

УДК 67.02

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШТОКОВ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ЦИЛИНДРОВ НТТС

Хоперскова Юлия Сергеевна, студентка,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, hopersckova.yulya@yandex.ru

Аннотация. Гидроцилиндр является ключевым звеном в гидравлической системе дорожно-строительных машин. В процессе его работы могут возникать неисправности, приводящие к поломкам или уменьшению производительности системы в целом. Объектом исследования является шток гидравлического цилиндра. Предметом исследования выступают различные способы ремонта задиrow, в том числе с применением полимерных композиционных материалов. Цель проведенного исследования состоит в сравнении этих методов, выявлении их преимуществ и недостатков.

Проведен обзор традиционных технологий ремонта, таких как: метод ремонтных размеров, наплавка и напыление. Выявлено, что технология, нанесения графито-наполненного двухкомпонентного эпоксидного клея, является более эффективным технико-экономическим решением, по сравнению с вышеперечисленными способами. Применение полимерного покрытия обеспечит не только повышение уровня работоспособности отремонтированного штока, но и уровень его надежности и ремонтпригодности в течение всего жизненного цикла.

Ключевые слова: способы восстановления; методы устранения дефектов; шток; задиrow; напыление; наплавка; полимерное покрытие; эпоксидный клей.

EVALUATION OF MANUFACTURABILITY VARIOUS METHODS OF RECOVERY OF THE RODS OF HYDRAULIC CYLINDERS NCTS GTTM

Khoperskova Yuliya S., student,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, hopersckova.yulya@yandex.ru

Abstract. The hydraulic cylinder is a key link in the hydraulic system of road-building machines. In the process of its operation, malfunctions may occur, leading to breakdowns or a decrease in the performance of the system as a whole. The object of the study is the hydraulic cylinder rod. The subject of the study are various methods of repair of scoring, including the use of polymer composite materials. The purpose of the study is to compare these methods, identify their advantages and disadvantages.

The review of traditional repair technologies, such as: the method of repair dimensions, surfacing and spraying. It is revealed that the technology of applying graphite-filled two-component epoxy glue is a more effective technical and economic solution compared to the above methods. The use of polymer coating will not only improve the performance of the repaired rod, but also the level of its reliability and maintainability throughout the life cycle.

Key words: methods of restoration; methods of elimination of defects; rod; scoring; spraying; surfacing; polymer coating; epoxy glue.

Введение

Современные гидравлические системы (ГС) высокого давления и производительности увеличивают универсальность дорожно-строительных машин (ДСМ). Основным звеном любой гидросистемы является гидравлический цилиндр (ГЦ). Поэтому важно обеспечивать его работоспособность.

К наиболее распространенным причинам, приводящим к появлению неисправностей в гидроцилиндрах, относятся:

- нарушение периодичности технического обслуживания гидросистем;
- использование низкосортных гидравлических масел (зачастую смесей различных масел);
- наличие механических примесей в маслах, вследствие чего происходит засорение фильтров и жиклеров, зависание золотников и клапанов, нарушение целостности уплотнительных элементов (манжет, колец, грязесъемников) гидроцилиндров, и в итоге нарушение нормальной работы гидросистемы эксплуатируемой машины;
- нарушение параметров установки в узлах и агрегатах, т.е. такие случаи, когда в конструкции возникает эффект изгиба штока ГЦ;
- нарушение правил эксплуатации (превышение грузоподъемности, механические повреждения и т.п.) [1].

Характерными дефектами штока гидроцилиндра являются: задиры (рис. 1), трещины (рис. 2), изгиб (рис. 3), повреждение мест соединения и коррозия (рис. 4) [2].



Рис. 1. Задиры на штоке гидроцилиндра



Рис. 2. Трещина на штоке гидроцилиндра



Рис. 3. Изгиб на штоке гидроцилиндра



Рис. 4. Повреждение мест соединения и коррозия на штоке гидроцилиндра

В данной работе будут рассмотрены различные методы ремонта задиров на поверхности штока гидравлического цилиндра.

