 вагонов, между тем как многие современные узловые станции должны перерабатывать гораздо большее число вагонов: некоторые, например, новейшие заграничные станции пропускают до 5,000—6,000 в сутки. С другой стороны, самая задача сортировки в настоящее время значительно усложняется: кроме сортировки по направлениям, приходится еще выделять поезда прямые, местные и дальние; поэтому все более широкое распространение получают группировочные и отдельные распорядительные и промежуточные станции. Эти обстоятельства, в связи с стремлением возможно сократить простой подвижного состава на сортировочных станциях, заставляют в широких размерах пользоваться для маневров применением силы тяжести.

Наиболее распространенным типом устройств для этой цели являются горки, устройство которых возможно при всяких условиях, чего нельзя сказать о расположении станций на сплошном уклоне. Вопрос о проектировании продольного профиля сортировочных станций и, в частности, профиля горок затрагивался в литературе неоднократно; соображения об определении профиля горки приведены между прочим в известных сочинениях Goering'a и Blum'a <sup>1)</sup>. В русской технической литературе этот вопрос затрагивался в работах проф. Ломоносова и инженеров Фролова, Лозинского и Арнольда <sup>2)</sup>. Во всех этих трудах, однако, имеются данные, почти исключительно касающиеся определения полной высоты горки в ее вершин; что же касается до определения

уклонов, имеющих на обеих сторонах горки, то относительно этого, по большей части, даются указания преимущественно эмпирического характера; к тому же, цифры, рекомендуемые для различных склонов, колеблются в весьма широких пределах, почему детальное определение продольного профиля станционных парков и горки остается, в сущности, произвольным. В дальнейшем предлагается графический метод, дающий возможность как определить профиль для вновь проектируемых горок, так и выяснить характер работы существующих горок при различных условиях. Этот же метод является одинаково пригодным и для соображений о расположении парков станции на сплошном уклоне.

### 1. Основной график работы горки.

Пусть  $h_c$  обозначает ординату профиля горки в точке  $A$  (фиг. 1), отсчитываемую вниз от некоторого уровня  $BD$ , расположенного выше вершины горки  $C$ ,  $s$  — горизонтальное расстояние точки  $A$  от вершины горки, т. е. абсциссу профиля,  $V_c$  — скорость движения вагона в точке  $A$ ,  $V_0$  — начальную скорость, с которой вагон скатывается с вершины  $C$  горки,  $w$  — сопротивление



Фиг. 1.

движению вагона в килограммах на тонну; величина этого сопротивления, вообще говоря, зависит от скорости, т. е.  $w=f(v)$ . Тогда, если мы рассмотрим движение вагона на пути  $CA$ , от вершины горки  $C$  до какой либо точки профиля  $A$ , то работа, совершенная на этом пути вагоном весом  $Q$  будет

$$\int_0^s Q v ds - Q(h_c - h_a).$$

Живая сила, приобретенная вагоном на том же пути  $AC$ , будет

$$Q \frac{V_a^2 - V_c^2}{2g}$$

Следовательно

$$h_c - h_a = \int_0^s w ds + \frac{V_c^2 - V_a^2}{2g} \quad (1)$$

Уравнение (1) дает нам возможность, для любой точки  $A$  профиля горки, определять понижение этой точки,  $h_c - h_a$ , относительно вершины  $C$  горки, т. е. спроектировать весь продольный профиль. Для этого надо только задаться величиной

<sup>1)</sup> Юго-Западная, Юго-Восточная.

<sup>2)</sup> В. П. Черный.

<sup>3)</sup> Египет-Моск.-Бр. принимают  $\frac{1}{100}$  остатка, исходя из 30 дней месяца.

<sup>4)</sup> Равано-Уральская.

<sup>5)</sup> A. Goering und M. Oder, Anordnung der Bahnhöfe, Leipzig 1907, стр. 148; O. Blum, Bahnhofsanlagen, Wiesbaden, 1909, стр. 658.

<sup>6)</sup> Ломоносов, Записки по эксплуатации железных дорог, стр. 338. Фролов, Сборник статей о станциях и маневрах, 1906. Лозинский, Инженер, 1906. Арнольд, Изв. Общ. Бюро Совещ. Съезд. 1908.

29-7-88

Всего 108



ТАБЛИЦА I.

Зависимость между скоростью  $v$  версть в час, высотой живой силы  $h_e = \frac{v^2}{2g}$  выраженной в саженях, и исправленной высотой  $h' = h_e (1 + \gamma)$ .

| $v$ | $h_e$ | $h'$  | $v$ | $h_e$ | $h'$ | $v$ | $h_e$ | $h'$ |
|-----|-------|-------|-----|-------|------|-----|-------|------|
| 1   | 0,02  | 0,002 | 9   | 0,17  | 0,18 | 17  | 0,61  | 0,63 |
| 2   | 0,08  | 0,008 | 10  | 0,21  | 0,22 | 18  | 0,68  | 0,70 |
| 3   | 0,02  | 0,02  | 11  | 0,25  | 0,26 | 19  | 0,76  | 0,79 |
| 4   | 0,03  | 0,03  | 12  | 0,30  | 0,31 | 20  | 0,84  | 0,87 |
| 5   | 0,05  | 0,05  | 13  | 0,35  | 0,36 | 21  | 0,93  | 0,97 |
| 6   | 0,08  | 0,08  | 14  | 0,41  | 0,42 | 22  | 1,02  | 1,06 |
| 7   | 0,10  | 0,10  | 15  | 0,47  | 0,48 | 23  | 1,11  | 1,15 |
| 8   | 0,13  | 0,13  | 16  | 0,54  | 0,56 | 24  | 1,21  | 1,25 |

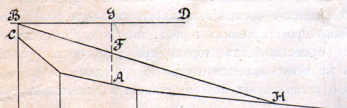
скорости  $V$  в точках  $A$  или, по крайней мере, некоторыми желательными предлами ее в определенных пунктах станции. С другой стороны, если мы имеем готовый продольный профиль существующей горки мы можем, на основании уравнения (1) определить скорость  $V$  в любой точке пути.

Подобные расчеты, однако, могут быть проще и нагляднее произведены графическим путем. Будем далее, для удобства, считать уровень  $BD$ , от которого отсчитываются ординаты горки, расположенным над вершиной  $C$  в расстоянии

$$BC = \frac{V_0^2}{2g} = h_0$$

Затем, примем предварительно, для простоты, величину сопротивления независимой от скорости, т. е.  $w = const$ . Тогда, для любой точки  $A$  (фиг. 2)

$$Ag = h_e = ws + \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$



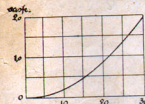
Фиг. 2.

Если мы проведем наклонную прямую таким образом, что  $tg \angle GBF = w$ , то, очевидно, отрезок ординаты

$$AF = AG - GF = h_e - ws = \frac{V^2}{2g}$$

Таким образом, отрезки ординаты, заключенные на нашем графике (фиг. 2) между прямой  $BF$  и продольным профилем горки, представляют собой квадраты скоростей движения в любой точке пути. Эти отрезки мы будем в дальнейшем называть *высотами живой силы*. Пересечение в точке  $H$  прямой  $BF$  с профилем парка, следующего за горкой, определяет пункт, до которого может идти вагон, скатывающийся с горки\*). Наибольшей скорости обыкновенно соответствует ордината  $MN$  у подошвы  $N$  горки.

