

НЕДОСТАТКИ СДВОЕННЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ТОРМОЗОВ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

И. А. БАЛАШЕВ

За последние годы в Кузбассе вступил в эксплуатацию ряд шахт, оборудованных мощными подъемными установками. Одним из ответственных элементов подъемной машины, от состояния которого в значительной степени зависит надежная и безопасная работа, является тормозное устройство. Современным типом тормозов для крупных машин является пневматический двухступенчатый тормоз. За последние годы наши заводы значительно улучшили и усовершенствовали этот тип тормозного устройства, выполняя его в виде сдвоенного тормоза. В таком конструктивном оформлении на каждый барабан подъемной машины действует свой независимый тормозной привод с общим регулятором давления.

Кроме того, все управление тормозами вынесено на верхнюю площадку к машинисту, что значительно облегчает надзор и эксплуатацию тормозного устройства.

Если прибавить к этому, что исполнительный орган выполняется в виде конструкции с поступательным перемещением тормозных колодок, имеющей целый ряд технических преимуществ перед системами с качающимися колодками, то можно смело утверждать, что данное тормозное устройство является в техническом и эксплуатационном отношении самым лучшим тормозом для крупных подъемных машин.

Опыт многочисленной настройки и испытания сдвоенных пневматических тормозов показывает, что наряду с общими положительными качествами указанные конструкции содержат ряд сравнительно мелких недостатков, существенно влияющих на его качества, как устройства, защищающего подъемную установку от аварии при всех возможных сочетаниях неблагоприятных обстоятельств в процессе эксплуатации.

К таким недостаткам можно отнести следующие:

- 1) недопустимо большое время холостого хода при действии одного предохранительного тормоза при отключенном рабочем тормозе. В этом случае время холостого хода составляет от 0,7 до 1 сек. вместо возможного времени в 0,2 сек.;
- 2) большое время холостого хода при предохранительном торможении, составляющее 0,3—0,4 сек, вместо—0,2 сек;
- 3) малый диапазон возможности регулирования давления воздуха в цилиндре рабочего тормоза на первой ступени при предохранительном торможении.

Имея целью проиллюстрировать влияние указанных недостатков на качества торможения, с одной стороны, и желая наметить пути устранения этих недостатков, с другой стороны, приведем фактические данные настройки из опыта последнего времени на шахте № 1.

Общие данные

Подъемная машина типа $2 \times 5 \times 2,3$, скипы $2 \times 8 \text{ т}$, максимальная скорость сосудов $5,6 \text{ м/сек}$, тормоза пневматические двухступенчатые, сдвоенные. Кинематическая схема тормозного устройства показана на рис. 1.

Методика исследования и настройки состояла в снятии диаграмм характеристик тормоза. Для этой цели к точке *a* дифференциальной балки тормоза укреплялся шнурок специального индикатора конструкции автора для настройки тормозов подъемных машин. При предохранительном тор-

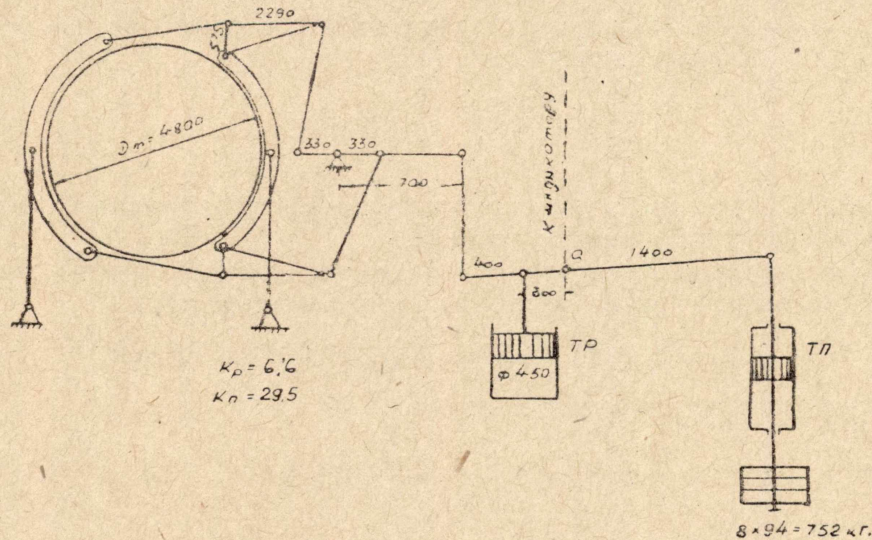


Рис. 1. Кинематическая схема тормоза подъемной скиповой 8 т машины типа $2 \times 5 \times 2,3$, шахта № 1,5.8.51 г.

