

УДК 69.059

А. Б. Тулинов, д.т.н., проф., **В. А. Иванов**, Российский государственный университет туризма и сервиса, г. Москва, **М. С. Островский**, д.т.н., проф., Московский государственный горный университет

E-mail: master777k@mail.ru

Восстановление гидроцилиндров производственного оборудования композиционными материалами

В статье рассматриваются вопросы, связанные с восстановлением внутренних поверхностей гидроцилиндров. Предложено для этих целей использовать антифрикционные эпоксидные компаунды, даны их характеристики и примеры применения. Описаны способы восстановления трущихся поверхностей гидроцилиндров и подчеркиваются преимущества использования композитов для повышения эксплуатационных характеристик узлов и механизмов различного оборудования.

Ключевые слова: восстановление, гидроцилиндр, эпоксидный компаунд, ремонтные технологии.

A. B. Tulinov, M. S. Ostrovskiy, V. A. Ivanov

Recovery Cylinders Manufacturing Equipment Composite Materials

The article discusses issues related to the restoration of the internal surfaces of cylinders. Proposed for this purpose use antifriction epoxy compounds, given their characteristics and applications. Describes how to restore the friction surfaces of hydraulic cylinders and highlights the advantages of composites to improve the performance of components and mechanisms of various equipment.

Keywords: recovery, cylinder, epoxy compound, repair technology.

В конструкциях разнообразных агрегатов как в производстве, так и в эксплуатации широко используются гидравлические цилиндры. Гидроцилиндр представляет собой гидравлический двигатель с поступательным движением выходного звена. Их применяют для приводов главного движения различного оборудования, в том числе и в горной промышленности. В зависимости от величины требуемых сил и скоростей движения рабочих органов применяются различные конструкции гидроцилиндров и различные способы включения их в систему. Применяемые в промышленности гидроцилиндры отличаются конструктивно друг от друга. Гидроцилиндры могут быть одностороннего действия, в которых движение выходного звена под действием рабочей среды возможно в двух противоположных направлениях; с двухсторонним

штоком; плунжерные с рабочей камерой, образованной рабочими поверхностями корпуса и плунжера и другие.

Наиболее широкое применение в станках находят гидроцилиндры двухстороннего действия с односторонним штоком. У них скорости движения вперед и назад несколько различаются. Одинаковые скорости движения в обоих направлениях при одностороннем штоке обеспечивают так называемые дифференциальные гидроцилиндры.

В процессе эксплуатации часто возникают случаи повреждения зеркала гидроцилиндра чаще всего, либо вследствие случайных механических воздействий (царапины), либо из-за попадания в рабочую жидкость агрессивных соединений разъедающих шлифованную поверхность и образующих на ней дефекты в виде каверн и изъявлений (химическое и коксохимическое производство).

Когда механические повреждения зеркала цилиндра в виде задиров, забоин, царапин охватывают большую часть рабочей поверхности происходит утечка рабочей жидкости в результате разгерметизации уплотнений и в конечном итоге это приводит к выходу из строя оборудования. Гидроцилиндры с дефектными поверхностями подлежат замене.

В последние годы разработаны и успешно применяются ремонтные композиционные материалы, обладающие антифрикционными свойствами, что позволило использовать их для восстановления дефектных гидроцилиндров. Такие материалы были разработаны как в нашей стране, так и за рубежом. Так в СССР для формования поверхностей трения разработаны компаунды на основе эпоксидиановых смол. Из всей совокупности известных отечественных компаундов наибольший интерес представляют материалы, разработанные институтом «УкрНИПластмасс» (г. Донецк) – УП-5-250 ТУ-6-05-241-08-86 (литьевой), УП-5-251 ТУ-6-05-241-440-86 (пастообразный), УП-4-280 ТУ-6-10-74-90 (запрессовочный), по своим свойствам отвечающие требованиям мировых аналогов. Эпоксидные компаунды выпускались опытным заводом УкрНИИПМ и поставлялись в виде двух компонентов: готовой смоляной части с наполнителями и отвердителя УП-0633М. Однако после распада СССР производство и поставки указанных материалов были практически прекращены, а на отечественном рынке появились композиции ряда зарубежных фирм. Особый интерес представляют ремонтные композиционные материалы фирм «Диамант» (Германия) и «Честер Молекуляр» (Польша). Технические характеристики антифрикционных композиционных материалов отечественных и зарубежных фирм представлены в таблице 1.

