

Ищенко А. А. /д. т. н./, Голинка С. Н.
ГВУЗ Приазовский государственный технический университет

Особенности ремонта оборудования дробильно-сортировочного комплекса с помощью композитных материалов

Разработан ряд технологических решений по ремонту оборудования, эксплуатируемого в карьерах и связанного с операциями измельчения, дробления и просеивания с применением композитных материалов. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр.: 1 назв.

Ключевые слова: дробилка, подшипник, восстановление, полимерные материалы, эффективность

A number of technological solutions concerning repair of the equipment operated in open cuts and related to grinding, crushing and sifting operations, with the usage of composite materials is developed.

Keywords: crusher, bearing, recovery, polymer materials, effectiveness

В последние годы все большее применение в практике ремонта различного вида оборудования получают металлополимеры. Металлополимеры – это пластические массы с металлическим порошкообразным или волокнистым наполнителем. В качестве связующего для этих материалов используют термопластические полимеры – полиэтилен, полипропилен, полиамиды, политетрафторэтилен (фторопласт), поливинилхлорид и др., а также терморезистивные – фенолоформальдегидные, полиэфирные, эпоксидные, кремнийорганические и др. Наполнителями являются порошки, волокна, ленты, получаемые из любых металлов или сплавов, металлизированные порошки и волокна. Кроме наполнителя и полимерного связующего в состав металлополимерных композиций могут входить неметаллические минеральные и органические компоненты, стабилизаторы, пигменты и красители, пластификаторы, поверхностно активные вещества. Тип и количество указанных добавок определяется химической природой полимерного связующего.

Однако применение этих материалов ограничивалось восстановлением узлов и машин, работающих в щадящих условиях эксплуатации без ударных и вибрационных нагрузок. Иные условия сопровождают работу оборудования, эксплуатируемого в карьерах и связанного с операциями измельчения, дробления и просеивания. Как правило, оборудование для дробления гранита работает в тяжелейших условиях воздействия на основные узлы вибрационных и ударных нагрузок. Как следствие такого воздействия – преждевременный выход из строя, чаще всего, подшипниковых узлов этих машин. Разрушение подшипников, происходящее, прежде всего, из-за динамического характера их нагружения, сопровождается выходом из строя вала, на котором эти подшипники установлены, вследствие износа и деформации посадочных шеек под подшипниками. И если замена подшипников достаточно дорогостоящая операция, из-за большой стоимости подшипников, может быть выполнена в достаточно ко-

роткие сроки, то замена или восстановление вала требует полного демонтажа механизмов дробилки. При этом длительность изготовления или ремонта самого вала длиной более 3000 мм на долгое время выводит из строя весь участок этого производства, не говоря уже о высокой стоимости как самих деталей, так и монтажных работ.

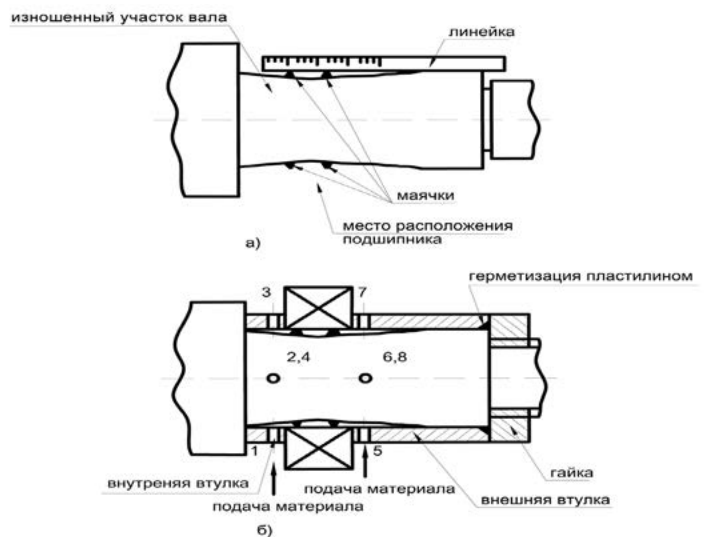


Рис. 1. Схема восстановления посадочного места вала дробилки

Проблема минимизации затрат времени и средств на такие ремонты решается путем применения металлополимеров. Приазовским государственным техническим университетом (ПГТУ) накоплен опыт решения подобных проблем на нескольких карьерах Донецкой области. В частности, на Тельмановском карьере было восстановлено посадочное место под коренным подшипником на главном валу Ø460 мм камнедробилки типа СМД-118 (рис. 1). Технология выполнения такого ремонта описана ниже. Материал, мультиметалл, который применялся в этой работе, прошел предварительные испытания на прочность, которые подтвердили воз-

возможность его использования для данного вида работ [1].

