

1729p

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ
ВЫБОРА СРЕДСТВ ТОРМОЖЕНИЯ
НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ
МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Автореферат диссертации на соискание
ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель, доктор технических наук,
профессор Н. Р. ЮЩЕНКО

Днепропетровск,
1962

Экспериментальная часть работы выполнена на действующих горках сортировочных станций Верховцево Приднепровской ж. д. и Основа Южной ж. д.

Публичная защита диссертации состоится на заседании объединенного ученого Совета

„ 6 “ октябрь 1962 г.

Автореферат разослан

„ 1 “ августа 1962 г.

Отзывы по настоящему автореферату просьба направлять в адрес объединенного ученого Совета института:

г. Днепропетровск, Севастопольская, 15.

Программой КПСС, принятой на XXII съезде партии, предусмотрено в первом десятилетии осуществить комплексную механизацию во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и на жел. дор. транспорте.

До сих пор все исследования были направлены, главным образом, на механизацию и автоматизацию горок большой мощности. И совершенно недостаточно уделялось внимания механизации горок малой мощности. Вместе с тем на станциях имеется значительное число немеханизированных сортировочных горок с небольшим объемом сортировочной работы, требующих в первую очередь их механизации. В связи с этим в последнее время на транспорте разрабатываются средства малой механизации в виде автоматических башмачных замедлителей, однозвенных клещевидно-весовых замедлителей КВ-1-59, однорельсовых облегченных замедлителей весового действия ЦНИИ-3 и безбалочных с фрикционными дисками ФЗ-1. Однако, еще не установлены оптимальные конструкции средств механизации для сортировочных горок малой мощности.

Отсутствие по этому вопросу теоретических и практических данных может привести к неэкономичным решениям при проектировании сортировочных горок и непроизводительным затратам средств при их дальнейшей эксплуатации.

Учитывая это, в диссертации поставлена основная задача: исследовать технико-эксплуатационные характеристики существующих тормозных средств и дать методику технико-экономической оценки при выборе средств торможения для механизации существующих и вновь строящихся горок малой мощности.

Реферируемая диссертация состоит из 4-х глав, основные положения которых кратко состоят в следующем

В первой главе излагаются краткие сведения по истории развития средств малой механизации за рубежом и в нашей

стране и приводится анализ существующего положения по развитию средств малой механизации. Результаты анализа свидетельствуют, что:

1. Механизация торможения вагонов на горках малой мощности и задача замены башмачников в сортировочных парках станций, в условиях комплексной механизации и автоматизации сортировочного процесса, может быть решена при наличии средств малой механизации, к которым относятся малые вагонные замедлители и механизированные башмаки.

2. Из всех ранее существовавших заграничных и отечественных систем с торможением башмаками наиболее приемлемыми конструкциями в настоящее время являются полуавтоматические башмаконакладыватели и автоматический башмачный замедлитель системы д. т. н. Долаберидзе.

3. Созданы новые конструкции малых вагонных замедлителей:

а) однорельсовые весового действия системы ЦНИИ-3 и ФЗ-1, которые установлены для испытаний на экспериментальной горке ЦНИИ;

б) однозвенный клещевидно-весовой замедлитель КВ-1-59 конструкции ГТСС, установленный в подгорочном парке станции Ленинград-сортировочный Московский для целевого торможения при автоматизации горки.

4. Для решения вопроса эффективности и возможности применения средств малой механизации в практике работы сортировочных станций необходимо иметь как теоретические, так и практические данные, полученные путем экспериментального исследования технико-эксплуатационных характеристик этих средств в нормальных условиях эксплуатации горки, а также технико-экономического сравнения вариантов.

Во второй главе излагается вопрос исследования коэффициента сопротивления тормозного башмака, как элемента башмачного замедлителя, при скатывании вагонов на сортировочных горках и устанавливается зависимость этого коэффициента от ряда эксплуатационных факторов.

Вопросами изучения сил сопротивления при торможении вагонов тормозными башмаками занимались авторы: В. Ф. Пугачевский, Н. О. Рогинский, Ф. П. Кочнев, П. В. Бартенев, С. П. Бузанов, А. О. Порцелан и др.

Несмотря на длительное время эксплуатации башмаков, до сих пор полностью не раскрыта характеристика коэффициента сопротивления тормозного башмака, как элемента

башмачного замедлителя, в зависимости от рода тормозимых вагонов, числа вагонов в отцепе и скорости скатывания вагонов с горки.

Впервые формулы для определения коэффициента сопротивления тормозного башмака о рельс были даны доц. А. О. Порцеланом в результате решения статической плоской задачи с учетом всех действующих на вагон сил с добавлением сил инерций. При этом для определения величины коэффициента сопротивления рассматривался момент равновесия непосредственно предшествующий остановке юзового вагона при торможении его при помощи двух тормозных башмаков (симметричное торможение). Формулы даны для 2-х и 4-х осного вагонов без прицепов и с прицепами.

Так, для 4-осного вагона с прицепом формула имеет следующий вид:

$$f = \frac{1 + \frac{P_4}{P}}{0.25 \frac{g}{a} + \frac{b_1}{2l_1} + \frac{b_2}{l_2} + \frac{P_4}{P} - \left(\frac{b_4}{2l_1} + \frac{b_2}{l_2} \right)}$$

где b_1, b_2, b_4, l_1, l_2 — конструктивные размеры вагонов;

P, P_4 — соответственно веса вагона и прицепа брутто в кг.

Однако, полученные при помощи такого решения формулы справедливы для частного случая торможения вагона, в зависимости от схемы действующих на вагон сил. При изменении порядка торможения осей в вагоне или отцепе, будет меняться условие равновесия, а следовательно, и формулы будут иметь другой вид. При этом следует также учитывать ряд сопротивлений, обуславливаемых ходовыми свойствами самого вагона или отцепа, свойствами пути и наличием окружающей среды.

Установить же зависимость коэффициента сопротивления от ряда эксплуатационных факторов возможно только при наличии соответствующей измерительной аппаратуры, позволяющей обеспечивать непрерывный контроль за скоростью скатывающихся отцепов.

Используя имеющуюся в институте телеизмерительную аппаратуру, автором диссертации проведены экспериментальные исследования по выявлению зависимости коэффициента сопротивления тормозного башмака от скорости скатываемых с горки одиночных вагонов и отцепов.

С помощью этой аппаратуры на ленте осциллографа фиксировалась непрерывная кривая изменения мгновенных скоростей при подходе вагонов и отцепов к башмаку, а также скорости движения вагона на башмаке до полной остановки, как функции времени движения и пройденного пути юзом.

Таким образом, решение задачи определения величины сил, действующих на отцеп, скатывающийся с горки, производится способом косвенного их определения путем исследования характера и величины изменения скорости движущегося отцепа. Этот способ по сравнению со способом прямого измерения сил практически более прост и легче применим в условиях эксплуатационной работы станции. Задача определения опытных значений коэффициента сопротивления движению тормозного башмака по рельсу, как функции веса отцепа решается в динамических условиях, исходя из возможных сочетаний сил, действующих на вагон при спуске его с горки, в пределах определенного участка спускной части горки, на котором тормозится вагон. На этом участке имеются относительно постоянные условия действия этих сил, которые дают частный случай дифференциального уравнения скатывания вагона с горки

$$\frac{dv}{dt} = \frac{g'}{1000} (\Sigma W \pm i)$$

Преобразуя это дифференциальное уравнение, определятся удельное тормозное сопротивление (ω_r)

$$= 10^3 \frac{dv}{dt} \cdot \frac{1}{g'} - \omega_o - i$$

В свою очередь, тормозное удельное сопротивление, возникающее в результате торможения башмаком отцепа, состоящего из одного вагона, равно: $1000 f \cdot \frac{1}{n_b}^*)$ Отсюда ко-

эффициент сопротивления тормозного башмака $f = \omega_r \cdot n_b \cdot 10^{-3}$ Подставляя в эту формулу значение ω_r , полученное из основного уравнения скатывания вагона с горки, определяем расчетное значение коэффициента сопротивления при торможении одиночного вагона

$$f = (10^3 \frac{dv}{dt} \cdot \frac{1}{g'} - \omega_o - \omega_{с.в.} \pm i) \cdot n_b \cdot 10^{-3}$$

*) БУЗАНОВ и КАРПОВ. Проектирование сортировочных горок и полугорок. Трансжелдориздат, 1954, стр. 58.