Если бы мы хотели, пользуясь этим чертежом, определять по ординатам не квадраты скоростей, а самые скорости, то для этого надо было бы только построить вспомогательный график, изображенный на фиг. 3. Этот график представляет собою простую параболу, абсциссы которой соответствуют скоростям  $V$ , а ординаты высотам  $h_e = \frac{V^2}{2g}$  отложенным в вертикальном



Фиг. 3.

масштаб продольного профиля горки. Для построения такого вспомогательного графика в любом масштабе, а также, вообще, для вычисления высот живой силы по скоростям, удобно пользоваться нижеприведенной таблицей 1.

В график исправленной высоты\* показана величина  $\frac{v^2}{2g} (1 + \gamma)$  где  $\gamma$  коэффициент, выражающий отношение живой силы вра-

\*) Это свойство прямой  $BF$  указано, между прочим, в упомянутой статье инженера Фролова.

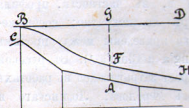
щающихся колесных скатов к живой силе вагонов\*). Коэффициент  $\gamma$  принять  $= 0,04$ .

Высоты живой силы для скоростей от 30 до 60 верств в час могут быть легко получены с помощью таблицы 1 путем умножения на 4 значения высоты для половинных скоростей, так, например, высота живой силы, соответствующая скорости 50 в. в час будет  $1,36 \times 4 = 5,44$  саж.

Таким образом, накрыв на чертеж фиг. 2 для любой точки  $A$  ординату  $AF$ , мы можем с помощью графика фиг. 3 или таблицы I найти соответствующую скорость  $V$ .

## II. Построение линии живой силы при переменной величине сопротивления движению.

При построении фиг. 2 мы принимали, что сопротивление движению есть величина постоянная. В действительности, однако, такое предположение не особенно точно, так как сопротивление движению зависит от скорости. При малых скоростях до 30 <sup>верств</sup> в час с которыми приходится иметь дело при маневрах, сопротивление движению товарных поездов, вообще говоря, может считаться почти постоянным. Но, для отдаленных товарных вагонов, в особенности порожних, скорость их перемены, а также скорость встричного ветра, оказывают весьма заметное влияние на сопротивление движению.



Фиг. 4.

Численные величины сопротивления при разных скоростях будут нами указаны далее. Теперь же разберем какой вид примет наш график, при условии переменной величины сопротивления.

Легко видеть, что линия  $BF$ , которую мы будем далее называть *линией живой силы*, примет, в этом случае, вид кривой (фиг. 4) с перегибом, соответствующим наибольшей скорости. На самом деле, для любой точки этой кривой можно написать, полагая в уравнении (1)  $h_0 = \frac{V^2}{2g}$ , и обозначая ее ординаты через  $y = h_e - \frac{V^2}{2g}$ ,

$$y = \int w ds$$

\*) Проф. А. Д. Романов, Паровозы, 2-ое изд. стр. 93.



откуда

$$\frac{dy}{ds} = w.$$

Въ началѣ скатыванія вагона съ горки, при малыхъ скоростяхъ, касательная къ кривой  $BFH$  имѣетъ малый наклонъ къ оси абсцисс. По мѣрѣ приближенія къ подошвѣ горки, и увеличенія скорости, уклонъ этотъ увеличивается, а затѣмъ кривая дѣлается перегибъ, и уклонъ снова уменьшается, по мѣрѣ приближенія къ мѣсту остановки.

Построеніе кривой  $BFH$  можетъ быть выполнено практически такимъ образомъ. Опредѣливъ значенія величинъ  $w$ , соответствующихъ какимъ-либо двумъ или тремъ скоростямъ, напримеръ 5, 15 и 25 верстъ въ часъ. Соответствующія этимъ скоростямъ значенія сопротивленія  $w$  выразятся въ килограммахъ на тонну, или, что тоже, въ тысячныхъ доляхъ единицы. На нашемъ графикѣ они будутъ соответствовать, очевидно, нѣкоторымъ уклонамъ, выраженнымъ въ тѣхъ же тысячныхъ; такъ напримеръ, сопротивление въ 5 килогр. на тонну будетъ выражаться элементомъ линіи живой силы, имѣющимъ уклонъ

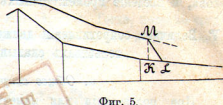
$\frac{dy}{ds} = w$  въ пять тысячныхъ, нанесенный съ соблюденіемъ вертикальнаго и горизонтальнаго масштаба нашего профиля. Вся наша линія живой силы  $BFH$  представится, такимъ образомъ, ломанной линіей, состоящей изъ прямолинейныхъ отрезковъ, наклонъ которыхъ соответствуетъ среднимъ скоростямъ движенія въ 5, 15, 25 километровъ въ часъ. Длина каждаго изъ этихъ отрезковъ опредѣляется достиженіемъ нѣкоторой предѣльной скорости, такъ, напримеръ, первый отрезокъ прямой, соответствующій сопротивленію при 5  $\frac{w}{v}$ , будемъ продолжать до тѣхъ поръ, пока скорость не достигнетъ 10  $\frac{w}{v}$ , т. е. высота жизни силъ достигнетъ 0,22 саж. Слѣдующій отрезокъ будемъ продолжать до ординаты 0,87 саж., соответствующей скорости 20  $\frac{w}{v}$  и т. д.

При весьма небольшомъ навыкѣ, все построеніе кривой живой силы дѣлается чрезвычайно легко. Въ особенно большомъ числѣ случаевъ не имѣется надобности, такъ какъ, вообще, съ точностію расчета поневоли ограничивается приближеннымъ характеромъ зависимости сопротивленія отъ скорости движенія, и отъ скорости вѣтра.

### III. Изображеніе на графикѣ остановки къ помощью тормазныхъ башмаковъ.

Описаннымъ путемъ кривая живой силы можетъ быть построена до пересѣченія съ профилемъ горки въ точкѣ  $H$ . Эта точка соответствуетъ уменьшенію живой силы и скорости до нуля, т. е. остановкѣ вагона вследствие дѣйствія сопротивленія. Однако, въ дѣйствительности, вагоны, скатывающіеся съ горки, останавливаются, обыкновенно, раньше наступленія такого момента, пользуясь для этого наложеніемъ тормазныхъ башмаковъ. Дѣйствіе такихъ тормазовъ выражается въ увеличеніи сопротивленія движенію вагона до нѣкоторой величины  $b$ , численнаго значенія которой нами также будутъ указаны ниже. Соответственно этой величинѣ сопротивленія на графикѣ (фиг. 5) можетъ быть построенъ нѣкоторый уклонъ  $ML$ , пользуясь которымъ можно изобразить остановку вагона въ любой точкѣ  $L$ . Пересѣченіе этого уклона съ линіей живой силы въ точкѣ  $M$  указывать пунктъ  $K$ , въ которомъ должны быть

наложены башмаки для остановки въ  $L$ . Кромѣ остановки вагоновъ, наложеніе башмаковъ на нѣкоторомъ пути, со сбрасывателями, расположенными въ концѣ этого пути, можетъ имѣть цѣлью уменьшеніе скорости вагона. Въ этомъ случаѣ, указанный пріемъ можетъ дать возможность опредѣлить положеніе сбрасывателей для разныхъ условій.