1. Способы восстановления работоспособности штоков ГЦ

Образование задиров вызывается изменением зазоров, нарушением соосности деталей механизма, использованием некачественной жидкости, вследствие чего необходимо восстанавливать изношенную поверхность.

Традиционно ремонт осуществляется методом ремонтных размеров, наплавкой или напылением. Любая из технологий начинается с проверки штока на изгиб, при его выявлении необходима правка на прессе.

1.1. Метод ремонтных размеров

Метод ремонтных размеров является простым и дешевым, но он имеет существенные недостатки: ограничения на толщину снимаемого слоя, после ремонта изменяется объем рабочей полости гидроцилиндра, происходит снижение мощности, возможно образование утечек, в связи, с чем возникает необходимость в дополнительной регулировке.

При обнаружении на штоке риск глубиной до 0,5 мм, его протачивают, шлифуют и полируют, затем проверяется качество, полученной поверхности. После чего производится сборка штока с поршнем.

1.2. Технология восстановительных работ методом наплавки

В начале задиры шлифуются до его исчезновения, затем наплавляется нужное количество слоев нового материала (рис. 5) [3], при этом необходимо, чтобы основной материал расплавился на небольшую глубину, для получения гомогенного состава. После этого поверхность штока шлифуется и полируется в размер.

Преимуществом наплавки является простота исполнения, но данный метод имеет серьезные недостатки: при наплавке металла на поврежденный участок происходит сгорание и отслоение

гальванического хрома на участке перехода к базовому покрытию, как результат, получить цельную поверхность без снятия хрома по всей поверхности невозможно. В случае полного снятия и получения ровного перехода возникает другая проблема: любой шток, который был в работе, почти всегда имеет небольшой изгиб, который не сказывается на работе всего гидроцилиндра. Но после нанесения металла и последующей шлифовки в токарном станке будут нарушены изначальные размеры диаметра изделия, и чем больше начальная деформация изделия, тем больше будут отклонения от первоначальных размеров [4].

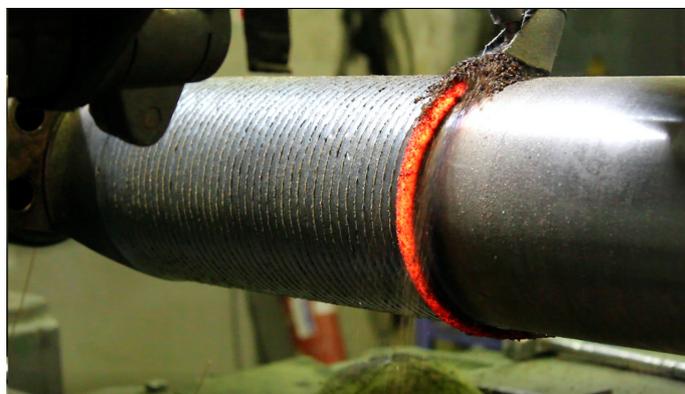


Рис. 5. Нанесение нового материала, при восстановлении наплавкой

Существует большое количество способов наплавки, применяемых в настоящее время, основное отличие которых в типе используемого наплавочного материала.

Самой простой является технология ручной дуговой наплавки покрытыми электродами, где формирование шва осуществляется за счет металла плавящегося электрода. Этот метод позволяет использовать электроды диаметром до 12 мм, в любых пространственных положениях, является простым и удобным, но имеет низкую производительность, нестабильное качество наплавленной поверхности, большое проплавление основного материала, тяжелые условия труда и требует высокой квалификации от исполнителя [5].

Наплавка вибродуговым способом является автоматической, с использованием постоянной вибрации, что облегчает зажигание дуги и делает процесс более устойчивым. В моменты соприкосновения ремонтируемой детали и проволоки электрода происходит короткое замыкание, разогревающее обе поверхности до температуры плавления. Данный способ целесообразно использовать для нанесения тонких слоев, до 2 мм [6].