где ω_0 — основное удельное сопротивление;
 — сопротивление от воздушной среды;
 i — средний уклон пути, на котором производится торможение;
 $n_{\text{в}}$ — число осей в вагоне;
 g' — ускорение свободного падения с учетом инерции вращающихся частей вагона.

Аналогично получены формулы для определения коэффициента сопротивления при торможении отцепов для разных случаев торможения с одинаковой и различной нагрузкой на ось:

а) для отцепа из нескольких вагонов с одинаковой нагрузкой на ось, при торможении одной оси

$$f = (10^3 \frac{dv}{dt} - \frac{1}{g'} - \omega_0 - \omega_{\text{с.в.}} \pm i) n_0 10^{-3}$$

где n_0 — общее число осей в отцепе;

б) для отцепа из нескольких вагонов с одинаковой нагрузкой на ось и торможением несколькими башмаками под разные оси отцепа

$$f = (10^3 \frac{dv}{dt} - \frac{1}{g'} - \omega_0 - \omega_{\text{с.в.}} \pm i) \frac{n_0}{n_{\text{т}}} 10^{-3}$$

где $n_{\text{т}}$ — число тормозных осей в отцепе;

в) для отцепа из нескольких вагонов с различной нагрузкой на ось и торможением одной оси

$$f = (10^3 \frac{dv}{dt} - \frac{1}{g'} - \omega_0 - \omega_{\text{с.в.}} \pm i) \frac{n_0 Q_0}{P_0} 10^{-3}$$

где Q_0 — средняя нагрузка, приходящаяся на каждую ось отцепа в тоннах;

P_0 — нагрузка на тормозящую ось в тоннах;

г) для отцепа из нескольких вагонов с различной нагрузкой на ось и торможением несколькими башмаками под разные оси.

$$f = (10^3 \frac{dv}{dt} - \frac{1}{g'} - \omega_0 - \omega_{\text{с.в.}} \pm i) \frac{Q_0 n_0}{P_0 n_{\text{т}}} 10^{-3}$$

Вычисленные по данным формулам значения коэффициента сопротивления тормозного башмака приводятся к виду, удобному для определения числовых характеристик статистического распределения. Определяются две основные числовые характеристики статистического распределения:

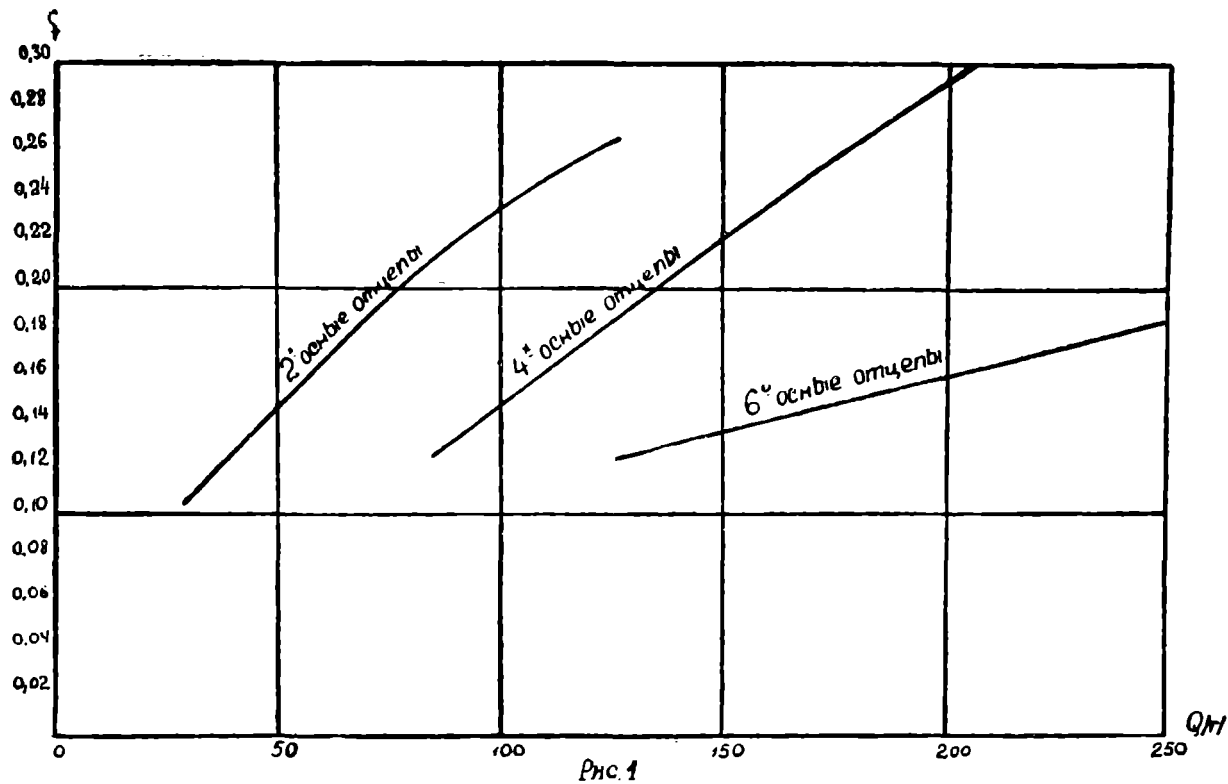
1. Среднее значение ряда распределения или арифметическое среднее, характеризующее положение его, относительно которого располагаются все другие значения. Полученные средние значения коэффициента сопротивления, в условиях проведения опытов с одинаковой точностью, являются наиболее вероятными значениями и представляют собой центр ряда распределения.

2. Для характеристики ряда распределения наряду со средним значением необходимо знать степень рассеяния опытных данных от некоторого центра, которым является арифметическое среднее.

В качестве числового показателя рассеяния ряда распределения принято основное отклонение. Но так как основное отклонение, отдельно взятое, не может дать представления о мере рассеяния, для сравнения рядов распределения опытных значений коэффициента сопротивления вычислены также значения коэффициента вариации. Рассеяние опытных значений коэффициента сопротивления от среднего значения для одиночных вагонов и отцепов различно и составляет от 5 до 22%.

По данным выполненных расчетов построены зависимости коэффициента сопротивления от веса отцепа для 2-х, 4-х и 6-и осных отцепов, а также 4-х осных одиночных вагонов.