Таблица 1

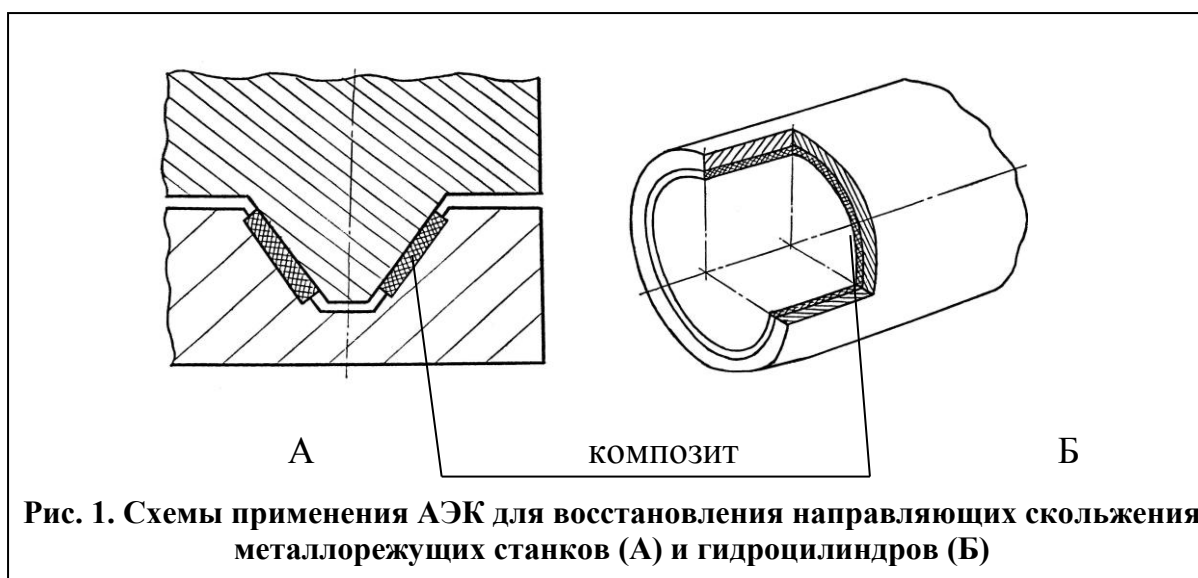
Наименование показателей	Величина показателей для компаундов				
	УП-5-250	УП-5-251	УП-4-280	«Честер Молекуляр» Металл-слайд	«Диамант» моглайс
Внешний вид	жидкий	пастообразные		жидкий	пастообразный
Жизнеспособность в массе 200г при $t=20\pm 2$ °С, мин.	65	80	60	15	60
Плотность, 10^3 кг/м ³ - смоляной части - отвердителя	1,21 0,99	3,18 0,99	2,80 0,99	1,45 0,98	1,85 1,1
Гарантийный срок хранения, мес.	12	12	12	36	18
Время затвердения при $t=20\pm 2$ °С, час	24	24	24	7	24
Отвержденные компаунды по режиму (20 ± 2 °С) – 7суток.					
Температурный коэффициент линейного расширения, К ⁻¹	$66\cdot 10^{-6}$	$31\cdot 10^{-6}$	$42\cdot 10^{-6}$	$40\cdot 10^{-6}$	$44\cdot 10^{-6}$
Линейная усадка при толщине покрытия 2мм, мкм.	30	15	16	15	21
Водопоглощение за сутки при температуре (20 ± 2 °С), %	0,2 – 0,25	0,02 – 0,07	0,07	0,07	0,07
Поглощение масла за сутки при температуре (20 ± 2 °С), %	0,1 – 0,15	0,04	0,05	0,05	0,06
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	85 - 90	92 - 100	130	142	95
Ударная вязкость, кДж/м ²	4 - 5	3,0 – 3,2	4,0	3,4	3,2 – 3,5
Модуль упругости при сжатии, $\times 10^3$ МПа	2,5 – 3,0	4,0 – 4,5	3,5	5,0	4,0
Твердость по Бринеллю	130 - 150	150 - 165	150	155	145 - 160