На изношенном посадочном месте с помощью электросварки были наплавлены маячки диаметром 10-15 мм и высотой 2-2,5 мм (рис. 1а). С помощью слесарной линейки, расположенной на неизношенном участке вала, была выполнена припиловка маячков до посадочного размера и пробная примерка подшипника на посадочном месте (рис. 1б) вместе с распорными втулками. В распорных втулках высверлены диаметрально расположенные отверстия для закачки полимерного материала и для его выхода, а также два контрольных отверстия в перпендикулярной плоскости для контроля заполнения внутренних пустот металлополимерным материалом. Затем выполнено обезжиривание шейки вала, внутренних поверхностей втулок и подшипника. Внутренние поверхности распорных втулок и внутреннего кольца подшипника обрабатывались антиадгезионным составом. После этого узел собирался и затягивался гайкой. Герметизация торцевых сопряженных поверхностей распорных втулок и внутренней обоймы подшипника была выполнена с помощью скотча и пластилина. С помощью шприца материал мультиметалл-сталь FL нагнетался через нижние отверстия 1 и 5. После появления мультиметалла в отверстиях 2, 4 и 6, 8, они глушились деревянными пробками. После появления мультиметалла в отверстиях 3, 7, они также глушились пробками вместе с отверстиями 1 и 5. Через 24 ч после закачки материала были проведены испытания дробилки под нагрузкой.

Подобный случай является критическим, когда подшипник разрушился, и посадочное место под подшипником было выработано. Однако часто возникает необходимость восстановить посадку с натягом по внутреннему кольцу подшипника, когда подшипник цел, но внутреннее кольцо начало проворачиваться на валу, то есть когда ситуация не дошла до критической точки – до разрушения подшипника. В этом случае успешно применяется еще один из материалов «У – клей» для металлов, не содержащий наполнителей, но модифицированный специальными добавками, придающими этому материалу чрезвычайно хорошие адгезионные свойства (табл. 1).

Прежде чем применять этот материал в ответственных ремонтных работах в лаборатории кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» (МОЗЧМ), были проведены эксперименты по изучению механических свойств этого материала. Экспериментальные исследования выполнялись на разрывной машине РМ-20. Для испытаний были изготовлены образцы из стали Ст 45 с размерами, изображенными на рис. 2.

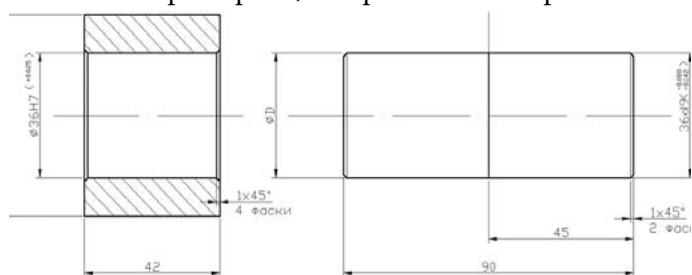


Рис. 2. Втулка с выполненной посадкой Н7 в системе отверстия и вал с различными вариантами посадки в системе вала

Таблица 1. Техническая характеристика материала «У – клей»

| | |
|--|---|
| Плотность, г/см ³ | 1,1 |
| Цвет | молочный |
| Прочность на растяжение-срез, МПа | 30 |
| Химическая стойкость | к маслам, бензину, антифризам |
| Частичная химическая стойкость | к спиртам, бензолу, воде, растворам поваренной соли |
| Время выработки (20 °С), час. | 2 |
| Время отвердевания (20 °С, 70 % прочности), час. | 24 |
| Полное отвердевание (20 °С), сут. | 7 |
| Соотношение компонентов по объему | 1:1 |

После обезжиривания сопрягаемых поверхностей втулки и вала на них наносился тонкий слой «У – клея», который предварительно прошел стадию перемешивания двух компонентов до однородного состояния. Следующий этап состоял в сборке этих деталей и запрессовке в случае посадки с натягом. Затем соединение выдерживалось в течение 3 суток при температуре 28 °С и подвергалось разборке на машине РМ-20.

Результаты испытаний, а также результаты пересчета усилия распрессовки в расчетный крутящий момент, определяемый по формуле $M_{кр} = P_{расп} D/2$, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты испытания образцов путем приложения осевого усилия на разрывной машине Р-20

| № образца | Фактический диаметр вала, мм | Усилие запрессовки образца, Н | Усилие распрессовки образца, Н, P _{расп} | Расчетный предельный крутящий момент, Н•м | Квалитет посадки по валу | Предельные отклонения по валу, мм | Квалитет посадки по отверстию, предельные отклонения, мм |
|-----------|------------------------------|-------------------------------|---|---|--------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | 36,04 | 8500 | 132000 | 2376 | 36r6 | +0,034 +0,050 | 36H7 ^{+0,025} |
| 2 | 36,04 | 7500 | 146000 | 2628 | | | |
| 3 | 36,04 | 4500 | 157000 | 2826 | | | |
| 4 | 36,01 | - | 144000 | 2592 | 36k6 | +0,018 +0,002 | |
| 5 | 36,00 | - | 146000 | 2628 | | | |
| 6 | 35,99 | - | 118000 | 2124 | 36h6 | 0 -0,013 | |
| 7 | 35,96 | - | 126000 | 2268 | | | |
| 8 | 35,92 | - | 130000 | 2340 | | | |
| 9 | 35,09 | - | 130000 | 2340 | | | |