Зависимость коэффициента сопротивления от веса отцепа графически изображается степенной функцией $y = ax^m$ причем показатель степени величина положительная и меньше единицы (рис. 1). Для 4-х осных одиночных вагонов экспериментальная кривая, выражающая зависимость коэффициента сопротивления от веса вагона изображается формулой $y = a + \frac{b}{x}$, которая отвечает прямой линии (рис. 2)



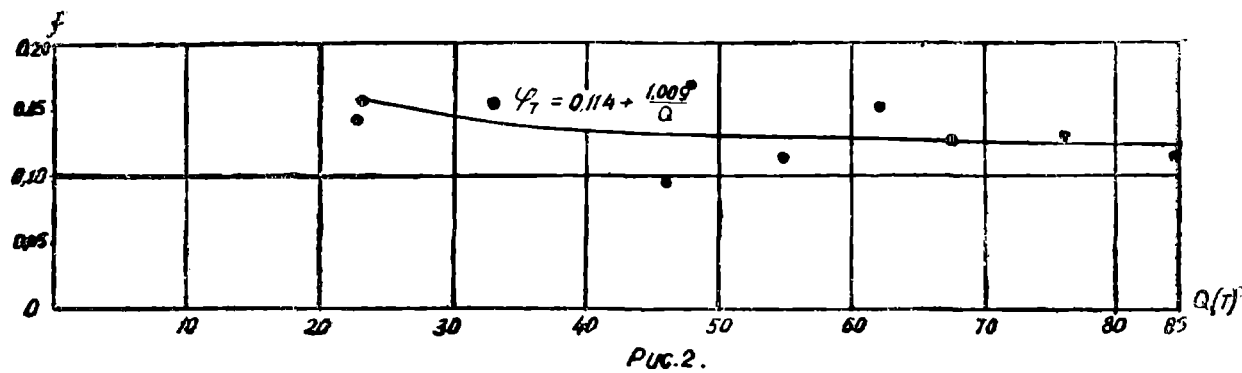


Рис. 2.

Пользуясь методом средних*) при обработке опытных данных установлена эмпирическая зависимость коэффициента сопротивления тормозного башмака от веса отцепа. Для 2-х осных отцепов эта зависимость выражается формулой:

$$f=0,0234 \sqrt{Q-4,6}$$

для 4-х осных отцепов:

$$f=0,169 Q^{0,972} 10^{-2}$$

для 6-и осных отцепов:

$$f=1,725 Q^{0,408} 10^{-2}$$

для 4-х осного одиночного вагона:

$$f=0,114 \frac{1,009}{Q}$$

Чтобы судить о точности приведенных формул в работе вычислены относительная ошибка (δ) и средняя квадратичная ошибка (σ). Все формулы дают очень хорошее совпадение с опытными данными, т. к. $\delta\% \leq 1^0$ а $\sigma = \pm (0,01 \div 0,001)$.

Благодаря непрерывной записи скорости скатывающегося с горки отцепа в диссертации впервые удалось получить зависимость коэффициента сопротивления от средней юзовой скорости.

Пределы изменения коэффициента сопротивления для груженных вагонов и отцепов приводятся в табл. 1 при средних юзовых скоростях от 0 до 5 м/сек.

Таблица 1.

Средняя юзовая скорость v м. сек.	Коэффициент сопротивления тормозного башмака (f)					
	Один 2-х ос- ный	Два 2-х ос- ных	Один 4-х ос- ный	Два 4-х ос- ных	Один 6-и ос- ный	Два 6-и ос- ных
1—0	0,15—0,20	0,21—0,30	0,19—0,23	0,32—0,38	0,17—0,22	0,25—0,32
2—1	0,11—0,15	0,19—0,24	0,16—0,19	0,27—0,32	0,14—0,18	0,21—0,27
3—2	0,09—0,11	0,15—0,19	0,12—0,16	0,22—0,27	0,11—0,15	0,17—0,21
4—3	0,07—0,08	0,11—0,15	0,10—0,13	0,18—0,22	0,08—0,12	0,12—0,17
5—4	0,05—0,07	0,08—0,11	0,08—0,10	0,15—0,18	0,05—0,09	0,07—0,12

На основании этой таблицы составлены графики, на которых представлены кривые, выражающие зависимость коэф-

К. П. ЯКОВЛЕВ. Математическая обработка результатов измерений. ГИТТЛ, 1950 г.

фишента сопротивления тормозного башмака от средней юзовой скорости (рис. 3) и установлена эмпирическая зави-

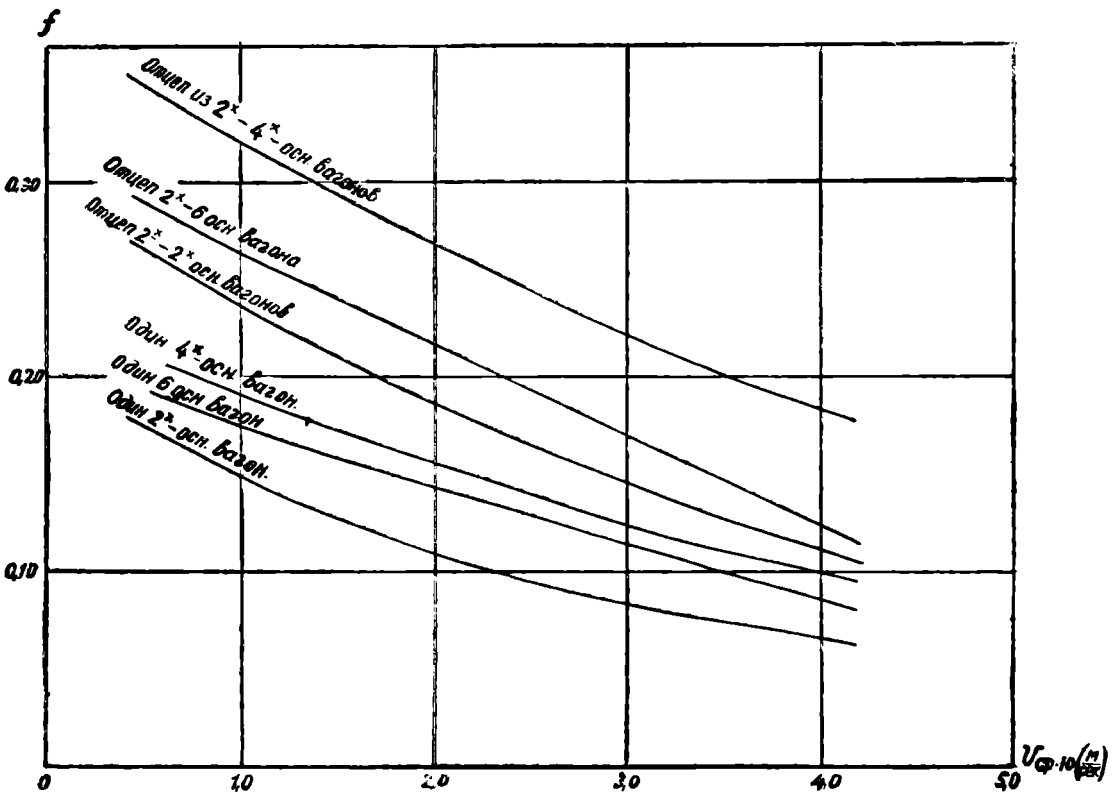


Рис. 3

симость. Так для одиночного 4-х осного вагона эта зависимость выражается формулой:

$$f = 19,62 v_{\text{ср.ю.}}^{0,488} 10^{-2}$$

Эта формула представляет собой уравнение кривой гиперболического вида с отрицательным показателем степени.

Для более полного установления зависимости коэффициента сопротивления от различных эксплуатационных факторов по данным расчетов произведена группировка величины замедления вагона при его торможении в зависимости от коэффициента сопротивления движению тормозного башмака по рельсу. На основании этой группировки построена зависимость между замедлением юзового вагона (в пределах от 0 до 0,6 м сек²) и коэффициентом сопротивления для различного типа отцепов, принимавших участие в опытах (рис. 4). Для решения практических задач, связанных с режимами торможения вагонов башмаками, в диссертации рекомендуются таблицы расчетных длин торможения, составленные автором для разного рода вагонов и их числа в отцепе в зависимости от величины замедления и скорости входа вагонов на башмаки.

В работе также представлена зависимость коэффициента сопротивления от нагрузки на тормозящую ось вагона (рис. 5), которая показывает, как уменьшается величина коэффициента сопротивления с увеличением нагрузки на тормозящую ось вагона или отцепа.