Фиг. 5.

### IV. Условія, которымъ должны удовлетворять высота и профиль горки.

Съ помощью описаннаго графическаго построенія кривой живой силы можно повторить, насколько профиль какой-либо существующей или вновь проектируемой горки удовлетворяетъ требованіямъ работы сортировки.

Эти требованія могутъ быть сведены къ слѣдующимъ двумъ основнымъ условіямъ:

- 1) высота горки должна быть достаточна для того, чтобы, при самыхъ неблагоприятныхъ условіяхъ, спускаемымъ съ ея вершины вагономъ могъ докатиться до наиболѣе отдаленнаго конца слѣдующаго за горкой парка.
- 2) Скорость движенія въ началѣ парка не должна превосходить предѣла, представляющаго опасность схода на стрѣлкахъ, или затрудняющаго остановку вагона, съ помощью тормазовъ, въ самомъ началѣ парка. Последнее бываетъ необходимо при заполненіи парковыхъ путей вагонами, ранѣе спущенными съ горки.

Выполненіе этихъ двухъ условій можетъ представить большія или меньшія затрудненія, въ зависимости отъ разныхъ обстоятельствъ скатыванія. Къ числу таковыхъ рода обстоятельствъ можетъ быть отнесено:

- 1) происходитъ ли скатываніе безъ вѣтра, при встрѣчномъ, или при попутномъ вѣтрѣ;
- 2) происходитъ ли движеніе лѣтомъ, или зимой, когда сопротивленіе движенію вагоновъ возрастаетъ;
- 3) скатываются ли вагоны груженные или порожние, такъ какъ сопротивленіе воздуха, на единицу вѣса, для порожнихъ вагоновъ относительно больше;
- 4) скатываются ли вагоны по одиночкѣ, или группой по нѣскольку штукъ; въ послѣднемъ случаѣ сопротивленіе воздуха играетъ относительно меньшую роль, вмѣстѣ съ тѣмъ, тормаженіе происходитъ болѣе медленно, такъ какъ дѣйствіе башмаковъ прилагается только къ первой оси группы;
- 5) состояніе рельсъ сухое или влажное; при влажномъ состояніи коэффициентъ тренія башмаковъ, скользящихъ по рельсамъ, меньше.

Наиболѣе невыгодной для достиженія вагонами отдаленнаго конца парка, является работа зимой, при встрѣчномъ вѣтрѣ, съ порожними вагонами по одиночкѣ. Наиболѣе невыгодной комбинаціей для остановки вагона, съ помощью тормазовъ, въ началѣ парка, является движеніе лѣтомъ группой груженныхъ вагоновъ, безъ вѣтра, или при попутномъ вѣтрѣ и влажныхъ рельсахъ. Кромѣ этихъ крайнихъ комбинацій, можетъ быть еще цѣлый рядъ промежуточныхъ сочетаній разныхъ условій.

Задача графическаго расчета является повѣрка условій движенія при перечисленныхъ разнообразныхъ обстоятельствахъ.



Средствами для выполнения поставленных выше в основание условий являются изменение продольного профиля горки и парков, и введение промежуточных тормазных позиций.

#### У. Величина сопротивления движению, при различных обстоятельствах скатывания с горки.

##### а. Общее сопротивление.

При пользовании для маневров силой тяжести, вагоны скатываются по путям один, без паровоза. При этом их сопротивление движению несколько отличается от обычного сопротивления движению вагонов, входящих в состав поездов, благодаря большему относительному влиянию сопротивления воздуха на переднюю торцевую поверхность.

Особое сопротивление качению вагона, вместе с трением в подшипниках, может быть для наших целей оценено достаточно точно величиной 2,5 килограмм на тонну веса. Прибавляя к этому отдельный член для учета давления воздуха на лобовую поверхность вагона, получим выражение для общей величины сопротивления в килограмм на тонну

$$w = 2,5 + \frac{0,0052 F v^2}{Q} \dots \dots \dots (3).$$

где  $F$  лобовая поверхность переднего вагона в кв. метрах,  $Q$  весь в тоннах группы вагонов, скатывающейся с горки,  $V$  — скорость в километр. в час. Численно величина  $w$  выражается так:

ТАБЛИЦА П.

| Скорость верств<br>в час.  | 5                                     | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40    | 45    | 50    |
|--|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
|  | Сопротивление в килограммах на тонну. |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
| Один крытый грузе-<br>ный вагон<br>$Q = 22^{\frac{1}{2}}, F = 8,5$ кв. м.  | 2,56                                  | 2,70 | 2,96 | 3,30 | 3,75 | 4,30 | 4,95 | 5,70  | 6,55  | 7,50  |
| Один порожний кры-<br>тый вагон<br>$Q = 7,3^{\frac{1}{2}}, F = 8,5$ кв. м. | 2,65                                  | 3,10 | 3,65 | 4,30 | 6,25 | 7,90 | 9,85 | 12,10 | 14,65 | 17,50 |

Как видно из этой таблицы, сопротивление груженого вагона скатыванию значительно меньше, чем порожняга. Если порожние вагоны скатываются группой в несколько штук, то общее их сопротивление падает; так, при числѣ порожних вагонов равном трем, это сопротивление очевидно то же, что для одного груженого вагона.

Зимой сопротивление движению увеличивается. Опытных данных для точного определения этого увеличения пока, к сожалению, нет. Для побуждений приняты оценивать возрастание сопротивления в 20% нормальной величины. Для отдельных вагонов, послѣ болѣе или менѣе продолжительной стоянки, можно повидому, считать это увеличение еще болѣе высоким, достигающим, приблизительно, 1—1,5 килограмм на тонну. Поэтому для расчета зимней горки можно пользоваться формулой

$$w_2 = 4,0 + \frac{0,0052 F v^2}{Q}.$$

##### б. Сопротивление ветра.

Формула (3) представляет собой сопротивление движению при скатывании без ветра. При действии на вагоны ветра эта формула приобретает вид

$$w = 2,5 + \frac{0,0052 F (V \pm V_B)^2}{Q}$$

где  $V$  обозначает скорость движения вагонов, а  $\pm V_B$  — скорость встречного или попутного ветра, тоже в километрах в час. За скорость ветра, в данном случаѣ, было бы не целесообразно, как это дѣлается в расчетах прочности, принимать скорость урагана, так как, очевидно, при ураганѣ маневры могут и не производиться; достаточно ограничиться обычным умеренным ветром, имѣющим скорость около 4 метров в секунду, т. е. около 14 верств в час. Если желательно сдѣлать повѣрку работы горки при сильном ветрѣ, то скорость такого ветра можно принять около 6—7 метр. в секунду, т. е. около 20—24 верств в час. Надо при этом имѣть в виду, что такіе ветры обыкновенно бывают не чаще, как несколько дней в году. Численное влияние ветра на сопротивление может быть оценено съ помощью той же таблицы (II) если в ней вместо  $V$  брать  $(V + V_B)$  для встречного ветра и  $(V - V_B)$  для попутного.

