

5. Коротич В. И. Теоретические основы окомкования железорудных материалов / В. И. Коротич. – М.: Metallurgy, 1966. – 152 с.

6. Коротич В. И. Основы теории и технологии подготовки сырья к доменной плавке / В. И. Коротич. – М.: Metallurgy, 1978. – 208 с.

7. Савицкая Л. И. Черная металлургия. Вып. 1. Интенсификация агломерационного производства путем улучшения методов подготовки шихты / Л. И. Савицкая // Обзорная

информация. ЦНИИТЭИ черной металлургии, Серия 3, Подготовка сырых материалов к металлургическому переделу. – 1985. – № 1. – 32 с.

8. Базилевич С. В. Производство агломерата и окатышей / С. В. Базилевич, А. Г. Астахов, А. Г. Майзель. – М.: Metallurgy, 1984. – 216 с.

9. Voice E. Symposium on Siner, Special Report / Voice E., Brooks S. // The Iron and Steel. – 1955. – № 53. – P. 43-99.

Поступила 02.09.2014



УДК 669.162.21

Производство

Ищенко А. А. /д. т. н./, Голинка С. Н., Гришко В. П.
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

Ремонт транспортных лент и линзовых компенсаторов БЗУ доменных печей эластомерами холодной вулканизации

В статье приведены результаты внедрения новых технологий восстановления различного оборудования доменных и агломерационных цехов с помощью эластомеров холодной вулканизации. Применение этих современных материалов позволяет в большинстве случаев без демонтажа оборудования осуществить ввод в строй конвейерных лент и линзовых компенсаторов бесконусного загрузочного устройства доменных печей в кратчайшие сроки. Успешная эксплуатация восстанавливаемых узлов этого оборудования доказывает перспективность и экономическую целесообразность применения новых технологий ремонта, разработанных в Приазовском государственном техническом университете. Ил. 4. Табл. 1.

Ключевые слова: ремонт, транспортные ленты, доменная печь, линзовые компенсаторы БЗУ, эластомеры, холодная вулканизация

The results of implementation of new technologies of reduction of various equipment of blast-furnace and agglomerative department with the help of elastomers of cold vulcanization are given in the article. Application of these modern materials allows in most cases without removal of equipment to fulfill putting into operation of conveyer belts and lens compensators of bell-less top of blast furnaces as soon as possible. Successful operation of renewable units of this equipment proves the perceptiveness and economic efficiency of application of new repair technique developed at Pryazovsky State Technical University.

Keywords: repair, conveyer belt, blast furnace, lens compensators of bell-less top, elastomers, cold vulcanization

В последние годы возрастает интерес к новым технологиям ремонтно-восстановительных работ с применением полимерных материалов. Связано это с тем, что подобные технологии позволяют эффективно и в кратчайшие сроки ввести оборудование в эксплуатацию и это исключает необходимость длительного ремонта и остановки производственного процесса на продолжительное время. В значительной мере это относится к металлургическому оборудованию и, в частности, к восстановлению, прежде всего транспортных лент.

К двухкомпонентным эластомерам, позволяющим решать проблему ремонта транспортных лент, относятся два вида полимерных материалов. Первый – это двухкомпонентный клей (например, немецкой фирмы «Tip-Top»), который наносится тонким слоем и позволяет выполнять как стыковку лент, так и ремонт отдельных повреждений с применением заранее приготовленных латок.

Второй – это универсальные формообразующие двухкомпонентные эластомеры, которые позволяют наращивать изношенные и повреж-

денные участки самим материалом без применения латок. И в то же время могут выполнить роль клея, учитывая их повышенные адгезионные свойства (к таким материалам следует отнести эластомер «диагум» немецкой фирмы «Диамант металлопластик ГМБХ»). Приазовским государственным техническим университетом накоплен уникальный опыт применения таких эластомеров в коксохимии и металлургии.