В результате обработки экспериментальных данных и соответствующего анализа и расчета рекомендуется табл. 2 средневзвешенных значений коэффициента сопротивления тормозного башмака для одиночных вагонов и отцепов для применения в практических условиях при торможении башмаками и башмачными замедлителями и при расчете сортировочных горок с использованием этих тормозных средств.

Данные этой таблицы показывают, что величина коэффициента сопротивления тормозного башмака, по результатам экспериментальных исследований для различного типа отцепов, имеет значительное отклонение от среднего значения $f = 0,17$, принятого в качестве расчетного.

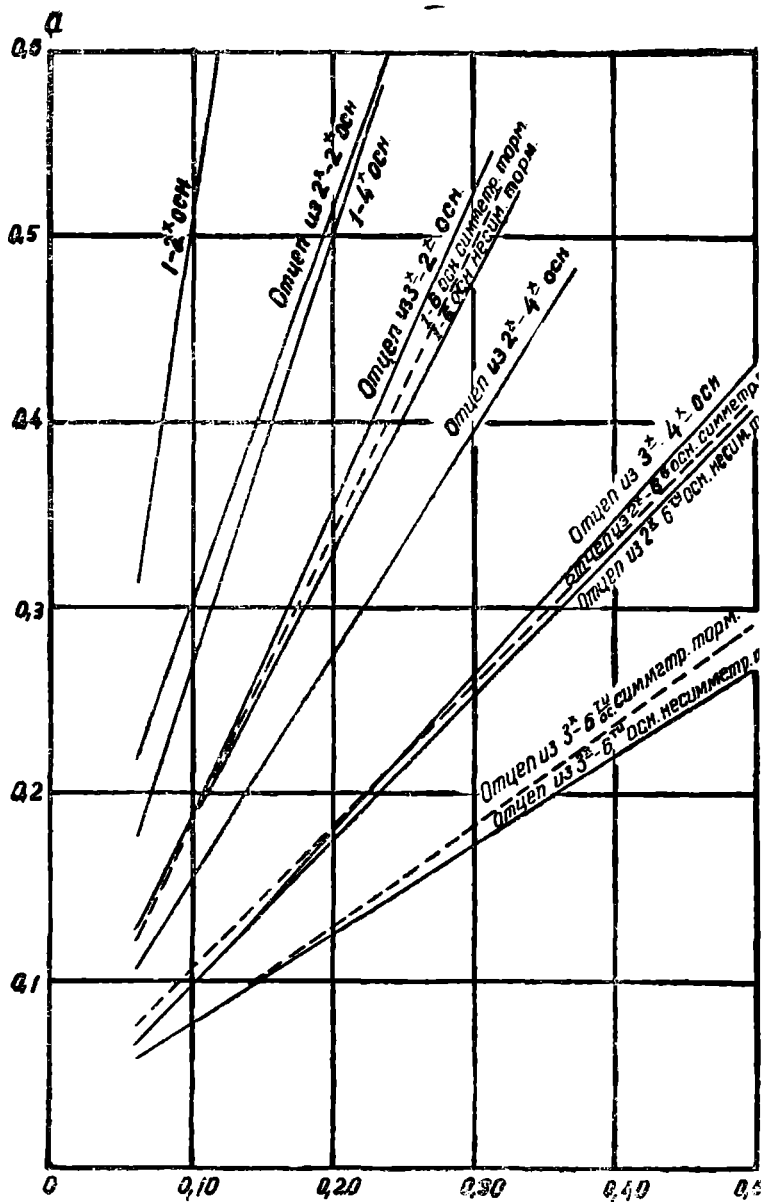


Рис. 4.

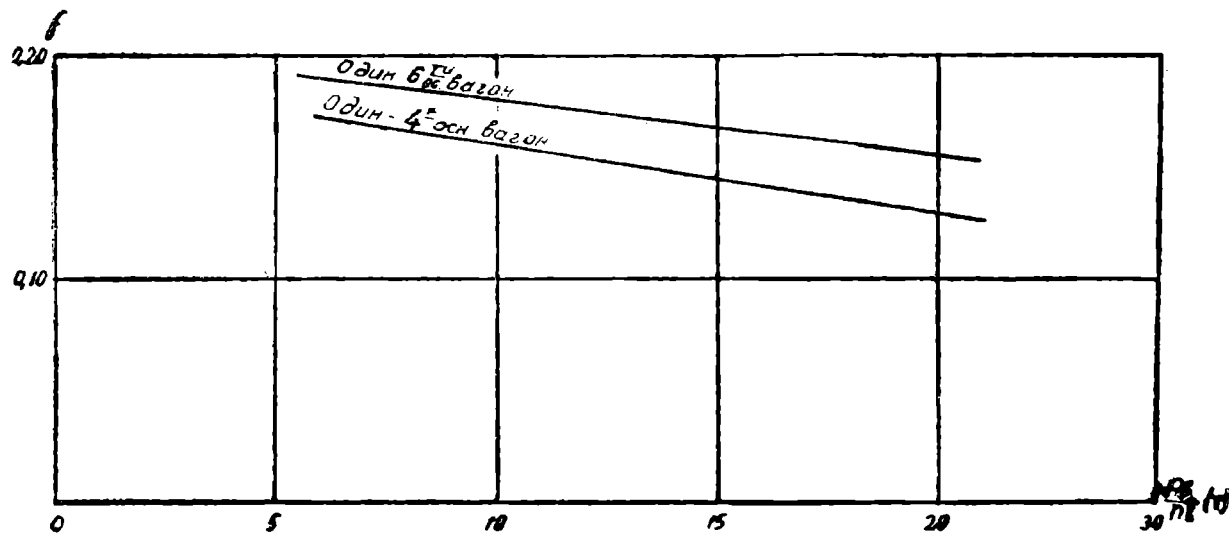


Рис. 5

Таблица 2.

Коэффициент сопротивления тормозного башмака (f)								
Одиночные вагоны			О т ц е п ы					
2-х ос- ный вагон	4-х ос- ный ваг.	6-и ос- ный вагон	2-х осные		4-х осн.	симметр. тор. и несимметр. 6-и осные		
			Из 2-х ваго- нов	Из 3-х вагонов	Из 2-х—3-х вагонов	Из 2-х ваго- нов	Из 3-х ваго- нов	Из 2-х—3-х вагонов
0,10—0,11	0,15	0,14—0,15	0,18	0,21—0,22	0,23—0,24	0,14	0,20	0,21—0,22

В третьей главе излагается вопрос исследования тормозных характеристик автоматических башмачных замедлителей системы д. т. н. Долаберидзе.

Используя телеизмерительную аппаратуру ДИИТа, автор диссертации впервые провел экспериментальные исследования за работой автоматических башмачных замедлителей системы д. т. н. Долаберидзе при торможении ими отцепов различного состава в нормальных летних условиях эксплуатации Северной сортировочной горки станции Основа Южной ж. д.

В реферируемой главе излагается вопрос организации проведения и обработки результатов опытов по исследованию тормозных характеристик автоматических башмачных замедлителей, приводится кратко анализ работы, а также установленная по результатам опытов технико-эксплуатационная характеристика башмачных замедлителей.

Энергетическая высота (h_T), погашаемая одним башмачным замедлителем, равна:

$$h_T = h_{э_1} - h_{э_2} - h_w + h_{np}$$

где $h_{э_1}$ и $h_{э_2}$ — энергетические высоты, соответствующие входу вагона или отцепа на башмачный замедлитель и выходу с него по окончании торможения;

h_w — высота, погашаемая за счет преодоления сопротивлений (основного и среды и ветра);

h_{np} — профильная высота, соответствующая положению центра тяжести вагона или отцепа в начале и конце юза.

