Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова; т. LX, вып. 1, 1970 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФУТЕРОВКИ ПП-45 ДЛЯ МНОГОКАНАТНОГО ПОДЪЕМА

В. А. Кабанов

Созданная в Ленинградском горном институте, при участии Научно-исследовательского института полимеризационных пластмасс, Охтинского химкомбината и Донецкого машиностроительного завода им. XV-летия ЛКСМУ, пластмасса марки ПП-45 * нашла широкое применение в качестве футеровки канатоведущих шкивов шахтных многоканатных подъемных машин [1, 2]. Исследования, проведенные в ИГД АН УССР [4], показали, что для достижения существенного эффекта выравнивания усилий при многоканатной системе подъема футеровка должна быть достаточно податливой. Пластмасса ПП-45 в полной мере отвечает этому требованию и по фрикционным характеристикам превосходит ряд других материалов, предлагавшихся для указанной цели [1, 2, 3].

Промышленная эксплуатация футеровки из такой пластмассы подтвердила ее высокие технические показатели. Первые опытные партии футеровки ПП-45 и других материалов (прессмасса 6КВ-10; резинотканевая лента, кожа и их комбинации) были испытаны в 1961—1962 гг. на двух многоканатных подъемных установках скипового ствола шахты Ясиновская Глубокая в Донбассе. Полученные экспериментальные данные были весьма представительными как по сопоставимости результатов, так и по числу действующих подъемных установок

* Авт. свид. № 191784 (проф. С. С. Смородин, доц. В. А. Кабанов, инж. П. П. Новожилов). ЛГИ является патентообладателем на пластмассу ПП-45 в Англии, Франции, Бельгии, ФРГ, Канаде и Индии.

и разнообразию марок футеровочных материалов, подвергнутых сравнительным испытаниям.

Пластмасса ПП-45 по износоустойчивости более чем в 10 раз превосходит прессмассу 6КВ-10 и комбинации ее с другими материалами (рис. 1). Окончательно установлено, что футеровка ПП-45 на упомянутых подъемных машинах прослужила 28 месяцев (против 1,5 месяца для 6КВ-10).

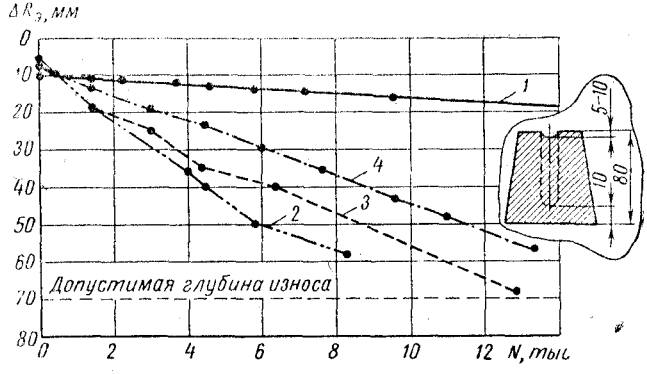


Рис. 1. Диаграмма глубины износа футеровочных колодок $\Delta R_э$ в зависимости от числа подъемов N:

1 — пластмасса ПП-45; *2* — прессмасса 6КВ-10; *3* — комбинированная из прессмассы 6КВ-10 и кожи; *4* — комбинированная из прессмассы 6КВ-10, кожи и конвейерной резино-тканевой ленты

С 1963 г. промышленное производство пластмассы ПП-45 было организовано на Прилукском заводе пластмасс в соответствии с техническими условиями ТУ-73-1099-65 по технологическому регламенту, разработанному Охтинским химкомбинатом.

В силу недоработок и новизны технологического процесса производства, отступлений от рецептуры из-за дефицитности некоторых видов сырья, несовершенства технических условий (до настоящего времени имеют место перебои в подаче технологического пара и воды), отсутствия контроля качества готовой продукции, в отдельные периоды Прилукский завод изготавливал пластмассу недостаточно высокого качества. Так, например, в 1964 г. суспензионная смола была заменена на латексную, что привело к пониженной прочности, неудовлетворительной износоустойчивости и низкому коэффициенту трения.

Однако уже приняты меры по преодолению указанных недостатков.