Рассмотрим вначале процесс восстановления транспортных лент. Их повреждения в процессе эксплуатации могут иметь самый разнообразный характер. На рис. 1 представлены основные и возможные виды повреждений транспортных лент, имевшие место на одном из коксохимических производств. К ним относятся:

- Продольные порезы любой длины (как сквозные, так и несквозные);
- Сквозные пробой конвейерные лент;
- Повреждения бортов ленты;
- Поперечные порезы резиноканевых лент до 20 % ширины ленты.

Традиционная технология восстановительных работ заключается в следующем. Ремонт сквозных пробоев и порезов тканевых лент размером более 20-25 мм выполняется на транспортере в зоне минимального натяжения ленты. При помощи шаблонов первоначально проводится разметка ступеней места повреждения. Шаблоны представляют собой набор прямоугольников. Наименьший шаблон должен перекрывать поврежденное место не менее чем на $\delta = 10$ мм в поперечном направлении ленты и $a = 60-100$ мм – в продольном (см. рис. 1).

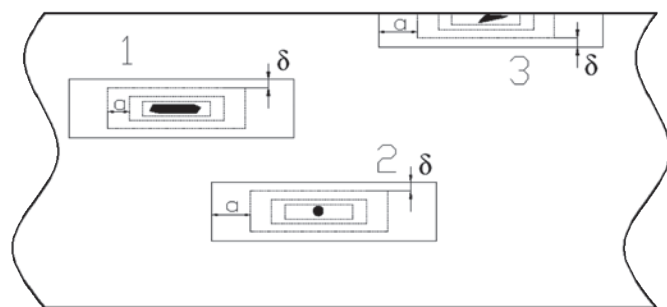


Рис. 1. Возможные виды повреждений транспортных лент:

- 1 – продольный порез; 2 – сквозной пробой;
3 – повреждение борта ленты

Затем выполняют разделку поврежденного места, отслаивая с помощью специальных клещей резиновую обкладку послойно по шаблону и образуя ступени для заплат прямоугольной формы. Затем поверхность заранее подготовленных заплат зачищается, обезжиривается и промазывается специальным клеем два раза с последующей просушкой: первый раз до полно-

го высыхания, а второй – до образования липкого слоя. После чего заплаты по одной прикладываются на место и прикатываются роликом. И так послойно по мере роста размера заплат заполняется ранее разделанная ступеньками впадина. Затем, по традиционной технологии, необходимо выполнить процесс вулканизации при $t = 145 \pm 5$ °С) и давлении 1,0 МПа с последующим охлаждением пресса до $t = 70$ °С. Такой процесс, естественно, требует остановки конвейера не менее чем на смену и, поэтому, в необходимых случаях допускается установка п-образных скоб, скрепляющих порыв. В ближайшую остановку скоба должна быть удалена и выполнена описанная выше последовательность работ.

Однако такая технология в большей степени относится к резиноканевым конвейерным лентам, а резиноканевые, в условиях непрерывного коксохимического или агломерационного производства, на которых плановая остановка на ремонт может произойти один раз в течение месяца, подобные п-образные жесткие фиксаторы постепенно разрушают основу ленты, проходя через участки перегибов, что, в конечном счете, приводит к выходу ленты из строя.

Двухкомпонентные клеи, например, клей «Тир-Тор», позволяют гораздо быстрее решить проблему восстановления работоспособности транспортера, поскольку их применение исключает операции просушки клея и вулканизации латки с последующим остыванием. Однако при этом, описанная выше технология подготовки латок и ступенчатой послойной подготовки ленты остается, и, по-прежнему, требует достаточно длительного времени. Еще один момент, который несколько ограничивает применение двухкомпонентных клеев – это их невысокая термостойкость (до 80 °С) в то время как при транспортировке, например, горячего кокса температура насыпной массы может превышать 100 °С.

