

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ БАРАБАНОВ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

*Лауреат Государственной премии Республики Беларусь, докт. техн. наук, проф. ПРУШАК В. Я.,
канд. техн. наук, доц. МИРАНОВИЧ О. Л.*

*ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством»,
Международный гуманитарно-экономический институт*

Важная задача современного машиностроения – повышение качества машин непрерывного транспорта, основным показателем которого является надежность. Терминология определяет надежность как свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Для повышения надежности машин непрерывного транспорта необходимо решить комплекс проблем, включающих создание материалов с необходимыми физико-механическими свойствами, совершенствование технологии изготовления, сборки, контроля и регулировки машин, методов расчета и проектирования металлоконструкций, приводов и машины в целом, а также повышение надежности лент, барабанов и т. д.

С этой целью рассмотрим конструктивные особенности барабанов ленточных конвейеров на предмет их эксплуатационной надежности и проанализируем их достоинства и недостатки.

Барабаны ленточных конвейеров условно относятся к классу полых цилиндрических деталей – тел вращения, рабочие поверхности которых расположены концентрично. Характерной конструктивной и технологической особенностью этих барабанов является их тонкостенность при сравнительно больших диаметре и длине. Выполняют такие барабаны, как правило, сварными с обечайками из листовой стали или толстостенных стальных труб, в отдельных случаях при небольшом диаметре и значительном объеме выпуска – литыми. Обечайки сварных барабанов изготавливают из вальцованных или штампованных листов, сваренных встык сплошными швами [1].

Указанная технология изготовления барабанов ленточных конвейеров для открытых гор-

ных работ (т. е. конвейеров большой или особо большой производительности) весьма прогрессивна, особенно при сравнении ее с технологией изготовления литых барабанов, а также с учетом того, что производство мощных ленточных конвейеров является в своем большинстве мелкосерийным или даже единичным [2].

Кроме высокой массы, к недостаткам описанных барабанов следует отнести их низкую долговечность. Так, из опыта эксплуатации ленточных конвейеров на горных предприятиях известно, что барабаны, как правило, выходят из строя из-за разрушения обечайки в средней части или сварных швов, соединяющих лобовины и обечайку. Для увеличения срока службы обечайки и сварных швов в конструкцию барабанов вводятся некоторые изменения и усовершенствования. Например, обечайки барабанов, установленных на конвейерах 2ЛБ120, выполняются ступенчатыми с увеличением толщины в средней части. Следующей попыткой устранения указанных недостатков стало изготовление для барабанов конвейеров типа Л100 ступиц с ребрами, соединяющими ступицу с обечайкой. Еще один вариант решения проблем высокой металлоемкости и низкой долговечности – усиление обечайки кольцевыми ребрами жесткости изнутри [3].

Как свидетельствуют практика и проведенные расчеты, этим достигается перераспределение возникающих напряжений, что приводит к некоторому увеличению долговечности элементов барабана, но служит причиной увеличения его массы, т. е. при данной технологии трудно добиться существенного снижения массы барабана. Значительно снижаются и возможности конструктивного разнообразия барабанов сварной конструкции.

Приведенный ниже анализ конструкций барабанов, которые могут быть использованы в

ленточных конвейерах большой мощности, показывает, что основные направления в совершенствовании указанных барабанов связаны не с попытками снижения их материалоемкости, а с возможностью увеличения тяговой способности, предотвращением залипания или обеспечением центрирующей способности барабанов.

В частности, значительное разнообразие получили конструктивные способы выполнения футеровок барабанов, например резиновая футеровка, которая изготавливается гладкой либо рифленой с шевронными канавками или ромбовидными ячейками. Рифленая футеровка, обеспечивая хорошее сцепление с конвейерной лентой, способствует очищению барабана от мелких частиц транспортируемой породы и их выходу в стороны по пазам вместе с влагой [4]. Экспериментально установлено, что коэффициент сцепления с лентой возрастает при увеличении твердости материала футеровок (мягкие сорта резины из-за быстрого изнашивания вообще непригодны для футерования барабанов).

Так, фирма «Тип-Топ» (Германия) для приводных барабанов изготавливает эластичные обкладочные пластины из специальной резины твердостью 62–68 по Шору. В работе приведены экспериментальные данные, полученные в институте транспортной техники (Германия), для значений коэффициентов сцепления барабанов с лентами.

Помимо использования футеровок, увеличение сил сцепления обечайки барабанов с лентой может быть достигнуто и другими средствами. Например, известны конструкции приводных барабанов мощных ленточных конвейеров, в которых лента прижимается к обечайке с помощью дополнительных роликов или бесконечной прижимной ленты [5].