##### в. Сопротивление движению на стрѣлочных улицах.

При качении по парковым путям вагон проходит не только по прямым элементам пути, но также по загрузочным и стрѣлочным переводам. Дополнительное сопротивление от загрузочных может быть принято равным

$$W_r = \frac{350}{R} \dots \dots \dots (4)$$

килограмм на тонну, где  $R$  радиус кривой в саженях.

Что касается до стрѣлочных переводов и улиц, то оказываемое ими сопротивление движению можно, повидому, принять эквивалентным сопротивлению от кривой радиусом от 70 до 100 саж., т. е. согласно предыдущей формулѣ (4) от 3,5 до 5 килограмм на тонну, считая это сопротивление приложенным на всем протяжении стрѣлочных улиц. Такая величина сопротивления вполне совпадает съ наблюдаемымъ для движеньем вагонов на американских сортировочных станціях, где частіямъ парка, на которых расположены стрѣлочные улицы, придаютъ уклонъ на 5 тысячных болѣе, по сравнению съ другими парковыми путями.

##### г. Сопротивление тормозов.

Тормазные чугунные башмаки, скользящіе по стальнымъ рельсамъ, оказываютъ сопротивление, соответствующее трению первого рода, т. е. аналогичное трению тормазных колодок о стальные шины. Коэффициент этого трения можетъ быть принять по Дуйену

$$0,27 - 0,002 V$$

где  $V$  скорость в километрах в час. Принимая среднюю скорость во время торможения  $V = 10$  килом. в час, можно, безъ особаго ущерба для точности, считать сопротивление равнымъ

$$b = (0,27 - 0,002 \times 10) 1000 \frac{Q_1}{Q} = 250 \frac{Q_1}{Q}$$

килограмм на тонну, где  $Q_1$  — весь части подвижного состава, опирающейся на башмакъ, а  $Q$  весь всей заторможенной группы. Если, например, башмакъ поддерживает одну ось груженого вагона, а всего идетъ группа изъ двухъ вагонов, то  $\frac{Q_1}{Q} = \frac{1}{4}$  и сопротивление отъ тормажения составляетъ 62,5 килограмм на тонну. Если желательно сдѣлать повѣрку расстояния на которомъ могутъ оставаться вагоны, при влажныхъ рельсахъ, то величину сопротивления слѣдуетъ брать на 40% меньше, т. е. около 150  $\frac{Q_1}{Q}$  килограмм на тонну.



## VI. Ходъ проектирования горки.

Проектирование горки удобнее всего вести въ направленіи, обратномъ действительному движению вагоновъ, т. е. въ такомъ порядкѣ:

- 1) Опредѣленіе уклоновъ путей сортировочнаго парка.
- 2) Опредѣленіе уклоновъ спускной части горки, т. е. той части, по которой вагоны скатываются съ горки въ сортировочный паркъ.
- 3) Опредѣленіе профиля подъемной части горки, т. е. той части, по которой подаются составы изъ приемнаго парка къ вершинѣ горки.

## а) Опредѣленіе уклоновъ сортировочнаго парка.

- Пусть  $V_1$  и  $h_1$  — скорость и высота живой силы для вагоновъ въ началѣ парка,  
 „  $V_2$  и  $h_2$  — скорость и высота живой силы для вагоновъ въ концѣ парка,  
 „  $s$  — длина путей парка,  
 „  $i$  — величина ихъ продольнаго уклона въ тысячныхъ,  
 „  $is$  — разность высотъ въ началѣ и концѣ парка,  
 „  $w$  — сопротивленіе движению въ тысячныхъ.

Тогда, исходя изъ уравненія (1), получимъ

$$is = \int_0^s w ds + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

или

$$i = \frac{\int_0^s w ds - (h_1 - h_2)}{s}$$

Если принять

$$\int_0^s w ds = w_s s$$

гдѣ  $w_s$  сопротивленіе, соответствующее нѣкоторой средней скорости, то

$$i = w_s \frac{h_1 - h_2}{s} \dots \dots \dots (5)$$

Задаваясь различными обстоятельствами движенія можно опредѣлить отсюда  $i$ . Положимъ, требуется, чтобы лѣтомъ, при умѣренномъ встрѣчномъ вѣтрѣ (15 в. въ часъ) порожние вагоны доходили до конца парка.

Задаемся

$$V_1 = 25 \text{ в/ч.}, h_1 = 1,35 \text{ саж.}$$

$$V_2 = 10 \text{ в/ч.}, h_2 = 0,20 \text{ саж.}$$

Средняя скорость  $V_s$  около 15 в. въ часъ. Относительная скорость вѣтра и вагона  $15 + 15 = 30$  в/ч. Соответствующее сопротивленіе  $w_s = \infty 8$  килогр. на тонну.

Въ такомъ случаѣ

$$i = 0,008 - \frac{1,15}{S}$$

Если напримять  $S = 300$  саж.

$$i = 0,0042$$

Поставимъ теперь условіе, чтобы безъ вѣтра груженный вагонъ шедъ по всей длинѣ парка съ постоянной скоростью, т. е.  $h_1 = h_2$ . Тогда  $i = w_s$ . Если  $V_1 = V_2 = 25$  в/ч., то  $i = w_s = 0,0038$ . На основаніи этихъ двухъ соображеній можно въ рассматриваемомъ случаѣ принять уклонъ парка въ 4 тысячныхъ.

Проверимъ теперь движеніе при сильномъ встрѣчномъ вѣтрѣ (скорость 20 в/ч.). Пусть, при нашихъ условіяхъ, порожние вагоны останавливаются, не доходя немного до конца парка, напр., при  $S = 250$  саж.,  $h_2 = 0$ . Тогда, полагая среднюю относительную скорость движенія вагона и вѣтра около 40 в/ч. и сопротивленіе  $w_s = 0,0128$ , получимъ

$$0,004 = 0,012 - \frac{h_2}{250}$$

откуда  $h_2 = 2,00$  саж. или  $V_2 = 30$  в/ч. Эта скорость указываетъ, что, въ данномъ случаѣ, придется пользоваться зимней горкой, которая должна быть по крайней мѣрѣ на  $2,00 - 1,35 = 0,65$  саж. выше лѣтней.

Въ предыдущемъ расчетѣ мы не принимали во вниманіе увеличеніе сопротивленія при прохожденіи стрѣлокъ.

Если дополнительное сопротивленіе стрѣлокъ будетъ  $w_s$ , то формула (5) приметъ видъ

$$i = w_s \frac{h_1 - h_2}{S} + \frac{a}{S} W_s$$

Здѣсь  $a$  длина пути, проходимого по стрѣлочнымъ улицамъ. Проще компенсировать это дополнительное сопротивленіе, сдѣлавъ на длинѣ стрѣлочныхъ улицъ продольный уклонъ  $i + w_s$ .

Такъ, напримять, въ выше приведенномъ примѣрѣ

$$i + w_s = 4 + \frac{350}{R} = 0,009$$

Такъ какъ длина стрѣлочныхъ улицъ, проходимая вагономъ при направленіи его разнѣе пути сортировочнаго парка, не одинакова, то, повидному, можно эти пути сдѣлать въ разныхъ уровняхъ.