Метод электрошлаковой наплавки основан на нанесении металла на рабочую поверхность и его расплавлении за счет тепла, от прохождения тока через ванну со шлаком. Он позволяет наплавлять большие слои металла, обладает высокой производительностью, и является экономичным [7].

При плазменной наплавке используется тепло от высокотемпературной дуги, полученной в специальных горелках, в которую подается порошок или проволока. Данный способ не обладает высокой производительностью, но позволяет получить качественный слой, малой толщины с большой прочностью сцепления [8].

Широко применяется дуговая наплавка под слоем флюса, обладающая универсальностью, большой производительностью, отсутствием излучения и малыми потерями электродного материала. Наплавка происходит, при совмещении движений подачи материала и передвижения вдоль накладываемого шва, расплавление флюса производится сварочной дугой. Применение флюса исключает протекание процессов окисления, так как отсутствует влияние окружающей среды, позволяет сохранять тепло в рабочей зоне и исключает разбрызгивание металла [9].

Доступным и дешевым способом является наплавка плавящимся электродом в среде защитных газов. Дуга горит между электродом и основным металлом в среде смеси аргона с кислородом или углекислым

газом, которые выступают защитной средой. Недостатком данного метода является большое количество пор и других дефектов в наплавленном слое.

Наплавка с использованием тепла газового пламени, производимого специальными горелками, практически не отличается от электродуговой наплавки, в качестве наплавочного материала используются проволоки, стержни и прутки. Данный способ позволяет получить тонкие слои покрытия, мало проплавляет основной металл, но не обеспечивает стабильного качества, обладает низкой производительностью и низким коэффициентом использования присадочных материалов.

Лазерная наплавка выполняется с помощью высококонцентрированного источника энергии. Сфокусированный луч создает на обрабатываемой поверхности сварочную ванну, в которую подается металлический порошок, при этом основной материал кратковременно расплавляется. Данный способ обладает высоким уровнем автоматизации, является особо точным, но для его использования необходимо дорогостоящего оборудования.

Электронно-лучевая наплавка, как и лазерная выполняется высококонцентрированным источником энергии, но обладает гораздо более высоким КПД (85–95% вместо 3–7%). Обрабатываемая поверхность и наносимый материал плавятся в вакууме электронным лучом, данная технология позволяет контролировать нагрев, как основного, так и присадочного материалов.

1.3. Технология восстановительных работ методом напыления

Метод напыления (рис. 6) представляет собой процесс нанесения струёй сжатого газа предварительно расплавленного металла, на специально подготовленную изношенную поверхность, восстанавливаемой детали.



Рис. 6. Газопламенное напыление металла

Существует шесть способов напыления, отличающиеся видом тепловой энергии, используемой при нанесении, из них пять применяются для восстановления поверхности деталей [10].

Газопламенная технология заключается в плавлении наносимого металла теплом от сжигания ацетилена или пропан-бутана в кислороде и распылении сжатым воздухом или продуктами сгорания углеводородного топлива со скоростью 120 м/с. Наплавляемый материал подается в виде проволоки или порошка с постоянной скоростью, и, попадая в зону горения расплавляется [11].

При электродуговом напылении расплавление производится теплом электрической дуги, горящей между двумя подводимыми проволоками, расположенными под углом друг к другу, а распыление сжатым воздухом [12].

Высокочастотное напыление отличается тем, что нагревание происходит путем подачи на проволоку токов высокой частоты [13].

При детонационном напылении расплавление происходит путем взрыва подожженной газовой смеси ацетилен-кислород. Металл подается в камеру сгорания в порошкообразном виде струей азота, а распыление происходит взрывной волной от детонации, со скоростью 800 м/с.

Плазменное напыление – способ нанесения покрытия, который основан на использовании энергии плазменной струи для нагрева и переноса металла на обрабатываемую поверхность. С помощью продувания азота через электрическую дугу и обжатия стенками медного водоохлаждаемого сопла получают плазменную струю [14].