В настоящее время не налажен объективный контроль и учет качества футеровки в эксплуатации. Обычно работоспособность футеровочных колодок оценивают по сроку службы (в месяцах). Однако такая характеристика не отражает многих эксплуатационных особенностей различных систем подъема. Существенное влияние на срок службы футеровки оказывают: 1) тип подъемных сосудов (клети или скипы); 2) высота подъема; 3) удельное давление канатов на футеровку; 4) конструкция прицепного устройства подъемных сосудов (уравнительное или глухое); 5) число проточек желобков футеровки из-за неудовлетворительного распределения усилий по канатам; 6) конструкция канатов (круглопрядные, фасоннопрядные или закрытые); 7) высота футеровочной колодки; 8) число подъемных операций; 9) диаметр канатоведущего шкива; 10) динамический режим работы подъемной установки.

Качество футеровочных материалов рекомендуется определять [4] по коэффициенту износоустойчивости

$$\xi = \frac{\Delta V}{\Delta A}, \qquad (1)$$

где ΔV — износ материала в объемных единицах, *мм*^{3}; ΔA — работа сил трения на дуге скольжения, *кГм*.

Из формулы (1) получено приближенное значение

$$\xi = \frac{2\pi a E F D n^2 \Delta R_э}{(a + w)^2 Q^2 H N}, \qquad (2)$$

где d — диаметр каната, *мм*; E — модуль упругости каната, *кг/мм*^{2}; F — площадь поперечного сечения проволок каната, *мм*^{2}; D — диаметр канатоведущего шкива, *мм*; n — число канатов; $\Delta R_э$ — глубина износа футеровки, *мм*; a — коэффициент, учитывающий систему сосудов (для двухсосудного подъема $a=1$, для сосуда с противовесом $a=0{,}5$); w — коэффициент шахтных сопротивлений (для клетей $w=0{,}2$, для скипов $w=0{,}15$); Q — полезный груз, *кг*; H — высота подъема, *м*; N — число подъемов.

Таким образом, формула (2) учитывает большинство факторов, влияющих на срок службы футеровки, однако собрать полные сведения для использования этой формулы весьма сложно.

В связи с этим можно рекомендовать метод приблизительной оценки эксплуатационного качества футеровки по коэффициенту удельного износа

$$k = \frac{h}{A}, \qquad (3)$$

где h — глубина износа колодки, *м*; A — полезная работа, *млн. ткм.*

Чем меньше k, тем лучше качество футеровочного материала по износоустойчивости.

Полезная работа определяется по формуле

$$A = NQH \cdot 10^{-6}, \text{ млн. ткм}, \qquad (4)$$

где Q — грузоподъемность подъемного сосуда, *т*; H — высота подъема, *км.*

Необходимо отметить известные трудности в определении N и Q для клетевого подъема, так как эти величины колеблются в широких пределах из-за многообразия вспомогательных подъемных операций, выполняемых клетями. Обычно доля работы клетевого (вспомогательного) подъема составляет приблизительно 10—20% работы, выполняемой скиповым (главным) подъемом. В связи с этим неправомерно ссылаться на срок службы футеровки из различных материалов без указания назначения подъемной установки, ее загруженности и других особенностей, что до сих пор практикуется в отношении таких материалов, как 6КВ-10 и ПП-45. Прессмасса 6КВ-10, как правило, используется на вспомогательном, а пластмасса ПП-45 — на главном подъеме. При этом, если не оперировать одним из приведенных выше удельных показателей (ξ или k), создается ошибочное представление о значительной износоустойчивости прессмассы 6КВ-10.

Для примера определим коэффициент удельного износа по данным измерений износа футеровки на шахте Ясиновская Глубокая: $Q = 6$ *т*; $H = 0{,}44$ *км*; прессмасса 6КВ-10 за 8310 циклов износилась на глубину 0,052 *м*; пластмасса ПП-45 за 7240 циклов износилась на глубину 0,004 *м*.

Тогда для прессмассы 6КВ-10

$$k = \frac{0{,}052}{8310 \cdot 6 \cdot 0{,}44 \cdot 10^{-6}} = 2{,}37 \frac{м}{млн.\ ткм};$$

для пластмассы ПП-45

$$k = \frac{0{,}004}{7240 \cdot 6 \cdot 0{,}44 \cdot 10^{-6}} = 0{,}208 \frac{м}{млн.\ ткм}.$$

Таким образом, износоустойчивость прессмассы 6КВ-10 в $\frac{2{,}37}{0{,}208} = 11{,}4$ раза ниже, чем пластмассы ПП-45.