Заменяя приведенные выше величины их значениями, получена формула, по которой производился расчет энергетической высоты, погашаемой одним башмачным замедлителем

$$h_r = \frac{v_{вх}^2 - v_{вых}^2}{2 g'} - (\omega_0 - \omega_{с.п.}) l_{ю} 10^{-3} + (i' - i'') l_{ц} 10^{-3} \text{ м. э. в.}$$

где $v_{вх}$ и $v_{вых}$ — соответственно скорости входа вагона на башмачный замедлитель и выхода с него после окончания торможения;

g' — ускорение силы тяжести с учетом инерции вращающихся масс вагона;

n — удельные сопротивления (основное и воздушной среды и ветра);

$l_{ю}$ — длина тормозного пути, равная 3,5 м (при полном юзе);

i' — уклон пути, на котором находится центр тяжести вагона в начале юза);

i'' — то же, в конце юза;

$l_{ц}$ — расстояние от тормозимой оси до центра тяжести вагона в начале и конце юза.

Величина $h_{пр} = (i' - i'') l_{ц} \cdot 10^{-3}$ вычисляется по снятому перед началом опытов профилю Северной горки станции Основа. Разность отметок определяется по центру тяжести вагона между начальной и конечной точками тормозного юзового пути. Поэтому величина $h_{пр}$ зависит от числа вагонов в отцепе, длины юза и номера тормозимой оси. Остальные значения величин, входящих в формулу, определяются по методике, приведенной в диссертации. Тормозная характеристика башмачного замедлителя выражается формулой:

$$\xi_r = \frac{h_r}{l_{ю}}$$

где h_r — погашаемая замедлителем энергетическая высота;

$l_{ю}$ — длина, соответствующая полному юзу, равному 3,5

Управление башмачными замедлителями (степенью торможения) с распорядительного поста может быть автоматическим (автоматическая передача установленной контрольной скорости) и индивидуальным для каждого башмачного замедлителя. Контрольная скорость — это скорость, установленная расчетом и заложенная в соответствующие устройства управления в виде определенных величин замедления временных реле. Вагоны, имеющие фактическую скорость выше установленной контрольной, должны тормозиться башмачным замедлителем.

На основании обработки записей осциллограмм, а также произведенного в диссертации анализа полученных данных, можно констатировать, что в условиях нормальной эксплуатации при установке оператором системы на автоматическое управление замедлителями для всех одиночных вагонов как груженых, так и порожних, башмак выставляется только **над** одну ось, как правило первую, независимо от осности вагона (2-х, 4-х, 6-и осный). Распределение числа тормозных осей в отцепках характеризуется данными, приведенными в табл. 3.

Таблица 3.

Отцепы из двух вагонов						Отцепы из трех вагонов		
2-х осные		4-х осные		6-и осные		6-и осные		
По одной оси, %	По двум осям, %	По одной оси, %	По двум осям, %	По одной оси, %	По двум осям, %	По одной оси, %	По двум осям, %	По трём осям, %
92,3	7,7	30,0	70,0	48,0	52,0	18,5	51,5	30,0

Из таблицы видно, что отцепы, состоящие из двух 2-х осных вагонов, тормозятся, как правило, по одной оси, из двух 4-х и 6-и осных — преимущественно по двум осям. Отцепы, состоящие из трех 6-и осных вагонов, тормозятся преимущественно по двум осям, меньше по трем осям и даже 18,5% по одной оси. Следовательно, эти данные показывают, что в отцепках, состоящих из двух—трех вагонов, башмаками тормозится не каждый вагон, входящий в состав отцепки, а если и тормозится, то, как правило, по одной оси.

Результаты исследования показывают, что максимальная погашаемая одним замедлителем энергетическая высота $h_{г\max} = 0,20$ м. э. в. при условии торможения 4-х осного вагона по 1-й и 3-й осям полным юзом. Однако, как показывает анализ опытных данных, одиночные 2-х, 4-х, 6-и осные

вагоны тормозятся, как правило, один раз, ввиду чего имеют весьма слабый тормозной эффект.

Величина $h_{тср}$ для 2-х осного вагона $h_{т2} = 0,18 \div 0,19$ м. э. в., для 4-х осного $h_{т4} = 0,09 \div 0,10$ м. э. в., для 6-и осного $h_{т6} = 0,06$ м. э. в., т. е. тормозной эффект для 4-х осного вагона при торможении одной осью вдвое, а для 6-и осного втрое меньше, чем при торможении 2-х осного вагона. Если же 4-х осный вагон тормозится дважды, по 1-й и 3-й оси на длину полного юза, то в данном случае тормозной эффект остается таким же, как и при торможении 2-х осного вагона. Что же касается торможения 6-и осного вагона по двум осям — 1-й и 4-й, то тормозной эффект, согласно полученным расчетам, меньше тормозного эффекта как для 2-х осного, так и для 4-х осного вагона.

В четвертой реферируемой главе исследуются следующие основные вопросы:

1. Техничко-экономическое сравнение различных систем замедлителей.

2. Техничко-эксплуатационные и экономические показатели горки, оборудованной различными тормозными средствами.

3. Выбор средств торможения на сортировочных горках малой мощности по оптимальным технико-экономическим показателям.

Для исследования указанных вопросов впервые разработана методика технико-экономической оценки оборудования сортировочных горок малой мощности различными тормозными средствами.

Целесообразность применения тех или иных тормозных средств на горках может решаться только путем совместного сопоставления:

- а) важнейших характеристик различных систем замедлителей, которыми оборудуется горка;

- б) технико-эксплуатационных и экономических показателей сортировочной горки малой мощности, оборудованной этими замедлителями.

Важнейшими характеристиками, на основании которых должен производиться выбор типа замедлителя при комплексной механизации торможения вагонов на сортировочных горках малой мощности, являются:

1. Тормозная мощность замедлителя.

2. Металлоемкость, а также стоимость конструкции, приходящаяся на один метр погашаемой энергетической высоты.

3. Требуемая глубина заложения.
4. Потребляемая энергия на торможение вагонов.
5. Возможность установки замедлителя в кривых участках пути различного радиуса.

6. Точность и надежность работы тормозного устройства и возможность включения его в систему полуавтоматического или автоматического регулирования скорости движения вагонов.

7. Расходы по содержанию тормозных средств на горке.

Технико-эксплуатационные показатели получены путем детального рассмотрения конструкций подгорочной горловины, запроектированной с учетом установки различных тормозных средств, исходя из требований ТУПС.

Для каждого из сравниваемых вариантов построен наиболее производительный профиль, кривые энергетических высот, кривые скорости и времени скатывания вагонов.

В данной главе анализируются, разработанные в диссертации, следующие варианты подгорочной горловины на 16 путей:

а) немеханизированной горки с ручным управлением и централизацией стрелок;

б) горки, оборудованной автоматическими башмачными замедлителями системы Долабердизе;

в) горки, оборудованной клещевидно-весовыми замедлителями КВ-1-59 с целевой позицией при помощи автоматических башмачных замедлителей;

г) горки, оборудованной клещевидными замедлителями типа-50 при сосредоточенном и двухкратном торможении с целевой позицией при помощи автоматических башмачных замедлителей.

В результате разработки и сравнения вариантов получены основные технико-эксплуатационные показатели.

В работе исследуются основные экономические показатели:

1. Капитальные вложения на механизацию горки.
2. Эксплуатационные расходы.
3. Приведенные годовые расходы.
4. Себестоимость переработки вагона на горке.

Сравнение вариантов производится как по приведенным годовым расходам, так и по сроку окупаемости непосредственным расчетом и путем построения кривых суммарных

расходов. В связи с тем, что при непосредственном расчете число вариантов, подлежащих сравнению, более двух, варианты рассматриваются попарно по формуле:

$$T = \frac{K_1 - K_2}{\Delta_2 - \Delta_1} < T_0,$$

где T_0 — нормативный срок окупаемости капитальных вложений.