1	2	3	4	5	6
Прочность клеевого соединения Ст3/Ст3: - при сдвиге, МПа - при равномерном отрыве, МПа	18 – 23 30 - 35	12 – 15 30 - 35	18 35	24 30	13 – 14 19 - 25
Термостойкость, °С - временно - длительно	-40÷+120 -20÷+80	-40÷+120 -20÷+80	-40÷+120 -20÷+80	-45÷+130 -20÷+85	-40÷+125 -20÷+60

Указанные в таблице 1 антифрикционные эпоксидные компаунды (АЭК) представляют собой двухкомпонентные полимерные материалы на эпоксидно-смолистой основе для восстановления и ремонта пар скольжения (направляющих станков, подшипников скольжения, гидроцилиндров и др.). К преимуществам АЭК относятся – исключительные антифрикционные свойства, самосмазывание, виброгашение, износостойкость, пригодность для получения точных сопрягаемых поверхностей, высокая жесткость, хорошая адгезия при нанесении на металл. За рубежом они широко применяются при производстве новых станков для покрытия направляющих, а также для их ремонта и устранения локальных повреждений на любых поверхностях различных систем скольжения.

Эти материалы характеризуются химической стойкостью к воде, маслам, щелочным растворам, эмульсиям, керосину, бензину и некоторым агрессивным средам.

Особенно эффективным следует считать композиты «Металл-Слайд» польской фирмы «Честер Молекуляр», который выпускается как в жидком, так и в пастообразном состоянии. По соотношению цена – качество они выгодно отличаются от других зарубежных образцов и хорошо зарекомендовали себя в практических ремонтных работах при восстановлении гидроцилиндров и направляющих скольжения металлорежущих станков. Восстановленные поверхности представлены на рис. 1



Технология восстановления внутренней поверхности гильзы гидроцилиндра требует изготовления специальной оснастки, основным элементом которой является шаблон вала (мастер-вал), наружная поверхность которого должна быть отшлифована и иметь требуемый размер, соответствующий размеру внутренней полости цилиндра.

Одной из основных операций является подготовка технологической оснастки к покрытию. Она заключается в нанесении антиадгезионного (разделительного) состава на формообразующую поверхность мастер-вала и на все сопрягающиеся поверхности оснастки и гильзы, куда возможно проникновение АЭК. Небрежное выполнение операции нанесения разделительного состава или последующее нарушение чистоты и целостности состава на поверхности мастер-вала приводит к снижению шероховатости и задирам получаемого антифрикционного покрытия гильзы. Нарушение антиадгезионного слоя на других деталях оснастки может существенно затруднить демонтаж оснастки после полимеризации АЭК или даже разрушить эпоксидное покрытие.

Поверхность гильзы, подлежащая полимерному покрытию, должна быть тщательно очищена от загрязнения и обезжирена (ацетоном, бензином и пр.). Оснастка и гильза собираются в заданной последовательности для проведения операции запрессовки (заливки) компаунда. Смоляная часть смешивается с отвердителем непосредственно перед операцией нанесения. Время жизнеспособности полученной смеси – 40 минут. Процесс нанесения осуществляется в соответствии с выбранной схемой восстановления.

В настоящее время используются три схемы нанесения антифрикционного композита на поверхности восстанавливаемых гидроцилиндров. Первая схема обеспечивается путем формирования рабочей поверхности нагнетанием полимерного материала снизу вверх в зазор между внутренней расточенной полостью цилиндра и заранее установленным шаблоном. Предварительно производится расточка

внутренней полости гильзы на 3-4 мм на диаметр с последующим формированием с помощью металлополимерного материала рабочей поверхности в номинальный размер. На рис.2 представлена схема восстановления гидроцилиндра нагнетанием композита снизу.