В связи с этим, в Приазовском государственном техническом университете, была разработана технология дальнейшего сокращения времени на ремонт ленты и повышения термостойкости отремонтированного участка путем применения двухкомпонентных формообразующих эластомеров, которые, обладая уникальными клеящими свойствами, могут заполнять собой впадины на дефектном участке ленты. К таким материалам относится, упоминавшийся выше, материал «диагум», фирмы «Диамант металлопластик ГМБХ», со следующими техническими характеристиками (таблица).

Технические характеристики материала «диагум»

Материал	Diagum-P	Diagum FL
Весовое соотношение компонентов	100:30	100:30
Цвет смеси	черный	черный
Плотность (готовая смесь), г/ см ³	1.1	1.1
Начальная вязкость при 25 °С	тиксотропный	текучий
Время выработки, мин.		
при +20 °С	10	10
при +23 °С	5-10	5-10
Конечная твердость при 10-15 °С, суток.	8	8
Комнатная температура, суток	6	6
+40 °С, час	12	12
+60 °С, час	8	8
Твердость 80 % при комнатной температуре, час	24	24
+ 40 °С, час	10	10
+ 60 °С, час	6	6
Твердость по Шору (при комнатной температуре)		
1 день	80	75
2 день	85	78
7 день	90	85
Прочность при растяжении DIN 53455, МПа	38	40
Относительное удлинение при разрыве по DIN 53455, %	400-500	500-600
Е - модуль DIN 53455, МПа	200-350	300-350
Диапазон температур применения, °С	-40/+120	-40/+120

Таблица

Технические характеристики материала «диагум» (продолжение)

Химически устойчив к:	натуральным маслам, дизельному топливу, нефти, соли, воде, морской воде.
Относительно устойчив к	неорганическим кислотам и щелочам (концентрация 10 %), бензину.
Неустойчив к:	кетонам, эфирам, спиртам.

Применение этого материала при ремонте дефектных участков ленты на одном из коксохимических заводов позволило сократить сроки ремонта и, соответственно, простои транспортера до 1-2 часов. Восстановленные таким материалом участки ленты различного вида повреждений показаны на рис. 2.

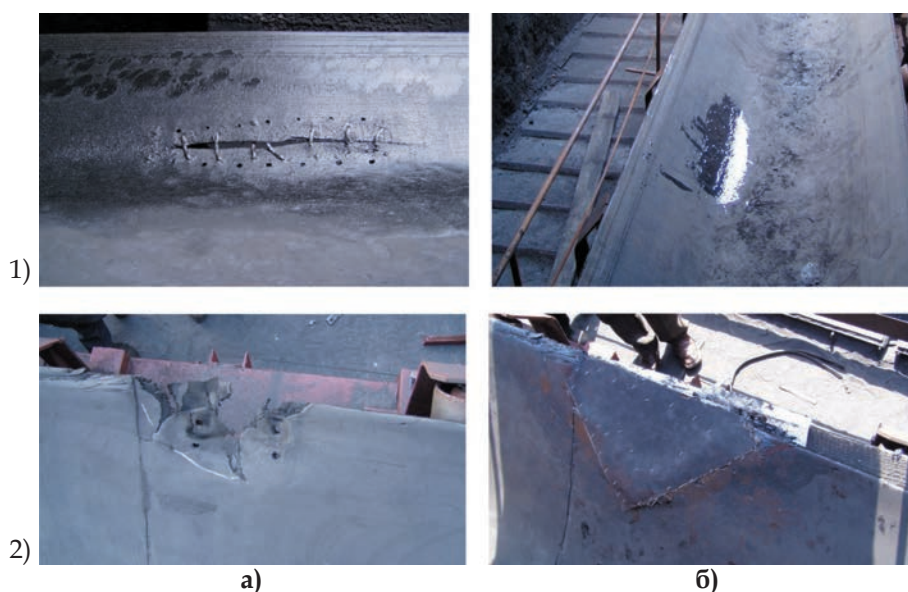


Рис. 2. Поврежденные участки транспортной ленты до (а) и после восстановления (б):

1 – продольный порез; 2 – повреждение борта ленты

Результаты эксплуатации восстановленных участков транспортерных лент доказали экономическую целесообразность и эффективность применения технологий.