Такъ напр., (фиг. 6) прямому пути  $AB$  можно придать сплошной уклонъ въ 0,008, стрѣлочной улицѣ  $AB$  уклонъ въ 0,007, часть пути  $BI$  сдѣлать съ уклономъ 0,015, тогда точки  $I$  и  $B$  будутъ въ одномъ уровнѣ.

При проектированіи профиля парка, въ качествѣ желательной максимальной скорости при входѣ въ паркъ, можно принимать скорость отъ 20 до 25 в/ч. Большія скорости сопряжены съ увеличеніемъ ремонта стрѣлочныхъ переводовъ и подвижного состава. Меньшія скорости не будутъ достаточны для прохожденія длинныхъ путей на встрѣчу хотя бы даже умѣренному вѣтру. Наименьшей скоростью, которая желательна въ самыхъ отдаленныхъ концахъ парка, можно считать около 10 верстъ въ часъ. Вагоны, идущіе съ меньшей скоростью, обладаютъ настолько малымъ запасомъ живой силы, что могутъ остановиться отъ случайныхъ препятствій: небольшого вѣтра, сѣва на пути и пр. На самомъ дѣлѣ, для  $V = 10$  в/ч.  $h = 0,22$  саж. При возрастаніи сопротивленія  $w$  до 0,008 вагонъ можетъ остановиться на 25 саж. а при  $V = 6$  в/ч. онъ остановится на 10 саж., т. е. напр. отъ случайнаго перемета.

Если руководствоваться только что указанными скоростями  $V_1 = 25$  в/ч. и  $V_2 = 10$  в/ч. то  $h_1 - h_2 = 1,36 - 0,22 = 1,14$  саж.



Фиг. 6.



и соответствующий уклон путей сортировочного парка, как было указано выше, определяется формулой

$$l = 0,008 - \frac{1,15}{S}$$

где  $S$  длина парка в саженях.

Такой уклон может, при безветренной погоде, или еще того больше, при попутном ветре, сообщить грузевым вагонам большие скорости. Для уменьшения этих скоростей, в началѣ каждого пути, сейчас же за стрѣлками иногда располагаются тормазныя позиции.

Для каждой такой позиции расстояние тормажения  $x$  может быть найдено из уравнения

$$h_1 - h_2 = x(w - i + b)$$

где  $h_1$  и  $h_2$  высоты, соответствующія скоростям в началѣ и в концѣ торможения.

Этотъ расчетъ можно упростить, пренебрегая величиною  $w - i$  по сравнению съ  $b$  и полагая  $b = 0,25 \frac{Q}{Q_1}$  для всѣхъ скоростей, т. е. вычисляя длину тормажения по формулѣ:

$$x = 4 (h_1 - h_2) \frac{Q}{Q_1} \quad (6)$$

Тормазныя позиции в началѣ парка могутъ быть полезны также в тѣхъ случаяхъ, когда требуется остановка в началѣ путей, напр., когда эти пути уже заполнены на большей часта своего протяженія, рабѣ спущенными вагонами. Если длина пути сортировочного парка рассчитана съ большимъ запасомъ противъ ожидаемаго наполненія, то можно отказаться отъ остановки вагоновъ въ самомъ началѣ парка. Тогда оставивъ среднюю величину уклона парковыхъ путей около 0,006, можно в началѣ части парка, послѣ стрѣлки, увеличить этотъ уклонъ до 0,007—0,008, а затѣмъ постепенно понижать его до величины 0,001 въ отдаленномъ концѣ, гдѣ предполагается стоянка вагоновъ. Последний уклонъ предохраняетъ вагоны отъ самопроизвольнаго ухода. В этомъ случаѣ выводъ вагоновъ въ слѣдующій паркъ можетъ быть сдѣланъ только при помощи паровоза.

При непрерывномъ уклонѣ парковыхъ путей въ 0,006 необходимо принимать мѣры противъ ухода вагоновъ; мѣры эти, впрочемъ, всегда необходимы, въ виду возможнаго дѣйствія вѣтра. Если вагоны изъ сортировочнаго парка должны перемѣщаться въ слѣдующій паркъ безъ паровоза, а при помощи только силы тяжести, то уклонъ путей долженъ быть для этого не меньше 0,007, чтобы преодолѣть какъ начальное сопротивление, (сравнительно большое послѣ длительной остановки вагоновъ), такъ и встрѣчный, хотя бы убранный, вѣтеръ. Если рассматриваемый паркъ, въ который вагоны скатываются съ горки не сортировочный, а группировочный, то для дальнѣйшаго движенія съ помощью силы тяжести уклонъ можетъ быть взятъ нѣсколько меньшій, чѣмъ для сортировочнаго парка, именно отъ 2 до 5 тысячныхъ, имѣя въ виду скатываніе въ этомъ случаѣ вагоновъ группами, а не по одиночкѣ, и потому меньшее сопротивление движенію, а также имѣя въ виду менѣе продолжительную стоянку вагоновъ на этихъ путяхъ \*). Нака-

нецъ, для путей парка отправления, изъ которыхъ выходъ всегда дѣлается съ помощью паровоза, въ концѣ дѣлаютъ горизонтальную площадку или даже обратный уклонъ для вѣрной окончательной остановки вагоновъ и предупрежденія выхода ихъ на перегонъ.

#### 6. Определение уклоновъ и длины спускной части горки.

Назначение спускной части горки сообщать вагонамъ живую силу, необходимую затѣмъ для преодоленія сопротивленія на протяженіи путей сортировочнаго парка. Величина этой живой силы определяется высотой паденія съ горки: быстрота развитія скорости—величиною уклона горки. Чѣмъ этотъ уклонъ больше, тѣмъ короче горка, и тѣмъ меньше она занимаетъ мѣста въ общемъ протяженіи сортировочной станціи. Обычно эти уклоны берутся отъ 0,025 до 0,040. Последняя величина является вышай допустимой и сообщаетъ вагону ускореніе около  $0,4 \frac{\text{мет.}}{\text{сек.}}$ . Большая же величины спуска тѣмъ 0,040, неудобны, такъ какъ слишкомъ большое ускореніе могло бы вредно отозваться какъ на заключающемся въ вагонѣ грузѣ, такъ и на кузовѣ самого вагона. Помимо этого, уклонъ въ 0,040 является предѣльнымъ для прохожденія паровозами, что также можетъ имѣть значеніе въ нѣкоторыхъ случаяхъ. Уклонъ въ 0,025 даетъ возможность провести паровозомъ черезъ горку нѣсколько вагоновъ и, вмѣстѣ съ тѣмъ, является гораздо болѣе спокойнымъ для грузовъ, лежащихъ въ вагонахъ.

Выбравъ величину уклона, можно опредѣлить длину и высоту спускной части горки. Длина можетъ быть опредѣлена изъ уравненія

$$L = \frac{h_1}{i - w} \quad (7)$$

Здѣсь  $h_1$  высота живой силы, соответствующая максимальной скорости въ началѣ сортировочнаго парка, т. е. у подношья горки

$i$  — величина уклона горки.

$w$  — среднее сопротивленіе на протяженіи горки.

Высотой живой силы на вершинѣ горки, соответствующей скорости около 4—6 верстъ въ часъ, можно, по ея незначительности, пренебречь.