можении точка *a* имеет два движения: вверх от рабочего тормоза и вниз при опускании грузов предохранительного тормоза. Считая, что величина хода тормозного груза вызывает пропорциональные тормозные моменты, представляется возможным получить характеристику тормоза.

Импульс на торможение давался путем разрыва защитной цепи. Для этой цели на индикаторе имеется особый ключ, с помощью которого одновременно с разрывом защитной цепи включается отметчик времени, что дает возможность фиксировать начало координат характеристики, а также время остановки машины с момента подачи импульса на торможение. Третья запись на индикаторе фиксирует изменение давления в цилиндре рабочего тормоза.

Предварительно определены расчетные величины тормозных моментов, создаваемых рабочим и предохранительным тормозами порознь, их отношение к максимальному статическому моменту.

Расчетные данные

Максимальный статический момент установки:

$$M_{ст. макс} = (8 + 1,1) 2,5 = 22,800 \text{ кг.м.}$$

Тормозной момент, создаваемый рабочим тормозом (ТР), в зависимости от давления воздуха в цилиндре, составляет:

$$M_{тр} = 2,6,6 \frac{\pi \cdot 45^2}{4 \cdot 1000} \cdot p \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 0,95 = 16,6 \text{ р. т.м.}$$

На основании этой зависимости получаем значение $M_{тр}$ рабочего тормоза

Давление воздуха в ЦТР $кг/см^2$ $P=$	1	2	3	4	5
Тормозной момент одной стороны $M_1=$ в т.м	16,6	33,2	49,8	66,4	83
То же от двух половин, в т.м $M_2=$	33,2	66,4	99,6	132,8	166

Запас статической надежности двух рабочих тормозов при минимальном давлении воздуха $4 кг/см^2$ составит

$$m_{ст} = \frac{132,8}{22,8} = 5,85 > 3.$$

Следовательно, рабочие тормоза удовлетворяют требования трехкратного запаса статической надежности тормоза.

Предохранительный тормоз при навеске на каждой тяге по восьми грузов общим весом по $752 кг$ развивает тормозной момент

$$M_{тп} = 2 \cdot 2 \cdot 29,5 \cdot 0,752 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 0,95 = 72 \text{ т.м.}$$

Запас статической надежности составит

$$m_{ст} = \frac{72}{22,8} = 3,16 > 3,$$

что также удовлетворяет предъявляемым требованиям.

Опытная проверка

Опыт 1. Машина неподвижна, тормоза отторможены, под якорь электромагнита рабочего тормоза подложены подкладки, чтобы создать условия срабатывания одного предохранительного грузового тормоза. В данном опыте созданы искусственные условия возможного несрабатывания вслед-

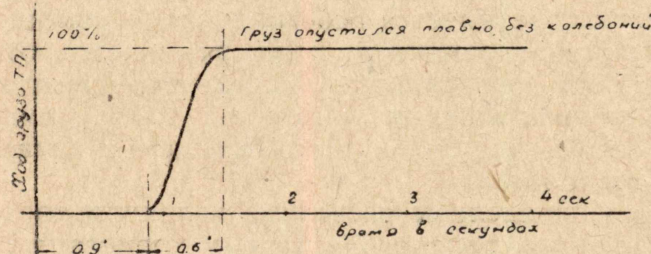


Рис. 2. Статическая характеристика срабатывания одного ТП (без ТР). Опыт 1.

ствие заедания рабочего тормоза, т.е. исключена из процесса предохранительного торможения первая ступень торможения. Результаты опыта показаны на рис. 2. Обращает на себя внимание недопустимо большое время холостого хода, которое доведено до 0,9 сек. путем длительного регулирования трехходового крана, дроссельного болта, который был совершенно вывернут, так как вначале это время было 1,42 сек. Таким образом, все настроечные возможности были использованы и тем не менее уменьшить время против 0,9 сек. не удалось.