Широкий спектр возможностей эластомеров холодной вулканизации позволил решить еще одну проблему, связанную с восстановлением герметичности линзовых компенсаторов бесконусного загрузочного устройства (БЗУ) доменных печей конструкции «Азовмаш».

Линзовые компенсаторы представляют собой выполненные из многослойной нержавеющей стали гофрированные цилиндрические обечайки, которые допускают осевые и угловые перемещения. В конструкции БЗУ линзовые компенсаторы применяются трех типоразмеров:

- линзовые компенсаторы Ду 400 мм, установленные на приводном валу шиберного затвора и служащие для компенсации угловых перемещений в пределах 5 мм.

- линзовые компенсаторы Ду 2000 мм, установленные между неподвижным корпусом блока шихтовых затворов, опирающегося на колонны БЗУ, и между подвижными приемными бункерами. Этот компенсатор допускает перемещения в пределах 5 мм.

- линзовый компенсатор Ду 1200 мм обеспечивает выполнение монтажа и замену узлов устройства, а также перемещение отсечной задвижки. Компенсирующая способность блока из двух линзовых компенсаторов составляет 30 мм.

Дефекты, возникающие при эксплуатации компенсаторов, условно можно подразделить на три типа:

- заломы, вызванные сдвиговыми силами и образовавшиеся при этих перегибах свищи;
- отверстия, образовавшиеся вследствие случайного касания сварочными электродами или случайного удара при монтаже;
- неплотности (непровары) по сварному шву.

Любой из этих дефектов, в случае несвоевременного устранения, приводит вследствие избыточного давления доменного газа и содержания в нем пылевидных частиц к быстрому расширению отверстия и возникновению аварийной ситуации, требующей замены компенсатора.

В тех случаях, когда необходимо было устранить множественные свищи, возникшие вследствие заломов на компенсаторе вала шиберного затвора Ду 400 мм, был использован прием создания поверх нержавеющей поверхности компенсатора сплошного слоя полимера «диагум» с применением стеклоткани, также пропитанной этим полимером. Повторение этого приема выполнялось дважды.

Учитывая, что эта работа выполнялась на действующей доменной печи, и учитывая те стесненные условия ремонта (между опорным подшипником подвешенного привода шиберного затвора и между корпусом блока шихтовых затворов расстояние составляло не более 600 мм), обеспечить герметизацию было достаточно сложно. Однако через 8 часов отремонтированный узел был запущен в работу и обеспечивал герметичность компенсатора в течение 1,5 года до выполнения капремонта печи (рис. 3).

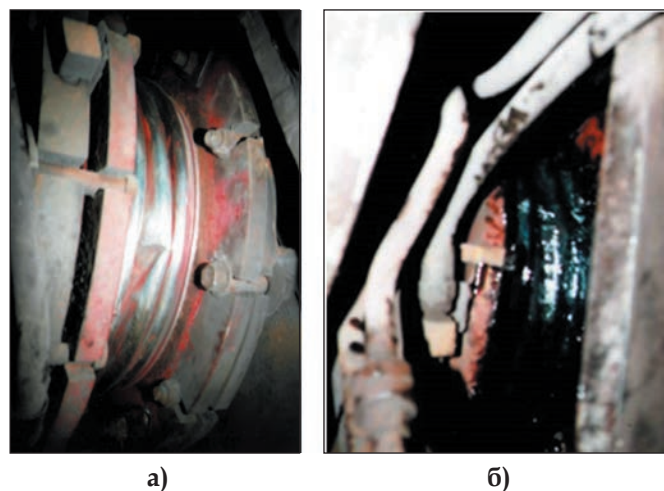


Рис. 3. Восстановление компенсатору Ду 400 мм:
а – до герметизации; б – после герметизации