Однако в связи с рядом трудно преодолительных эксплуатационных недостатков указанные средства, также как и способ увеличения сил сцепления ленты с барабаном с помощью вакуума, распространения не получили.

Известны конструкции барабанов ленточных конвейеров, в которых лента контактирует не с цилиндрической обечайкой, а с наружной поверхностью шнека или многозаходного ленточного винта [6]. Особенностью другого барабана ленточного конвейера, запатентованного в

США, является то, что к внешним сторонам витков шнеков приварены полосы, расположенные и винтовой линии шнеков.

Все приведенные, а также другие подобные конструкции барабанов имеют принципиальные недостатки, важнейший из которых – дополнительный износ ленты и поверхности барабана вследствие появления скольжения в месте контакта. По этой причине барабаны подобной конструкции применяются только на конвейерах малой мощности. Важным недостатком таких барабанов является и низкая технологичность их производства.

Известны также барабаны, в которых цилиндрическая обечайка заменена набором радиально установленных планок или лопаток, – так называемые планчатые барабаны. Так, барабан (рис. 1) снабжен 24 лопатками, наружные кромки которых контактируют с лентой. Известны и другие конструкции планчатых барабанов.

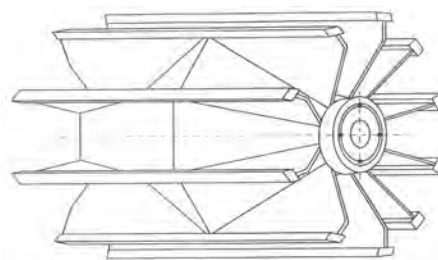


Рис. 1. Барабан планчатой конструкции

Обладая бесспорным преимуществом – возможностью самоочистки конвейерной ленты – планчатые барабаны не обеспечивают высокой плавности ее хода. Кроме того, вследствие уменьшения контактной поверхности между лентой и барабаном увеличивается удельное давление ленты на футерованные элементы планок или лопаток. Из-за больших, неравномерно распределенных во времени усилий, воспринимаемых элементами барабана, возможна потеря планками устойчивости.

Известны и другие более или менее удачные попытки обеспечить в конструкции барабана повышенное сцепление его рабочей поверхности с лентой, а также устойчивое движение последней в поперечном направлении. Однако указанные технические решения не позволяют добиться сколько-нибудь существенного сни-

жения массы барабана за счет более оптимального расположения силовых элементов.

Например, известен барабан ленточного конвейера, включающий закрепленные на валу ступицы и установленный в них многогранный каркас с расположенными на каждой его грани футерованными элементами, выполненными в виде набора пластин (рис. 2). Данная конструкция упрощает технологию армирования образующей барабана футеровкой и замену ее в случае износа. Однако этот барабан также является материалоемким, а выполнение его образующей в виде многогранника требует сложной технологии производства, особенно при больших габаритах барабана.

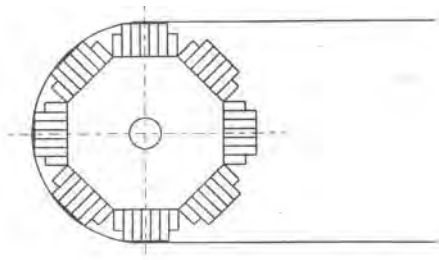


Рис. 2. Барабан ленточного конвейера

Подводя итог выполненному анализу конструкций барабанов ленточных конвейеров, можно отметить следующее:

- технические решения по совершенствованию конструкции барабанов направлены прежде всего на придание барабанам свойств, обеспечивающих надежное сцепление с лентой и устойчивый ее ход. Лишь отдельные решения имеют своей целью снижение материалоемкости барабанов;

- среди известных конструкций барабанов, которые в какой-то мере позволяют уменьшить их материалоемкость (без снижения прочности и жесткости), можно выделить:

а) барабан сварной конструкции со сплошным валом и обечайкой из толстой листовой стали, при необходимости подкрепленный кольцевыми ребрами жесткости;

б) такой же барабан, но его вал в центральной части выполнен тонким;

в) такой же барабан, но с полым валом;

- приведенные конструкции барабанов выполнены в соответствии с принципом «сосредоточение массы барабана в виде отдельных мощных силовых элементов, воспринимающих действующие на него нагрузки»;

- возможен альтернативный принцип: «распределение массы барабана в виде совокупности однотипных маломощных и легких элементов совместно и одновременно воспринимающих действующие нагрузки». К таким барабанам, условно можно отнести конструкции, изображенные на рис. 1. Однако эти барабаны имеют ряд недостатков, указанных выше. Есть основания предполагать, что барабаны подобного типа позволяют добиться снижения материалоемкости.

Этому же принципу отвечает барабан, имеющий так называемую сотовую конструкцию.