Данные способы позволяют наносить покрытия на изделия, изготовленные практически из любого материала. Не создают дополнительную деформацию, так как не требуют нагрева поверхности изделия до высокой температуры. Размеры ремонтируемых деталей не ограничены размерами станка. Оборудование для нанесения покрытий является легким и мобильным, простым в эксплуатации и своей конструкции. Недостатками данного метода являются: ограничение по толщине напыляемого слоя, можно наносить слой толщиной в несколько миллиметров, малая эффективность нанесения покрытий на детали небольшого размера из-за низкого коэффициента использования напыляемого материала. вредные условия работы сотрудников, обслуживающих данную установку, во время предварительной обработки поверхности изделий, так как для предварительной подготовки поверхности используют пескоструйную или дробеструйную обработку с помощью кварцевого песка, корунда, стальной или чугунной дроби, это сопровождается загрязнением рабочего участка и ухудшает условия работы оператора. Так же присутствует проблема выделения дыма и аэрозолей во время напыления, процесс сопровождается образованием облака мельчайших частиц напыляемого материала, взаимодействие которых с окружающим воздухом сопровождается образованием различных соединений, что требует установки мощных вытяжных устройств, для сохранения здоровья людей [15].

1.4. Применение полимерных композиционных материалов при восстановлении детали

Для ремонта задиров на штоке ГЦ, так же применяется графитонаполненный двухкомпонентный эпоксидный клей (рис. 7) [16].



Рис. 7. Нанесение эпоксидного клея Loctite

Loctite EA 3474 является минералонаполненным, двухкомпонентным эпоксидным составом, полимеризующимся при комнатной температуре. Состав смешивается в пропорции 1:1 и имеет очень низкую усадку, высокое сопротивление износу, не ржавеет, образует самоувлажняющуюся поверхность, что позволяет снизить износ при трении скольжения движущихся частей. Так же преимуществом данного метода является простота использования, покрытие наносится с помощью входящего в комплект шпателя. Данный способ так же, как и традиционные требует предварительной подготовки поверхности, методом протравливания. Так как используемые при этом составы высокотоксичны необходимо обеспечить безопасные условия работы для оператора.

2. Сравнительный анализ рассмотренных методов восстановления работоспособности штоков ГЦ

Рассмотрев различные методы ремонта, очевидно, что каждый из них имеет свои плюсы и минусы.

Метод ремонтных размеров является простым, быстрым, с низкой себестоимостью и трудоемкостью. Так же имеются существенные недостатки: ограничение применения (не применяется при глубине задигов свыше 0,5 мм), изменение объема рабочей полости, необходимость дополнительной регулировки, снижение прочностных свойств штока, связанное со снятием слоя материала.

Наплавка имеет большое количество способов исполнения, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Преимущества и недостатки различных способов наплавки

Критерий	Способы								
	Ручная дуговая	Вибродуговая	Электрошлаковая	Плазменная	Дуговая под слоем флюса	Плавающим электродом в среде защитных газов	Газовая	Лазерная	Электронно-лучевая
Мобильность	+	+	-	+	+	+	+	-	-
Высокая производительность	-	+	+	-	+	+	-	-	+
Высокое качество	-	-	-	+	+	-	-	+	+
Ограничение на толщину наплавляемого слоя	-	+	-	+	-	-	+	+	-
Тяжелые условия труда	+	-	-	-	-	+	+	-	+
Высокая квалификация исполнителя	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Высокая стоимость оборудования	-	-	-	-	+	-	-	+	+
Высокая энергоемкость процесса	-	-	-	-	-	-	-	+	+

Согласно данным сведенным в таблице наиболее удачной технологией является дуговая наплавка под слоем флюса. Применяемое

оборудование является дорогим, но мобильным и экономичным в эксплуатации, при этом обеспечивает высокую производительность и качество наносимой поверхности. Данный способ не требует высокой квалификации работника, и условия труда не являются особо опасными.

Ремонт методом напыления целесообразно проводить, при небольшой глубине задигов, так как имеется ограничение на толщину наносимого слоя.