Внимательное изучение коммуникации выхода воздуха из цилиндров предохранительных тормозов показало, что из обоих цилиндров воздух выходит по трубкам диаметром 3/4 дюйма, соединяется в тройник и идет по 1 дюймовой трубке до трехходового крана и по такой же трубке до регулятора давления и дальше по 1 1/2-дюймовой трубе до глушителя.

Встречное движение воздуха из цилиндров ТП по трубкам малого диаметра, но достаточно длинных при критической скорости движения воздуха замедляет процесс срабатывания тормоза. Требуется коренное конструктивное изменение этого узла. Время холостого хода необходимо уменьшить до 0,2 сек. вместо недопустимых 0,9 сек., и это возможно достичь за счет резкого увеличения проходных сечений трубопроводов, трехходового крана и устройства хорошего регулируемого болта—иглы, с помощью которого действительно можно было бы регулировать скорость истечения воздуха из цилиндров предохранительных тормозов. В том исполнении, как это имеет место в настоящее время, болт-игла теряет всякий смысл, и ее приходится снимать с трехходового крана, как лишнюю деталь.

Опыт 2. При неподвижной и отторможенной машине давался импульс на торможение, чтобы получить статическую характеристику тормоза. Типовая характеристика этого опыта показана на рис. 3.

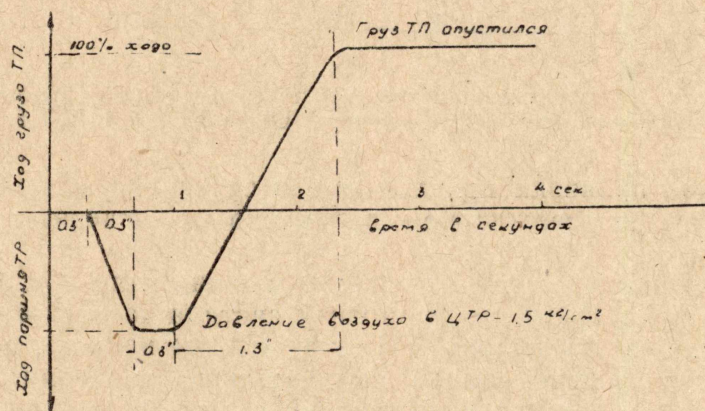


Рис. 3. Статическая характеристика предохранительного торможения. Опыт 2.

Перемещение регулятора давления отрегулировано на давление воздуха на первой ступени 1,5 кг/см². Результаты опыта указаны на том же рис. 3.

Обращает на себя внимание большое время холостого хода, т. е. время от начала подачи импульса на торможение до начала хода поршня рабочего тормоза. В данном случае это время колебалось в пределах 0,28—0,32 сек., в то время как для таких быстродействующих тормозов оно должно составлять 0,15—0,2 сек.

В это время холостого хода входит: собственное время срабатывания контактора КТП, тормозного электромагнита рабочего о торможения, который перемещает тягу регулятора давления через рычажную кинематическую связь. Несмотря на увеличение груза на тяге тормозного электромагнита, уменьшить это время не удалось. Рычажная кинематическая связь от якоря электромагнита до регулятора давления требует безусловно более тщательного заводского изготовления с тщательной обработкой упорного кулака, ролика, регулировочной тяги и других деталей этого узла, чтобы падение якоря происходило без заеданий.

Опыт 3. Снятие динамической характеристики предохранительного торможения производилось на ходу машины. При встрече порожних судов в стволе шахты и полной скорости их движения—в данном слу-

чае $5,6 \text{ м/сек}$ — подавался импульс на торможение и производилась автоматическая запись времени остановки машины. Цель этого опыта состоит в том, чтобы проверить, что предохранительный тормоз обеспечивает величину среднего замедления в пределах: при подъеме нормального груза не более 5 м/сек^2 и при спуске груза — не менее $1,5 \text{ м/сек}^2$.

По своему характеру динамическая характеристика аналогична статической, показанной в опыте 2. Для большей наглядности на основании полученной опытным путем характеристики в координатах ход — время построена динамическая характеристика в координатах моменты — время, которая показана на рис. 4.