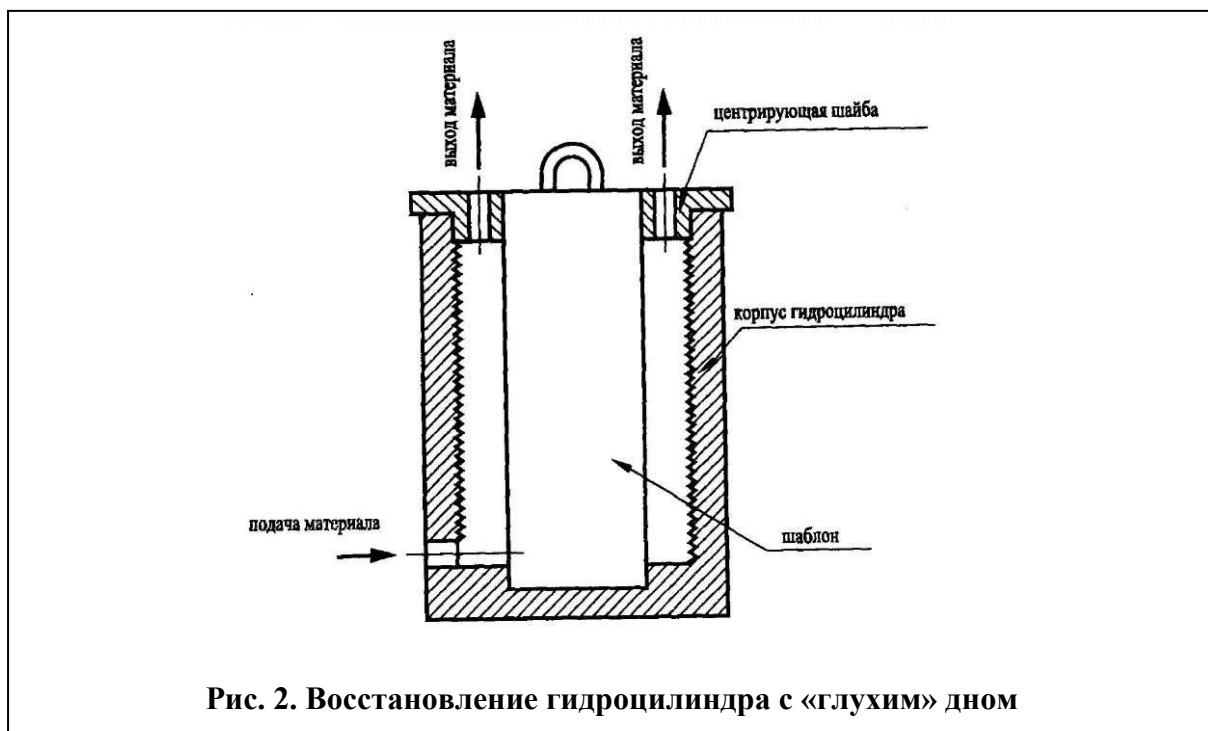


Рис. 2. Восстановление гидроцилиндра с «глухим» дном

Второй вариант восстановления цилиндра по конструкции аналогичного предыдущему предполагает, что композит заливается во внутреннюю полость гидроцилиндра до установки шаблона. А затем шаблон специальным устройством с контролем вертикального положения по индикатору опускается в цилиндр до упора в днище. При окончании этой операции полимерный материал вытесняется шаблоном вверх до выхода в контрольных отверстиях центрирующей втулки, которая устанавливается на шаблон после его опускания.