Кроме общепринятого определения срока окупаемости путем непосредственного расчета, сравнение вариантов механизации горки производится по кривым суммарных расходов. Этот метод дает возможность правильно и наглядно сравнивать сколько угодно вариантов между собой вместо общепринятого попарного сравнения вариантов. При сравнении вариантов по кривым суммарных расходов имеется возможность анализировать эффективность того или иного варианта, раскрывая полностью всю картину движения расходов по годам, и учитывать, если имеют место, поэтапные капитальные вложения и неравномерность эксплуатационных расходов по годам. В этом случае принимается, что сумма всех расходов (нарастающим итогом) будет за t лет равна по первому варианту R'_t и по второму R''_t при следующих выражениях:

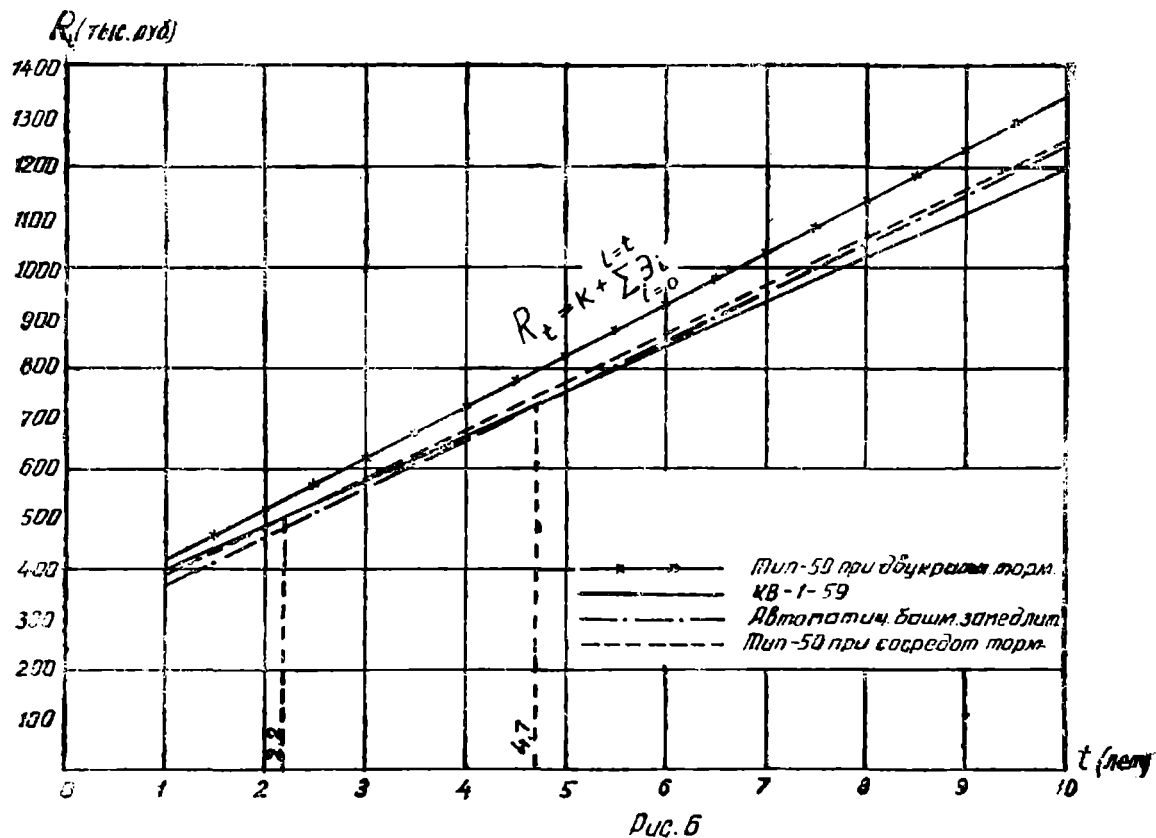
$$R'_t = K_1 + \sum_{i=0}^{i=t} \Delta'_i \quad R''_t = K_2 + \sum_{i=0}^{i=t} \Delta''_i$$

где K_1 ; K_2 — капитальные вложения по вариантам;

Δ'_i Δ''_i — эксплуатационные расходы по вариантам.

Пользуясь этими выражениями для случая постоянных эксплуатационных расходов по годам и одноэтапных капитальных вложениях построены графики для вариантов механизации новой горки и существующей немеханизированной, подлежащей механизации. На *рис. 6* приведен такой график для варианта механизации новой горки без целевого торможения.

При неравномерности эксплуатационных расходов по годам линии, изображающие суммарные расходы по вариантам механизации, будут иметь ступенчатый вид и выравнивание расходов при этом может происходить как в одной, так и в нескольких точках, являющихся сроками окупаемости, откорректированными на неравномерность расходов по годам.



Целесообразность применения того или иного варианта в этом случае решается путем конкретного анализа кривых суммарных расходов. Если имеют место поэтапные капитальные вложения, то они также учитываются в общей сумме расходов по формуле:

$$R_t = \sum_{i=0}^{i=1} K_i + \sum_{i=0}^{i=1} \Theta_i$$

Выбор тормозных средств для механизации горки малой мощности производится на основании технико-экономического сравнения вариантов.

В условиях социалистического хозяйства эффективность того или иного варианта при выборе тормозных средств на горках должна определяться не по одному, а по ряду технико-экономических показателей. Основными показателями, которые являются определяющими при выборе варианта механизации горки, следующие:

1. Затраты материалов (металлоемкость конструкции)
2. Расход энергии на торможение вагонов.
3. Реализуемые резервы мощности при торможении.
4. Денежные показатели (капитальные вложения, эксплуатационные расходы и себестоимость переработки вагона на горке).
5. Технические и организационно-технические показатели (использование и сфера применения тормозных средств, показатели эксплуатационной надежности и долговечности конструкции).
6. Натуральные показатели, характеризующие качество продукции и затрату труда.
- 7 Обеспечение безопасности движения.

При выборе оптимального варианта учитываются также вопросы улучшения условий труда работников, а также принимается во внимание перспективность конструкции и возможность ее «морального» износа до истечения физического срока службы. Выбор варианта механизации горки по основным показателям увязывается с размерами работы (производительностью) горки.