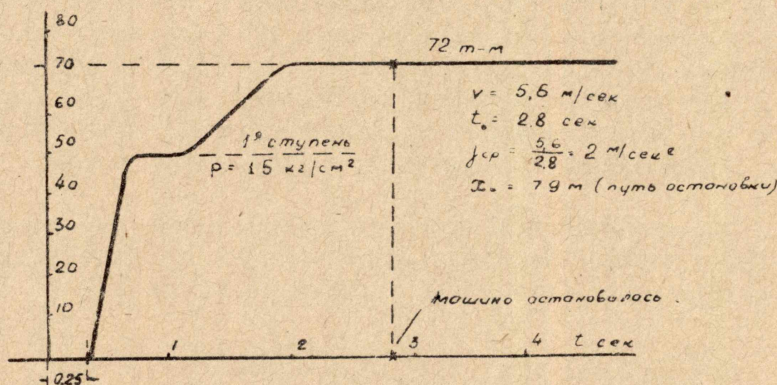


Рис. 4. Динамическая характеристика предохранительного тормоза скиповой 8т машины. Шахта № 1, 5.8.1951 г.

Последующие проверки при подъеме и спуске груза нового ничего не дают и являются подтверждением правильности расчетных и настроечных опытных данных.

На той же шахте установлены две машины типа $1 \times 4 \times 2,5$ с одноцилиндровыми барабанами, но тормозная система такого же типа. Так как объемы воздуха в цилиндрах ТП этих машин меньше, а трубопроводы такие же, как в рассмотренной выше машине, то время холостого хода предохранительного тормоза (аналогично опыту 1) оказалось несколько меньше — 0,7 сек. в одной и 0,8 сек. — во второй. Это подтверждает так же необходимость увеличения проходных сечений для ускорения выхода воздуха во всех двоянных тормозах.

Аналогичные результаты получены еще на нескольких новых подъемных установках, вошедших в эксплуатацию за последние два года.

Выводы

На основании приведенных опытных данных, а также многих других, здесь не приводимых, представляется возможным сделать выводы, имеющие целью улучшить рабочие характеристики двухступенчатых двоянных тормозов конструкции отечественных заводов.

1. Необходимо пересмотреть всю систему трубопроводов выхода воздуха из цилиндров предохранительных тормозов, включая трехходовой кран и переключающий кран при наличии расцепного устройства. Проходные сечения выхода воздуха необходимо резко увеличить в два-три раза. Кроме того, крайне желательно болт-иглу сделать регулируемой и в случае несрабатывания электромагнита рабочего тормоза, болт-игла должна открываться и тем самым ускорять выход воздуха, чтобы иметь время холостого хода не больше 0,2—0,3 сек., на случай заедания поршня рабочего тормоза и срабатывания только одного грузового (предохранительного) тормоза, что возможно в условиях эксплуатации машины.

2. Необходимо обратить самое серьезное внимание на тщательность изготовления (вплоть до шлифовки) рычажной кинематической связи от тяги электромагнита рабочего тормоза до рычага регулятора давления. Желательно, чтобы упорный кулак, ограничивающий ход регулятора давления, был регулируемым или сменным, чтобы иметь возможность легко регулировать давление воздуха на первой ступени в пределах от 1 до 2,5 атмосфер. Опускание якоря электромагнита под действием груза в 15—20 кг должно происходить свободно.

3. Устранение перечисленных недостатков значительно повысит эксплуатационные качества сдвоенных пневматических тормозов и поставит их в ряд лучших современных тормозов для подъемных установок горной промышленности.



ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине допущены опечатки
7	табл. 1	$2 \times 2 \times 2,4$	$2 \times 6 \times 2,4$	Редакции
16	рис. 4	$X_0 = 79$ м.	$x_0 = 7,9$ м.	Автора
35	23 сн.	для 10	для 9	Автора
92	рис. 6	65%	55%	Автора
98	табл. 2 графа 6	α_1	α	Автора
131	пункт 8	установки	установка	Автора
131	пункт 14	установки	установка	Автора
132	7 св.	маневровых	маневровой	Автора
134	3 сн.	одинаково	почти одинаково	Автора
163	16 св.	rc/ρ^2	rc/ρ^2	Редакции