Еще один ремонт, который выполнялся на действующей печи, относился к герметизации «продува» длиной 150 мм и шириной до 10 мм на компенсаторе Ду 2000 мм. В этом случае накладывалась латка на дефектную зону также с использованием материала «диагум» со стеклотканью с перекрытием дефектной зоны в 2 раза по длине и по ширине (рис. 4а). Еще один случай ремонта компенсатора относится к восстановлению герметичности сварного шва компенсатора с фланцем. В случае некачественной сварки нержавеющей тонкой оболочки со стальным фланцем неплотности шва также приводят впоследствии к «продувам». Для исключения этого явления перед установкой компенсатора на доменную печь он проверяется на герметичность путем нагнетания воздуха. Такая проверка выявила утечки воздуха в нескольких местах сварного шва, вследствие чего было принято решение выполнить герметизацию материалом «диагум» (рис. 4б). Компенсатор отработал положенный срок на доменной печи без каких-либо замечаний.

Хорошие адгезионные свойства и термостойкость полимерного материала «диагум», в сочетании с возможностью полимеризации без повышенной температуры и давления, позволяют также выполнять герметизацию разъемов и соединений, по которым происходит утечка, на-



а)



б)

Рис. 4. Восстановленные компенсаторы Ду 2000 непосредственно на доменной печи (а) и Ду 1200 в условиях проверки герметичности в механическом цехе (б)

пример, масла, вследствие вышедшего из строя уплотнения, без демонтажа и замены уплотнения. В частности в нашей практике успешно выполнена герметизация разъема между корпусом и рамой крупного судового дизеля-генератора, отремонтированы локальные повреждения кабельной оплетки, восстановлена поверхность обрезиненного вала и многое другое.

Вывод

Разработана технология применения двухкомпонентных эластомеров при ремонте обо-

рудования коксохимических и доменных цехов. Успешная эксплуатация восстановленных транспортных лент и линзовых компенсаторов доказала целесообразность применения разработанных технологических решений при возникновении аварийных ситуаций, когда традиционные методы ремонта либо малоэффективны, либо требуют больших материальных затрат.

Поступила 22.09.2014



УДК 531.8

Наука

Разумов М. С. / к. т. н./, Гладышкин А. О. / к. т. н./
Кассихин В. Н., Пыхтин А. И. / к. т. н./, Скрипкина Е. В. / к. т. н./
Юго-Западный государственный университет

Расчет на прочность моментопередающего вала с профилем на базе треугольника «Рёло»

В работе рассматривается подробный расчет полярного момента инерции для сечения в форме треугольника «Рёло». С помощью полученных зависимостей становится возможным определить с высокой точностью касательные напряжения, возникающие в профильном соединении при передаче крутящего момента. Также в статье описан программный модуль для прочностного расчета профильных валов, позволяющий произвести прочностную проверку и коррекцию габаритных параметров профильного моментопередающего соединения на базе треугольника «Рёло». Ил. 3. Библиогр.: 5 назв.

Ключевые слова: полярный момент инерции, осевой момент инерции, кручение, треугольник «Рёло», профильное соединение, касательное напряжение

Detailed calculation of polar moment of inertia for cross section of Reuleaux triangle form is considered. With the help of received dependences, it is possible to determine to a high precision concerning stress, appearing in profile connection during torque transmission. Also software module for strength prediction of profiling rolls is described. It allows to fulfill strength check and adjustment of overall parameters of profile moment transmitting connection on the base of Reuleaux triangle.

Keywords: polar moment of inertia, axial moment of inertia, twisting, Reuleaux triangle, profile connection, tangential stress

Расчет моментопередающих соединений на кручение, в основном, заключается в определении максимального касательного напряжения в

поперечном сечении. Основная расчетная формула для определения тангенциального напряжения в точке с координатой y