Если гидроцилиндр не имеет днища, как это было в первом случае, то шаблон необходимо устанавливать в двух центрирующих шайбах с одной и с другой стороны цилиндра. Для реализации такой схемы восстановления необходимо цилиндр установить вертикально по продольной оси (рис. 3) и выполнять нагнетание, ранее описанным способом через отверстие в нижней шайбе с контролем выхода материала в отверстиях верхней шайбы. Предпочтительным является изготовление еще одной шайбы, которая крепится к нижней центрирующей шайбе. Между ними устанавливается кольцевая прокладка, которая позволяет образовывать камеру для накопления и равномерной подачи полимерного материала по специальным отверстиям в нижней центрирующей втулке, как показано на рис. 3.

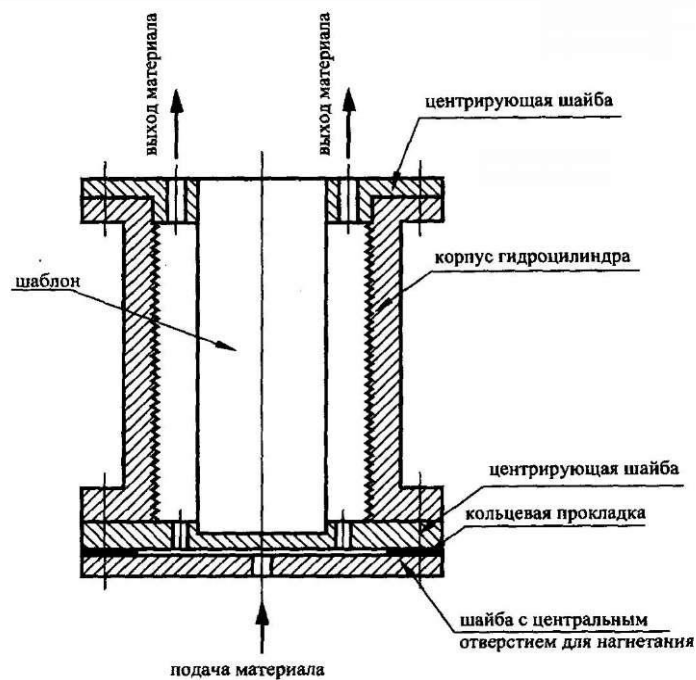


Рис. 3. Восстановление внутренней поверхности гильзы гидроцилиндра вытеснением композита

Третий вариант исключает дорогостоящую операцию по изготовлению шаблона и центрирующих шайб как дополнительной оснастки, если полимерный материал с избытком нанести на расточенную поверхность гидроцилиндра, который устанавливается на станок. Вращая гидроцилиндр в шпинделе станка на малой скорости, добиваются полимеризации материала. После этого выполняют расточку с последующей шлифовкой до номинального размера. Однако в большинстве случаев сложность заключается именно в шлифовке цилиндра, и, если применять этот способ, то, по-видимому, дешевле применить гильзование с последующей обработкой внутренней поверхности гильзы.

Локальные повреждения зеркала гидроцилиндра в виде изъязвлений, раковин и одиночных царапин восстанавливаются по той же технологии, что и дефекты литья с той лишь разницей, что такие работы выполняются полимерным материалом с антифрикционными свойствами (например, Металл-Слайд) с использованием шаблона, обработанного разделителем.

На рис. 4 представлен гидроцилиндр с восстановленной внутренней поверхностью с использованием композита «Металл-Слайд».



Рис. 4. Гидроцилиндр с восстановленной внутренней поверхностью

Антифрикционные эпоксидные компаунды (АЭК) - это возможность рационального изготовления и восстановления деталей с износостойкой, точной поверхностью трения простой и сложной формы с минимальными затратами труда.

Предлагаемая технология предназначена для формирования внутренних поверхностей цилиндров (в том числе длинномерных), получения высокоточных плоских поверхностей, компенсации погрешностей формы и размеров сопрягаемых поверхностей.

Нанесение АЭК на одну из поверхностей пары трения повышает потребительские свойства изделий:

- * повышаются антифрикционные и антискачковые свойства трущихся поверхностей;

- * увеличивается в 10-15 раз износостойкость уплотнений гидроцилиндров;

чистота внутренней поверхности цилиндра повышается на 1-2 класса по сравнению с чистотой мастер-вала при полном исключении доводочных операций (расточки и шлифования).