В настоящее время объем производства пластмассы ПП-45 достиг 160 *т* в год, но этого количества недостаточно для обеспечения футеровкой эксплуатирующихся (50 установок) и выпускаемых машин (20—25 в год). Если учесть, что изготовлено свыше ста двадцати многоканатных подъемных машин и число их с каждым годом увеличивается, то текущая потребность в футеровке оценивается примерно в 200 *т* с ежегодным приростом в 30 *т* (в среднем 1,5 *т* на одну подъемную машину с учетом запасного комплекта).

Дефицит в футеровке может быть ликвидирован за счет внедрения более прогрессивной технологии изготовления футеровочных колодок готового профиля, при которой в отходы будет переводиться около 10%, а не 25—37% массы как при существующей технологии раскроя крупногабаритных блоков (450×490×110 *мм*) на заготовки с последующей механической обработкой их граней.

Исследования в области совершенствования технологии изготовления пластмассы ПП-45 диктуют необходимость применения более прогрессивного оборудования (пластосмесителей вместо вальцов), контроля качества исходного сырья и конечного продукта, а также средств для определения фрикционных характеристик футеровочных колодок. Для последней цели разработана конструкция испытательной машины (рис. 2), представляющая собой усовершенствованный стенд ЛГИ [3]. Применение этой машины позволит контролировать фактический коэффициент трения футеровки в паре со стальным канатом, который невозможно установить при использовании стандартного метода определения по ГОСТ 11629-65.

Эта же машина используется для определения износоустойчивости, что также в большей степени соответствует реальным условиям работы футеровки на шкивах трения, нежели условиям, отвечающим стандартному методу абразивного износа по ГОСТ 11012-64. В опытах образец из пластмассы ПП-45 (на основе суспензионной полихлорвиниловой смолы марки С-70) оказался наиболее устойчивым; образцы из латексной смолы ПП-45Л и из прессмассы 6КВ-10 были значительно менее износоустойчивы (рис. 3).

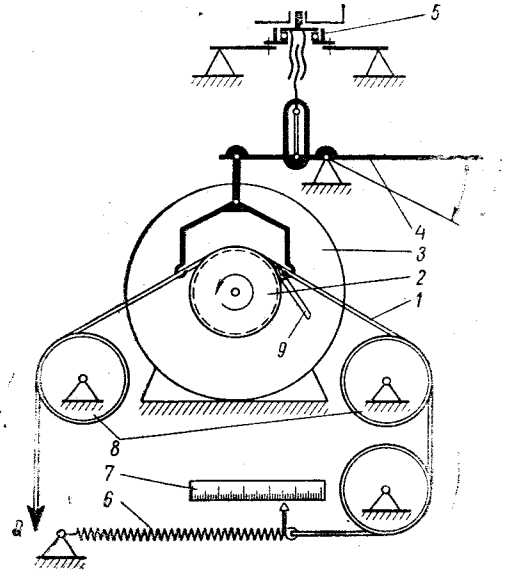


Рис. 2. Кинематическая схема машины для испытания фрикционных характеристик футеровки:

1 — стальной канат диаметром 4,5 *мм*; *2* — образец диаметром 60 *мм* из пластмассы; *3* — электродвигатель; *4* — аварийный рычаг; *5* — механизм для подъема каната; *6* — пружинный динамометр; *7* — шкала динамометра; *8* — направляющие ролики; *9* — трубка для подвода воды

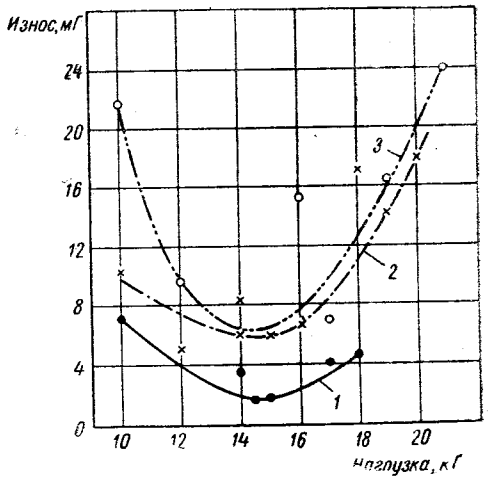


Рис. 3. Износ образцов футеровочных материалов в зависимости от натяжения каната:

1 — ПП-45; *2* — ПП-45Л; *3* — 6КВ-10

Наивысший коэффициент трения f (более 0,3) имеет пластмасса ПП-45, прессмасса 6КВ-10 имеет коэффициент сцепления на 40—50% ниже; минимальные значения у образца ПП-45Л (рис. 4).