Если мы, напримеръ, предположимъ, что желаемая нами скорость въ началѣ паркѣ 25 в/ч.,  $h_1 = 1,35$  саж., то средняя скорость на протяженіи горки можетъ быть опредѣлена въ  $\frac{25 + 5}{2} = 15$  в/ч. Если взять наихудшія условія: движеніе порожняго вагона, при убраннымъ встрѣчнымъ вѣтрѣ, то сопротивление  $w$  можетъ быть принято въ 0,008.

Тогда при  $i = 0,040$

$$L = \frac{1,35}{0,040 - 0,008} = 43 \text{ саж.}$$

при  $i = 0,025$

$$L = \frac{1,35}{0,025 - 0,008} = 80 \text{ саж.}$$

Изъ этого видно какое значеніе имѣетъ увеличеніе уклона горки до максимальнаго предѣла 0,040.

Высота  $H$  горки, считая отъ подношья до вершины, определяется по формулѣ:

$$H = Li$$

\*) Blum, Cumbler стр. 660.



т. е., напр., въ первомъ приведенномъ случаѣ

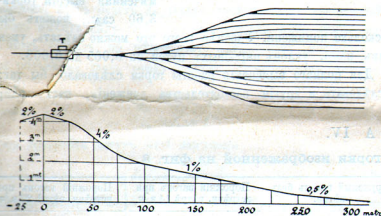
$$H = 43 \times 0,040 = 1,72 \text{ саж.}$$

Если мы имѣемъ за горкой сортировочный паркъ, длиной 300 саж., съ уклонами: 0,010 на протяжении 75 саж. длины стрѣлочныхъ улицъ, и 0,005 на протяжении остальныхъ 225 сажений, то полное возвышеніе вершины горки надъ концомъ сортировочнаго парка будетъ

$$H_0 = \Sigma H = 43 \times 0,040 + 75 \times 0,010 + 225 \times 0,005 = 3,60 \text{ саж.}$$

Какъ известно, обыкновенно дѣлаются двѣ горки, лѣтняя и зимняя; послѣдняя можетъ служить также для работы лѣтомъ при сильномъ встрѣчномъ вѣтрѣ. Сопротивленіе движению отъ дѣйствія воздуха и вѣтра, очевидно, то же самое зимой и лѣтомъ, основное же сопротивленіе движению вагоновъ зимой, какъ было указано, можно принять въ 4 килограмма на тонну вѣста 2,5 для лѣтнаго времени. Въ такомъ случаѣ возвышеніе зимней горки надъ лѣтнюю должно быть достаточно для преодоленія изащима работы. Эта работа составитъ  $H_0 - H_0 = 0,0015 (l + L)$ , т. е. въ нашемъ случаѣ  $0,0015 (300 + 43) = 0,51$  саж.

Уклонъ спускной части горки не всегда дѣлается постояннымъ по всей длинѣ. Такъ, въ Америкѣ \*) принято (фиг. 7) дѣлать верхнюю часть горки съ уклономъ 0,020, переходящимъ затѣмъ въ уклонъ 0,040. Такая уменьшенная величина уклона



Фиг. 7.

имѣетъ въ виду расположеніе въ верхней части горки вѣсового помоста, на которомъ скорость вагоновъ должна быть возможно малой и, во всякомъ случаѣ, не должна превосходить 9—10 в/ч.

Такъ какъ для такой скорости высота живой силы  $h = 0,20$  сажений, то вѣсы могутъ быть расположены на разстояніи  $\frac{0,20}{0,020} = 10$  саж. отъ вершины горки, что вполнѣ осуществимо, такъ какъ вся длина вѣсовъ составляетъ около 9 саж.

Иногда, обратно предыдущему расположенію, уклонъ горки дѣлается въ верхнемъ концѣ болѣе крутымъ, внизу болѣе пологимъ. Этими имѣется въ виду увеличеніе скорости въ нижней части горки, напр., въ мѣстѣ расположенія перекрестнаго перевода. Очевидно, чѣмъ больше будетъ скорость прохожденія вагоновъ черезъ эти переводы, тѣмъ быстрее они будутъ осваиваться и тѣмъ удобнѣе ихъ будетъ переводить въ интервалъ между отдѣльными группами вагоновъ. Увеличить, однако, эту скорость выше предѣла 25—30 в/ч. едва-ли дѣлособразно, имѣя въ виду расстройство самого перевода.

\*) См. Revue générale des chemins de fer, ноябрь 1908.

Различные переломы профиля горки соединяются между собой вертикальными кривыми, радиусомъ 250—500 саж. Для разбивки этихъ кривыхъ можно пользоваться слѣдующими приближенными формулами. Пониженіе (или повышеніе) середины кривой отъ вершины угла

$$f = \frac{R}{8} (i \pm i')^2$$

Длина касательной (или полуудлины кривой)

$$s = \frac{R}{2} (i \pm i')$$

здесь  $R$  — радиусъ закругленія,  $i$  и  $i'$  — подъемы до и послѣ вершинъ горки.

Знакъ + надо брать, если уклоны направлены въ противоположныя стороны и минусъ, если въ одну и ту же. Вѣсто этихъ формулъ, для практическихъ дѣлей, удобно пользоваться нижеслѣдующей таблицей:

ТАБЛИЦА III.

| $R = 250$  |      |      | $R = 500$ |      |  | $R = 250$  |      |       | $R = 500$ |      |  |
|------------|------|------|-----------|------|--|------------|------|-------|-----------|------|--|
| $i \pm i'$ | $f$  | $t$  | $f$       | $t$  |  | $i \pm i'$ | $f$  | $t$   | $f$       | $t$  |  |
| 0,020      | 0,01 | 2,5  | 0,02      | 5,0  |  | 0,060      | 0,11 | 7,50  | 0,32      | 15,0 |  |
| 0,030      | 0,03 | 3,75 | 0,06      | 7,5  |  | 0,070      | 0,15 | 8,75  | 0,30      | 17,5 |  |
| 0,040      | 0,05 | 5,0  | 0,10      | 10,0 |  | 0,080      | 0,20 | 10,00 | 0,40      | 20,0 |  |
| 0,050      | 0,08 | 6,25 | 0,16      | 12,5 |  |            |      |       |           |      |  |

Очевидно, расчетная высота горки должна быть увеличена на величину  $f$  для того, чтобы прирѣзненіе закругленія не уменьшало необходимой живой силы.

#### в. Графическая проверка скатыванія вагоновъ съ горки.

Изложенныя въ пунктахъ а и б соображенія, относительно уклоновъ спускной части горки и слѣдующаго за ней парка, даютъ возможность задаться нѣкоторымъ продольнымъ профилемъ станціи, имѣя планъ расположенія ея путей. Этотъ профиль долженъ быть затѣмъ проверенъ, для различныхъ условий скатыванія, съ помощью построенія кривыхъ живой силы. Такая проверка можетъ иногда обнаружитъ излишне большую скорость скатыванія, требующую установокъ промежуточныхъ тормазныхъ позцій, или, наоборотъ, указать недостаточность принятой высоты горки и крутизны уклоновъ для докатыванія вагоновъ до конца парка. На фиг. 8 представлена часть такого поворочнаго расчета.