Барабан с сотовой конструкцией выполнен следующим образом (рис. 3). Барабан содержит вал 1, представляющий собой полушестигранную трубу, переходящую на концах в цилиндрические гнезда, в которых укреплены (например, с помощью сварки) полуоси 2, предназначенные для установки барабана в подшипниковых узлах и приведения его во вращение в случае, если он приводной. На концах вала смонтированы ступицы 3, к которым крепится обечайка 4, выполненная, например, из свернутого в трубку тонкого листового металла. В полости, образованной обечайкой, валом и ступицами, размещен каркас, включающий плотно прижатые друг к другу полые шестигранные тела 5, установленные вдоль вала в один или несколько рядов.

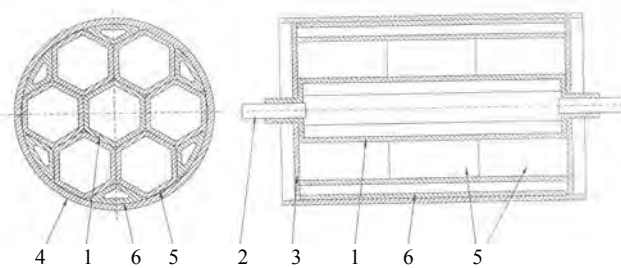


Рис. 3. Барабан ленточного конвейера сотовой конструкции

В зазоры между обечайкой и шестигранными телами при необходимости и в целях придания барабану большей округлости могут быть установлены также полые трехгранные тела 6. Для увеличения сцепления с лентой обечайка может быть армирована снаружи футеровкой.

ВЫВОДЫ

Использование сотового каркаса позволяет при сохранении прежней прочности и общей жесткости барабана снизить массу его обечайки и ступиц, а также полностью отказаться от применения каких-либо дополнительных внутренних силовых элементов (например, колец).

Снижение массы достигается и за счет использования в барабане с сотовым каркасом полого шестигранного вала.

Другим важным преимуществом барабанов с сотовым каркасом является их высокая технологичность, обусловленная тем, что производство в больших масштабах, идентичных друг другу, относительно небольших по массе и габариту полых шестигранных элементов из пластин или гнутых элементов не вызывает трудностей, а сборка барабанов различных раз-

меров значительно проще сборки существующих барабанов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спиваковский, А. О. Транспортирующие машины / А. О. Спиваковский [и др.]. – М: Машиностроение, 1968. – 109 с.
2. Андреев, В. А. Транспортные машины и комплексы подземных разработок / В. А. Андреев, В. А. Дьяков, Е. Е. Шешко. – М.: Недра, 1975. – 464 с.
3. Подопригра, Ю. А. Конструкция барабана ленточного конвейера: информ. листок / Ю. А. Подопригра, М. Л. Гулак. – Брянск: ЦНТИ, 1998. – 4 с.
4. А. с. 1490043 СССР, МКИ³ В 65 G 23/04.
5. Дьячков, В. К. Современные конструкции узлов ленточных конвейеров: обзор / В. К. Дьячков. – М.: НИИинформтяжмаш, 1978. – 48 с.
6. Диллон, Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем / Б. Диллон, Ч. Сингх. – М.: Мир, 1984. – 318 с.

Поступила 25.01.2006

УДК 621.762.8

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ SiC В АЛМАЗОСОДЕРЖАЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ ПРИ НИЗКИХ ДАВЛЕНИЯХ

Инж. ЖУК А. Е.

Белорусский национальный технический университет

Создание композиционного материала на основе алмаза и карбида кремния при низких давлениях обусловлено образованием SiC при взаимодействии жидкого кремния с углеродом, который формируется на поверхности кристаллов алмаза за счет частичной графитации алмаза при температуре 1500 °С. При этом реализуется технология реакционного спекания, что позволяет получить сверхтвердый материал «Скелетон D» с высокими физико-механическими свойствами, прежде всего твердостью по Кнуппу 50–55 ГПа, модулем упругости 600–750 ГПа, высокой износостойкостью и теплопроводностью 450–650 Вт/(м·К) [1]. Более высокие значения свойств дости-

гаются при использовании шихты, содержащей смесь алмазных кристаллов с отличающимися друг от друга размерами в несколько раз. Формирование изделия идет на ранних стадиях в присутствии удаляемой технологической связки (фенолформальдегидной смолы), что приводит к образованию пористой заготовки (пористость 30–60 об.%). Последующие термообработка заготовки в вакууме и пропитка жидким кремнием позволяют получить пронизывающие друг друга каркасы алмаза и карбида кремния.

Достоинством технологии является отсутствие процесса усадки, что исключает необходимость окончательной механической обра-