Как видно из приведенных в табл. 2 результатов, применение полимерного материала «У-клей» позволяет получить соединение, аналогичное посадке H7/u7, практически в любом варианте характера со-

прягаемых деталей: с зазором, по переходной посадке и посадке с натягом. Поэтому предпочтительным является применение переходных посадок, обеспечивающих надежное соединение, необходимое центрирование деталей и, в то же время, не требующих применения специальных приспособлений для запрессовки. Полученные расчетные значения предельных крутящих моментов в диапазоне 2 300-2 600 Нм, позволяют сделать вывод о возможности применения клеевого соединения «вал-втулка» взамен шпоночного соединения, поскольку представленные в табл. 2 данные превышают расчетный допустимый момент шпоночного соединения с диаметром вала 36 мм и длиной шпонки 26 мм в 5 раз из условия среза, в 10 раз из условия смятия.

Полученные результаты подтверждают приведенные выше технические характеристики материала «У-клей», поскольку полученный экспериментально предел прочности на срез составляет в среднем 29 МПа для соединений без натяга.

Таким образом, применение материала «У-клей» позволяет устранить нежелательные явления, которые сопровождают применение соединений с натягом, такие как концентрация напряжений в деталях и их усталостное разрушение, исключает применение сложной оснастки для нагрева или охлаждения деталей, а также исключает коррозию в неподвижном соединении и вероятность последующего его разрушения.

Достаточно высокие показатели адгезионной прочности этого материала позволили применять этот материал при восстановлении посадок подшипников на валу путем вклеивания. Технология выполнения такой операции заключалась в следующем. В случае, когда посадка с натягом была нарушена, но зазоров между внутренним кольцом подшипника и валом еще не появилось, работа сводилась к обезжириванию участка вала и кольца подшипника, нанесению материала на вал и кольцо путем тщательного втирания и надвигания подшипника на место установки.

В случае же, когда имел место небольшой зазор (0,1-0,5 мм) между валом и кольцом подшипника, нанесение материала предваряла установка и наклеивка на валу клеем «Момент» соответствующей толщины маячков, проверка свободного надвигания подшипника на эти маячки и лишь затем обезжиривание, нанесение материала, как было описано ранее, и установка подшипника на постоянное место эксплуатации. Через 24 ч выполнялась сборка узла с последующим запуском в работу. Для ускорения полимеризации материала применялся нагрев шва с помощью фена до температуры 40-50 °С. При этом расход материала и экономическая целесообразность такого ремонта не вызывает сомнений. По описанной технологии выполнен ряд восстановительных ремонтов конструкций дробилок и виброгрохотов, которые подтвердили эффективность такого способа решения проблемы.

Еще одно направление применения металлополимеров связано с необходимостью установки футеровки на конусную дробилку и заливки полимерного

материала для заполнения зазора между футеровкой и корпусом дробилки. Для этих целей кафедрой МОЗЧМ разработан и применяется отечественный материал, стоимость которого невелика и позволяет выполнять такую заливку в достаточно большом объеме.

С помощью полимеров возможно также восстановление сит грохотов, выполненных из нержавеющей стали и предназначенных для отсева различных материалов. В случае недопустимого износа отверстий в сите разработана технология приклейки на металлическую основу с помощью полимера резинового покрытия из бывшей в употреблении транспортерной ленты с последующим прорезанием требуемых по размеру отверстий, как показано на рис 3.



Рис. 3. Восстановление рабочей поверхности сита грохота

Эксплуатация сит, восстановленных подобным способом или вновь изготовленных из листов черного металла с таким резиноканевым покрытием на грохотах доменного цеха, при отсева кокса показало экономическую целесообразность подобного ремонта, который может быть выполнен непосредственно на месте эксплуатации и не требует специальных знаний и оснастки.

Выводы

Разработанные и многократно испытанные в промышленных условиях технологии восстановления оборудования дробильно-сортировочного комплекса с помощью композитных материалов позволяют минимизировать материальные и временные затраты на ремонтные производства и при этом существенно продлить срок службы деталей, испытывающих вибрационные и динамические нагрузки.

Библиографический список

1. Ищенко А. А. Определение механических характеристик ремонтных полимерных материалов / А. А. Ищенко, В. П. Гришко, И. К. Ефимов и др. // Захист металургійних машин від поломок: Сб. науч. тр. – Мариуполь: ГВУЗ «ПГТУ», 2005. - № 8. - С. 93-98.

Поступила 12.01.2014