Линія *аааа* изображаетъ продольный профиль горки и парка, планъ которыхъ изображенъ внизу чертежа. Линія *аааа* (сплошная) изображаетъ кривую живой силы для груженаго вагона, скатывающагося при отсутствіи вѣтра; переломъ *бб* соответствуетъ промежуточной тормазной позціи. Линія *аааа* (пунктирная) представляетъ кривую для порожняго вагона, скатывающагося при умирненномъ вѣтрѣ 4 метр. въ сек. = 14 вер. въ часъ, и, наконецъ, линія *аааа* (пунктиръ съ точками) относится къ движению того же порожняго вагона, но при сильномъ встрѣчномъ вѣтрѣ, имѣющемъ скорость 6,5 метр. въ сек. = 22 вер. въ часъ.

Весь послѣдовательный ходъ вычисленія ординатъ этихъ кривыхъ приведенъ подробно въ нижеслѣдующей таблицѣ IV;

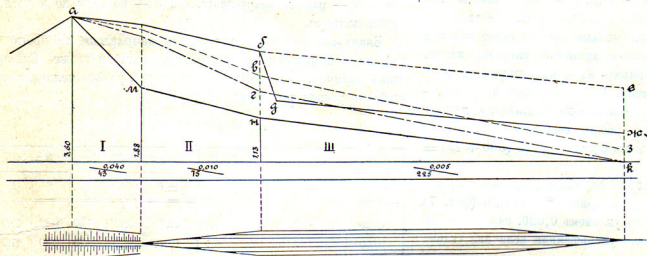


разумѣется, все построение могло бы быть сдѣлано и чисто графическимъ путемъ, какъ было указано выше.

Разница скоростей, предложенныхъ въ графѣ 2, и окончательно вычисленныхъ въ графѣ 15, въ таблицѣ IV, весьма невелика; если бы, однако, эта разность оказалась болѣе значительной, то сдѣлано бы произвели пересчетъ, подставивъ въ графу 2 результатъ, полученный въ графѣ 15.

Какъ видно изъ фиг. 8, кривая живой силы, въ разсчитываемыхъ трехъ случаяхъ, указываютъ на различный характеръ движенія вагоновъ.

Грузные вагоны, скатывающіеся безъ вѣтра, какъ пока-



Фиг. 8.

зываетъ линия *abc*, соответствующая первымъ тремъ столбцамъ таблицы IV, доходить до самаго конца парка съ очень большой скоростью, достигающей до 30 в/ч. Такая скорость является чрезмѣрной и, поэтому, должна быть уменьшена, путемъ по-

становки промежуточныхъ тормазныхъ позицій, расположенныхъ въ началѣ путей сортировочнаго парка (какъ показываетъ изломъ *bd* фиг. 8), или на протяженіи самой горки, до входа на стрѣлки.

При вѣтрѣ обычной силы, около 4 метр. въ сек., движеніе порожнихъ вагоновъ происходитъ вполне удовлетворительно, со скоростью отъ 12 до 25 верстъ въ часъ, которую можно признать даже нѣсколько высокой.

При сильномъ вѣтрѣ 6,5 метр. въ сек. порожніе вагоны, идущіе по одиночкѣ, всѣтаки докатываются до самаго отдаленнаго конца парка, къ которому приходятъ, однако, уже безъ всякаго запаса живой силы.

Характеръ этихъ кривыхъ указываетъ, что если отказаться отъ требованія, чтобы при сильномъ вѣтрѣ порожніе вагоны, идущіе по одиночкѣ, доходили до самаго конца парка, и если, напр., вообще, скатываніе порожнихъ вагоновъ по одиночкѣ не играетъ большой роли въ работѣ данной горки, то намѣченная высота горки—3,60 саж., можетъ быть нѣсколько понижена. Удобнѣе всего это можно сдѣлать, уменьшивъ, напр., уклонъ парковыхъ путей съ 0,005 до 0,003.

Для полнаго выясненія работы горки слѣдовало бы также изслѣдовать и другія обстоятельства движенія, какъ, напр.,

ТАБЛИЦА IV.

Построеніе кривой живой силы для горки изображенной на фиг. 8.

|  | Грузный вагонъ безъ вѣтра. |      |      | Порожний вагонъ при вѣтрѣ 14 в/ч. |      |      | Порожний вагонъ при вѣтрѣ 22 в/ч. |      |       |
|--|----------------------------|------|------|-----------------------------------|------|------|-----------------------------------|------|-------|
|  | Участки.                   |      |      | Участки.                          |      |      | Участки.                          |      |       |
|  | I                          | II   | III  | I                                 | II   | III  | I                                 | II   | III   |
| 1. Скорость движенія вагона въ началѣ участка (15) $v_1$ . . . . . вер. въ часъ                            | 5                          | 27,5 | 28   | 5                                 | 25,5 | 21   | 5                                 | 24,5 | 17    |
| 2. Предполагаемая скорость въ концѣ участка $v_2$ . . . . . »  | 25                         | 27,5 | 30   | 27                                | 22,5 | 11   | 25                                | 17,5 | 0     |
| 3. Предполагаемая средняя скорость $\frac{v_1 + v_2}{2}$ . . . . . »                                       | 15                         | 27,5 | 29   | 16                                | 24   | 16,0 | 15                                | 21   | 8,5   |
| 4. Скорость вѣтра $v_B$ . . . . . »  | 0                          | 0    | 0    | 14                                | 14   | 14   | 22                                | 22   | 22    |
| 5. Относительная средняя скорость $(3 + 4) \frac{v_B + v_2}{2}$ . . . . . »                                | 15                         | 27,5 | 29   | 30                                | 38   | 30   | 37                                | 43   | 30,5  |
| 6. Сопротивленіе движенію (по табл. II), соответствующее средней скорости, $w_1$ . . . . . калогр. на тону | 3                          | 4    | 4,2  | 8                                 | 11,0 | 8    | 11                                | 13,5 | 8     |
| 7. Сопротивленіе отъ стрѣлок $w_a$ . . . . . »   | 0                          | 5    | 0    | 0                                 | 5    | 0    | 0                                 | 5    | 0     |
| 8. Полное сопротивленіе движенію $(6 + 7) w_1 + w_a$ . . . . . »   | 3                          | 9    | 4,2  | 8                                 | 16   | 8    | 11                                | 18,5 | 8     |
| 9. Длина участка I . . . . . сажень  | 43                         | 75   | 225  | 43                                | 75   | 225  | 43                                | 75   | 225   |
| 10. Паденіе ординатъ живой силы на длинѣ участка $(8 \times 9)$ . . . . . »                                | 0,13                       | 0,68 | 0,95 | 0,34                              | 1,20 | 1,50 | 0,47                              | 1,39 | 1,50  |
| 11. Ордината кривой живой силы въ началѣ участка . . . . . »   | 3,65                       | 3,52 | 2,84 | 3,65                              | 3,31 | 2,11 | 3,65                              | 3,18 | 1,79  |
| 12. Ордината кривой живой силы въ концѣ участка $(11 - 10)$ . . . . . »                                    | 3,52                       | 2,84 | 1,89 | 3,31                              | 2,11 | 0,31 | 3,18                              | 1,79 | -0,01 |
| 13. Ордината профиля въ концѣ участка . . . . . »  | 1,88                       | 1,13 | 0    | 1,88                              | 1,13 | 0    | 1,88                              | 1,13 | 0     |
| 14. Высота живой силы въ концѣ участка $(12 - 13)$ . . . . . »   | 1,64                       | 1,71 | 1,89 | 1,43                              | 0,98 | 0,31 | 1,30                              | 0,66 | -0,01 |
| 15. Дѣйствительная скорость въ концѣ участка (по табл. I) . . . . . вер. въ часъ                           | 27,5                       | 28   | 29,5 | 25,5                              | 21   | 12   | 24,5                              | 17   | 0     |



движение при попутном ветре, при скатывании вагонов группами, при зимних условиях и т. д. Для сохранения наглядности чертежа мы ограничили на фиг. 8 только разобранными тремя кривыми.