Совершенствование технологического процесса изготовления футеровки ПП-45 позволит перейти к высокоэффективному технологическому процессу производства, обеспечивающему комплексное использование сырья и материалов, снижающему трудовые и материальные затраты, повышающему производительность и условия труда при резком улучшении качества продукции.

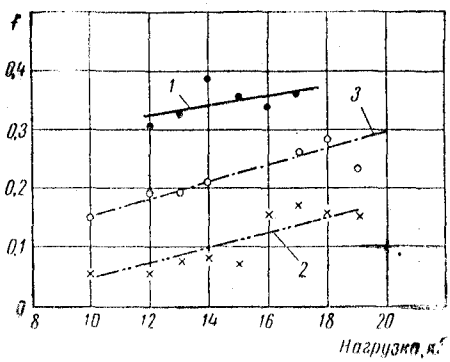


Рис. 4. Коэффициент трения образцов футеровочных материалов в зависимости от натяжения каната:
1 — ПП-45; *2* — ПП-45Л; *3* — 6КВ-10

При оценке экономической эффективности применения пластмассы ПП-45 в качестве футеровки канатоведущих шкивов шахтных многоканатных подъемных машин* исходят из срока службы и стоимости футеровки (1 *р.* 80 *к.* за 1 *кг*), а также числа эксплуатирующихся подъемных машин. Расчеты показывают, что экономия в народном хозяйстве составляет 750 *тыс. руб.* в год, а при условии внедрения в технологический процесс изготовления рекомендованных усовершенствований будет получена дополнительная экономия 32 *тыс. руб.* в год.

Освоение массового производства футеровки ПП-45 избавило отечественную промышленность от зарубежных поставок. Принимая во внимание высокую стоимость импортной футеровки (5—7 долларов за 1 *кг*), можно считать, что при этом сэкономлены значительные валютные средства.

---

* Наряду с указанным основным направлением, обнаружилась обширная область эффективного применения пластмассы ПП-45 в качестве плит (колод) для вырубных штампов в обувной и кожевенно-галантерейной промышленности. Долговечность таких плит в десятки раз превышает срок службы плит из применявшихся ранее материалов.

Начиная с 1951 г., в Советском Союзе новые шахты проектируются, а действующие реконструируются в большинстве случаев с применением многоканатных подъемных машин. В ближайшие годы намечено построить и сдать в эксплуатацию 30 многоканатных установок в Кривом Роге, более 100 — в Донбассе и свыше 100 в других районах и бассейнах (Воркута, Инта, КМА, Урал и др.). Таким образом, в СССР многоканатный подъем получает широкое применение и, по-видимому, со временем станет основным видом шахтного подъема.

Степень надежности, безопасности и экономичности многоканатного подъема зависит, прежде всего, от фрикционных качеств и износоустойчивости футеровки канатоведущего шкива. В связи с этим актуальность работ по дальнейшему совершенствованию технологии производства, повышению качества и снижению расходов на изготовление футеровки из пластмассы ПП-45 не вызывает сомнений.

Выводы

Пластмасса ПП-45 обеспечивает наиболее высокие технико-экономические показатели рудничных подъемных установок с многоканатными шкивами трения и является наиболее эффективным футеровочным материалом.

Дальнейшее совершенствование технологического процесса изготовления футеровки ПП-45 за счет внедрения нового оборудования, контроля качества исходного сырья и конечного продукта, а также нового способа изготовления колодок готового профиля позволит сократить дефицит в футеровке, повысит ее качество и даст дополнительный экономический эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шахтные электрические лебедки и подъемные машины. Справочник. Углетехиздат, 1963.

2. Белый В. Д., Найденко И. С. Шахтные многоканатные подъемные установки. Изд-во «Недра», 1966.

3. Кабанов В. А. Футеровочные материалы из пластмасс для многоканатных шкивов трения. Зап. ЛГИ, т. XVII, вып. 1. Госгортехиздат, 1962.

4. Нестеров П. П., Шабанов-Кушаренко Ю. П., Гончаренко Н. К. Безуравнительный многоканатный подъем. Гостехиздат УССР, 1963.