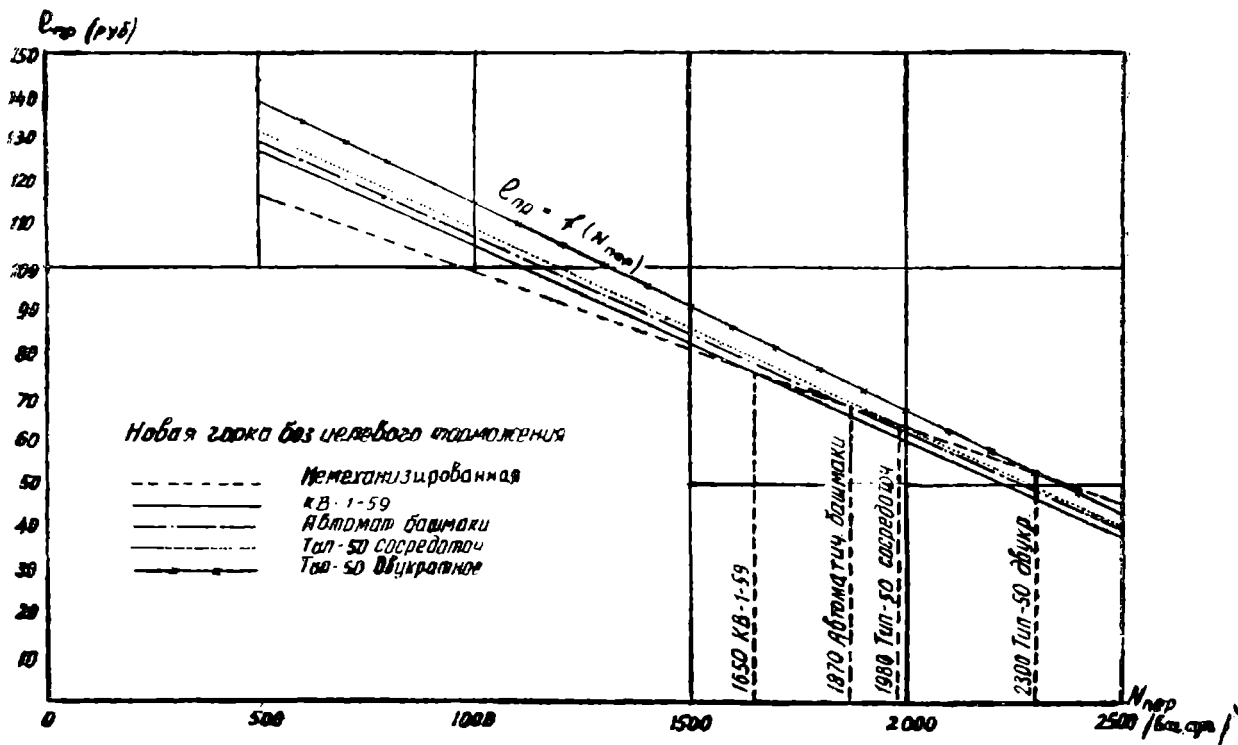
Сфера экономической выгодности механизации горки определяется путем построения зависимостей величины удельных приведенных годовых расходов $e_{пр.}$ от размеров суточной переработки вагонов $N_{пер}$ для различных вариантов механизации горки.

По данным зависимостей $e_{\text{пр}} = f(N_{\text{пер}})$, приведенных на *рис. 7*, можно сделать выводы, что для принятых условий, при механизации вновь запроектированной горки, становится экономически выгодным вариант механизации ее замедлителями КВ-1-59 без целевых позиций при суточной переработке 1650 вагонов и выше, автоматическими башмачными замедлителями при 1870 вагонов и выше, замедлителями типа-50 при сосредоточенном торможении 1980 вагонов и выше и при двукратном торможении этими замедлителями 2300 вагонов и выше.

Механизация вновь запроектированной горки с целевыми позициями оправдывает себя, с точки зрения экономической выгоды, только при суточной перерабатывающей способности свыше 2000 вагонов. Так, механизация горки малой мощности замедлителями типа КВ-1-59 на спускной части с автоматическими башмачными замедлителями на каждом пути сортировочного парка для целевого торможения эффективна при переработке 2100 вагонов и выше, механизация горки автоматическими башмачными замедлителями как для интервального, так и для целевого торможения — 2230 вагонов и выше, замедлителями типа-50 при сосредоточенном торможении с целевыми позициями, оборудованными автоматическими башмачными замедлителями 2300 вагонов и выше и при двукратном торможении замедлителями типа-50 с целевыми позициями при помощи автоматических башмачных замедлителей — 2500 вагонов и выше в сутки (*рис. 8*).

Для существующих немеханизированных горок подлежащих переустройству в механизированные с устройством интервальной позиции при помощи сравниваемых тормозных средств, как показывают расчеты, приведенные в диссертации, экономически оправданным решением является переустройство при суточной переработке горки в 1180 вагонов и выше.

Переустройство существующей немеханизированной горки в механизированную с устройством как интервальной, так и целевой позиции оправдывает себя также, как и для вновь запроектированной горки при переработке свыше 2000 вагонов в сутки. (*Рис. 9*) Сфера экономической выгоды применения тех или иных тормозных средств при переустройстве следующая: при достижении суточной переработки в 1180 вагонов и выше более выгодной становится механизация горки с помощью автоматических башмачных замедлителей системы До-



Дис. 7

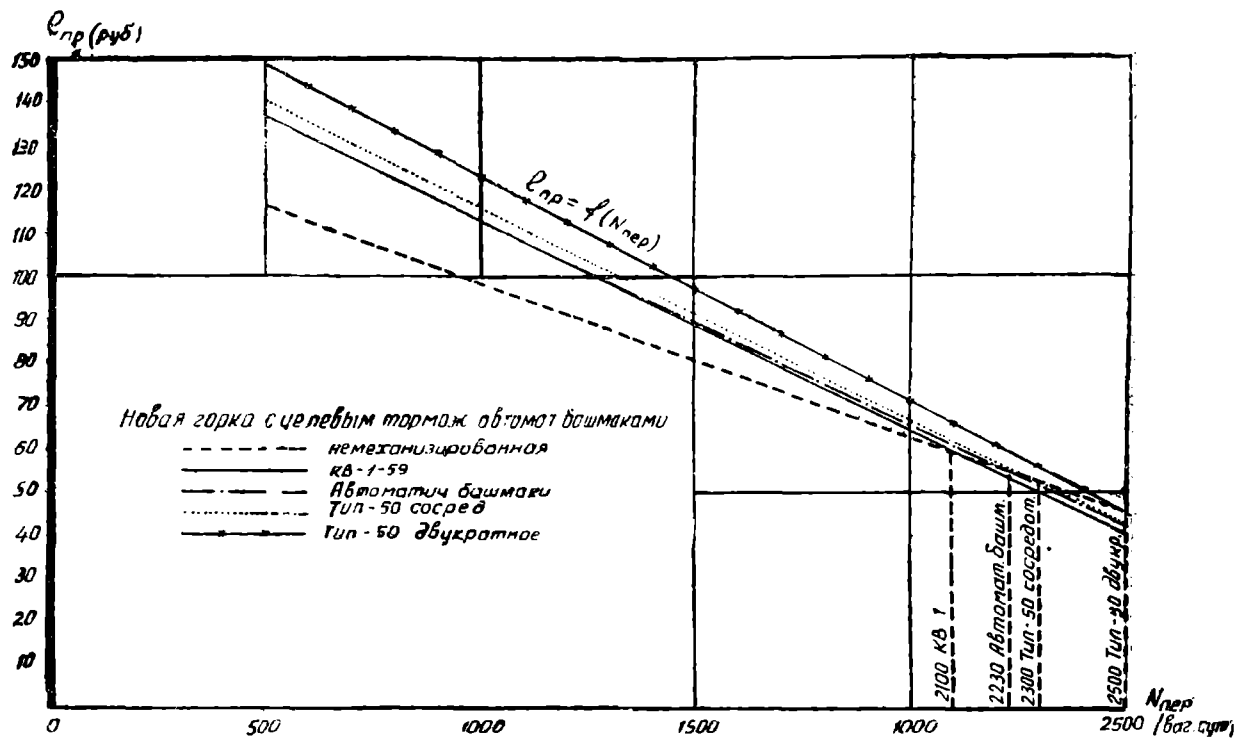
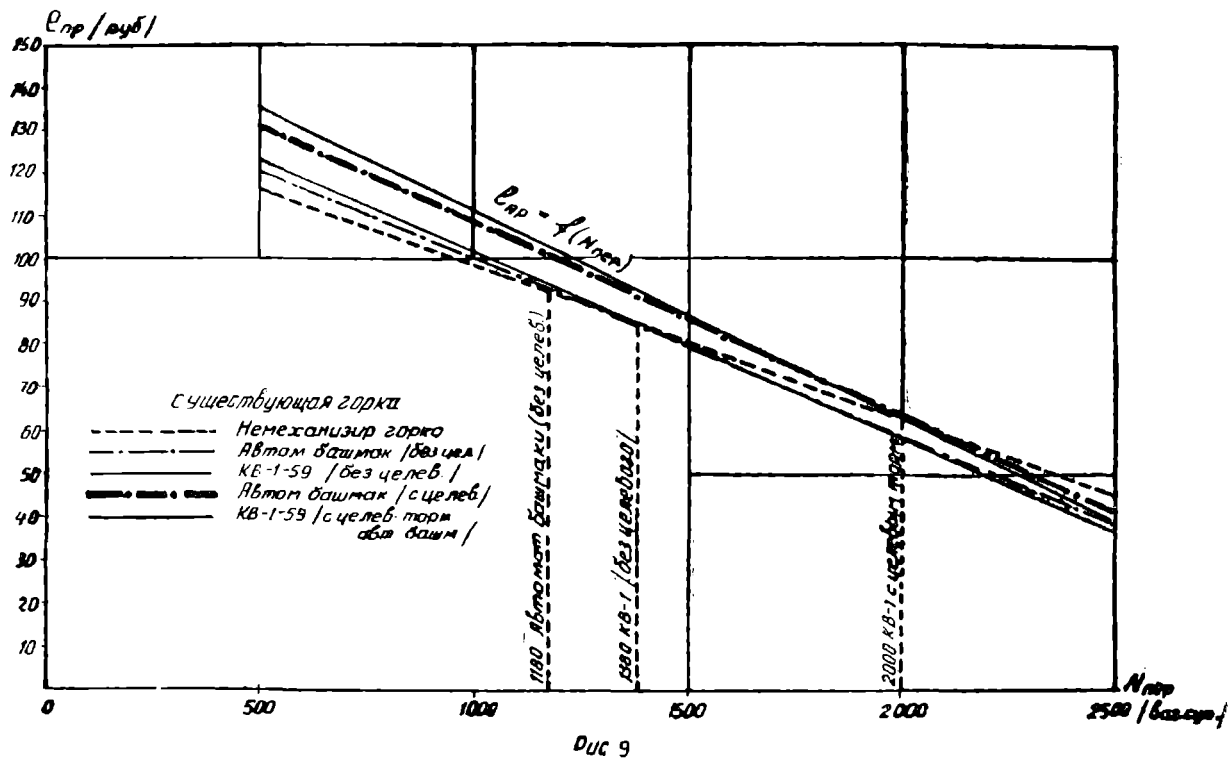