#### г. Определение профиля подъемной части горки.

Та сторона горки, по которой вагоны подаются к вершинѣ, состоит обыкновенно из двух частей: первой—длинной и пологой, на которой располагаются пути парка прибытия, и второй—короткой и крутой, расположенной непосредственно передъ самой вершиной горки. Назначение этой второй части горки—способствовать расклевыванию вагонов, путемъ нажатия ихъ буферовъ на крутомъ подъѣмѣ. Какъ общіе принципы проектирования этихъ уклоновъ можно назвать следующее (фиг. 9).

Если пути прибытия располагаются на длинномъ и пологомъ подъѣмѣ, величина этого подъема  $i_1$  не должна превосходить 2,5 тысячныхъ, такъ какъ, въ противномъ случаѣ, появляется возможность произвольного ухода вагоновъ въ обратномъ направленіи.

Что касается до короткой части, то, въ видахъ нажатія буферовъ, ее дѣлаютъ  $i_2 = 15 - 20$  тысячныхъ. Длина этого уклона  $l_2$  должна быть такова, чтобы паровозъ могъ свободно втачивать наиболее тяжелый составъ на горку. Остановимся нѣсколько подробнѣе на этомъ послѣднемъ условіи.

Пусть весь наибольшаго состава, подаваемого къ горкѣ, будетъ, вмѣстѣ съ паровозомъ,  $P$ , длина его, тоже вмѣстѣ съ паровозомъ, пусть будетъ  $L$ . Пусть, затѣмъ, намъ маневровый паровозъ имѣетъ силу тяги, достаточную для того, чтобы вести этотъ составъ по нѣкоторому предѣльному подъѣму  $i_e$ . Тогда подъемная часть горки должна удовлетворять условію (фиг. 9)

$$\text{причемъ} \quad l_1 i_1 + l_2 i_2 < Li_e \\ l_1 + l_2 = L.$$

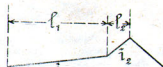
Эти уравненія могутъ быть замѣнены

$$l_2 < L \frac{i_e - i_1}{i_2 - i_1} \quad (8)$$

Если, напр.,  $L = 150$  саж.,  $i_1 = 0,0025$ ;  $i_2 = 0,020$ ;  $i_e = 0,009$ ,

$$\text{то} \quad l_2 \leq 150 \frac{6,5}{17,5}$$

$$\text{или} \quad l_2 \leq 55 \text{ саж.}$$



Фиг. 9.

Въ частномъ случаѣ, если паркъ приема расположенъ горизонтально,  $i_1 = 0$

$$l_2 < L \frac{i_e}{i_2} \quad (9)$$

Основаніемъ для вывода формулъ (8) и (9) является условіе, чтобы сила тяги, необходимая для подачи состава къ вершинѣ горки, была бы не больше, чѣмъ при движеніи по предѣльному подъѣму. Если предположить приближенно, что весь составъ  $P$  равномерно распределенъ на длинѣ  $L$ , и что сопротивление движенію на прямомъ и горизонтальномъ пути  $= w$ , то условіе это можетъ быть выражено такъ:

$$\frac{Pl_1}{L} (w + i) + \frac{Pl_2}{L} (w + i_2) < P (w + i_e)$$

откуда слѣдуетъ вышеприведенное неравенство

$$l_1 i_1 + l_2 i_2 < Li_e$$

Отбросимъ, что неравенство (8) даетъ только наибольшій предѣлъ для длинъ  $l_2$ , соответствующій выбранному подъѣму  $i_2$ , меньшія же величины, конечно, вполнѣ допустимы. Вообще говоря, выборъ той или другой величины  $l_2 i_2$  зависитъ отъ топографіи мѣстности, т. е. отъ того, на какой высотѣ относительно парка сортировки удобно расположить паркъ приема, имѣя въ виду земляныя работы, путепроводы и другія конструктивныя соображенія.

Если  $i_2 \leq i_e$ , т. е. подъѣмъ къ горкѣ расположенъ на подъѣмѣ равномъ или меньшемъ предѣльному, то ограниченіе (8) не имѣетъ мѣста, такъ какъ длина  $l_2$  можетъ быть больше длинъ состава. Поэтому, при большой разности уровней сортировочнаго и приемнаго парка, можно для соединенія приемнаго парка съ горкой пользоваться предѣльнымъ подъѣмомъ.

#### Заключеніе.

Въ предидущемъ нами были изложены основы графическаго метода изслѣдованія работы горки, дающаго возможность установить зависимость между профилемъ горки и скоростями движенія въ разныхъ пунктахъ пути скатыванія и при разныхъ обстоятельствахъ вѣтра, нагрузки и пр., которымъ соответствуютъ различныя величины сопротивленія движенію. Далѣе нами были намѣчены нѣкоторыя общія условія, которымъ должна удовлетворять работа скатыванія съ горок. Исходя изъ этихъ условій, были разобраны основныя принципы проектированія профиля сортировочныхъ станцій въ трехъ его главныхъ частяхъ—подъемной части горки, спускной части и парка, куда скатываются вагоны.

Какъ можно было видѣть изъ предидущаго изложенія, условія скатыванія настолько разнообразны, что установить общее рѣшеніе, годное для всѣхъ безъ исключенія случаевъ, невозможно. Но, въ каждомъ частномъ случаѣ, профиль горки, выбранный нами, былъ менѣе ошученъ, можетъ быть затѣмъ, съ помощью предложеннаго метода, просто, но достаточно точно, проверенъ для разныхъ предположеній относительно обстоятельствъ скатыванія. Такая проверка будетъ давать результаты тѣмъ болѣе близкіе къ действительности, чѣмъ точнѣе будутъ установлены опытными путемъ различныя коэффициенты сопротивленія движенію. Въ этомъ отношеніи, особенный интересъ представляетъ сопротивление движенію порожнихъ вагоновъ, съ вѣтромъ и безъ вѣтра, а также увеличеніе сопротивления зимой. Опыты, необходимыя для этого, настолько просты, что могутъ быть осуществлены на любой сортировочной станціи.

Пользованіе предложеннымъ методомъ, при помощи коэффициентовъ сопротивленія проверенныхъ на практикѣ, даетъ возможность придавать путямъ различныя парковыя такое взаимное расположеніе по высотѣ, и такіе продольные уклоны, которые обеспечиваютъ правильный ходъ маневровъ на сортировкѣ при разныхъ условіяхъ.

Профессоръ Г. Дубеня.

Кіевъ,  
19 Апрѣля 1910 г.