Рис 8



лаберидзе без целевой позиции, при достижении переработки в 1380 вагонов и выше замедлителями типа КВ-1-59 без целевой позиции и 2000 вагонов и выше — замедлителями типа КВ-1-59 с целевой позицией при помощи автоматических башмачных замедлителей системы Долаберидзе.

Выводы и предложения

I

1. Коэффициент сопротивления движению тормозного башмака по рельсу для разного типа подвижного состава различный и значительно колеблется в пределах от 0,06 до 0,37 в зависимости от веса и числа вагонов в отцепе.

2. На величину коэффициента сопротивления большое влияние оказывает скорость движения вагона. В работе даны пределы изменения коэффициента сопротивления при средней юзовой скорости от 0 до 5 м/сек.

3. В условиях торможения башмаками и башмачными замедлителями расчетную величину коэффициента сопротивления следует учитывать дифференцированно, в зависимости от числа вагонов и типа отцепа.

4. Для решения практических задач, связанных с режимами торможения вагонов башмаками, следует рекомендовать юзовые таблицы, составленные для различного рода и числа вагонов в отцепе в зависимости от величины замедления и скорости входа вагонов на башмаки.

II

1. Максимальная энергетическая высота, погашаемая одним башмачным замедлителем при полном юзе, равном 3,5 м. при условии торможения 4-х осного вагона 1-й и 3-й осями, равна 0,20 м. э. в., при торможении только первой осью — 0,10 м. э. в.

2. Энергетическая высота, погашаемая одним башмачным замедлителем при торможении 6-и осного вагона 1-й и 4-й осями, составляет $\frac{2}{3}$ от выше названной величины, т. е. $h_1 = 0,13$ м. э. в.

Эти данные фактической тормозной мощности, установленной экспериментально, следует иметь в виду при оборудовании сортировочных горок автоматическими башмачными замедлителями.

1. В качестве тормозных средств для проектирования горок малой мощности, в настоящее время могут приниматься существующие системы замедлителей: клещевидно-весовые КВ-1-59, клещевидные нажимного действия типа-50 и автоматические башмачные замедлители.

2. Тормозная мощность существующих систем замедлителей, определяемая величиной погашения энергетической высоты, приходящейся на 1 метр тормозной длины, неодинакова для вагонов различного веса и типа. Так, при торможении 6-и осных вагонов тормозная мощность (γ_T) равна:

для замедлителей КВ-1-59 $\gamma_T = 0,139$

для замедлителей типа-50 $\gamma_T = 0,035$

для автоматических башмачных замедлителей $\gamma_T = 0,017$

3. Металлоемкость у замедлителей типа КВ-1-59 при торможении 6-и осных вагонов меньше, чем у замедлителей типа-50 в среднем на 43% и на 44% больше, чем у автоматических башмачных замедлителей системы Долаберидзе. Стоимость же, приходящаяся на 1 метр погашаемой энергетической высоты, у замедлителей КВ-1-59 меньше на 9,3% чем у типа-50 и на 8,5% меньше, чем у автоматических башмачных замедлителей.

4. Расходы на обслуживание средств механизации при варианте горки, оборудованной автоматическими башмачными замедлителями системы Долаберидзе, на 37% выше по сравнению с горкой, оборудованной замедлителями КВ-1-59 и на 25% выше по сравнению с замедлителями типа-50.

5. Дополнительные капитальные вложения, потребные на механизацию горки замедлителями КВ-1-59 как без целевого торможения, так и с целевым при помощи автоматических башмачных замедлителей, окупаются в пределах нормативного срока, установленного для транспортных сооружений, что свидетельствует об эффективности данного варианта по сравнению с другими вариантами.

6. Выбор тех или иных средств торможения при механизации как вновь запроектированных, так и существующих немеханизированных горок малой мощности, подлежащих переустройству, должен производиться в соответствии со сферой экономической выгоды механизации горки.

Указанные выводы относятся к исследуемым в диссертации тормозным средствам. При применении других средств механизации для каждого конкретного случая необходимо проводить технико-экономическое сравнение возможных вариантов, используя методику и материалы, приведенные в диссертации.

Полученные, в результате исследования, теоретические и практические выводы и рекомендации могут быть использованы проектировщиками при проектировании сортировочных горок малой мощности и механизации немеханизированных горок, а также конструкторами, занимающимися дальнейшим совершенствованием механизированных башмаков, в том числе автоматического башмачного замедлителя системы Долаберидзе и новых типов облегченных замедлителей.

П Е Р Е Ч Е Н Ь
работ, в которых опубликованы материалы
диссертации

1. Б. А. ТРЕТЬЯК. Исследование коэффициента сопротивления тормозного башмака, как элемента башмачного замедлителя при скатывании вагонов на сортировочных горках. Труды ДИИТа, вып. 33 «Вопросы механизации и автоматизации сортировочных горок», 1961.
 2. Б. А. ТРЕТЬЯК. Исследование методом телеизмерений тормозных характеристик автоматических башмачных замедлителей системы Долаберидзе. Труды ДИИТа вып. 33 «Вопросы механизации и автоматизации работы сортировочных горок», 1961.
-

29.5.1962 г.

БТ 12228 Подписано к печати Формат бум. 60х90^{1/2}
печ. листов 2. Тираж 150 экз. Заказ № 2802.

Никопольская городская типография Днепропетровского облиздата.

Сканировала Семенова Т.Л.