Плюсами данной технологии являются: возможность наносить покрытия из различных материалов, отсутствие необходимости нагревать ремонтируемую поверхность до высоких температур, простота в эксплуатации и конструкции оборудования, его мобильность и невысокая стоимость. Основной проблемой данного метода являются вредные условия труда для работников, как на этапе подготовки поверхности, так и на этапе нанесения покрытия.

Технология с применением эпоксидного состава обеспечивает высокую производительность, позволяет получать высокое качество поверхности, не имеет ограничений на толщину наносимого слоя, не требует приобретения дорогостоящего оборудования. Единственным недостатком являются тяжелые условия труда работников на этапе подготовки поверхности.

Для наглядности сравнение рассмотренных видов ремонта представлено в табл. 2.

Таблица 2

Преимущества и недостатки различных методов восстановления поверхности детали

Критерий	Методы			
	Ремонтных размеров	Наплавка	Напыление	Применение ПКМ
1	2	3	4	5
Высокая стоимость оборудования	–	+	–	–
Высокая производительность	+	+	+	+

1	2	3	4	5
Высокая стоимость расходных материалов	–	–	–	–
Высокая энергоёмкость процесса	–	–	–	–
Ограничения на толщину наносимого слоя	+	–	+	–
Высокая трудоемкость процесса	–	–	+	–
Опасные условия труда	–	–	+	+
Мобильность оборудования	–	+	+	+
Высокое качество отремонтированной поверхности	–	+	+	+

Вывод

На основании данных табл. 2, можно сделать вывод, о том, что технология нанесения графито-наполненного двухкомпонентного эпоксидного клея является самым эффективным технико-экономическим решением при устранении задира на поверхности штока гидравлического цилиндра.

Список литературы

1. Гидроцилиндры – причины выхода из строя. – URL: <http://rtikursk.ru/index.php/stati/item/45-gidro cilindry-prichiny-vyhoda-iz-stroja.html> (дата обращения: 15.01.2019).
2. Неисправности гидроцилиндров, причины и методы устранения неисправностей гидроцилиндров. – URL: <http://rembasa.ru/neispravnosti-gidro cilindrov> (дата обращения: 02.02.2019).
3. Наплавка. – URL: <http://pers-ltd.com/technology/surfacing/> (дата обращения: 07.02.2019).
4. Ремонт гидроцилиндров. Уникальная технология устранения задиров и царапин с гильз и штоков. – URL: <https://maxi-exkavator.ru/news/extra/~id%3D2908> (дата обращения: 14.02.2019).
5. Ручная дуговая сварка (наплавка) покрытыми электродами. – URL: http://pvrt.ru/regim/regim_51.htm (дата обращения: 25.02.2019).

6. Вибродуговая наплавка. – URL: <https://helpiks.org/9-39189.html> (дата обращения: 10.03.2019).
7. Электрошлаковая наплавка. Достоинства и недостатки электрошлаковой наплавки. – URL: <http://www.mtomd.info/archives/2215> (дата обращения: 10.03.2019).
8. Наплавка металла: электродом и другие. – URL: <https://weldelec.com/info/kak-pravilno-varit/naplavka/#i> (дата обращения: 10.03.2019).
9. Наплавка под слоем флюса как способ восстановления валов и плоских деталей. – URL: <http://tutmet.ru/avtomaticheskaja-dugovaja-naplavka-sloem-fljusa-oborudovanie.html> (дата обращения: 10.03.2019).
10. Восстановление деталей напылением. – URL: <https://mylektsii.ru/1-20732.html> (дата обращения: 22.03.2019).
11. Газопламенное напыление. – URL: <http://chiefengineer.ru/tehnologii-metalloobrabotki/tehnologiya-svarki/gazoplamennoe-napylenie/> (дата обращения: 22.03.2019).
12. Электродуговое напыление. – URL: <https://helpiks.org/6-31904.html> (дата обращения: 22.03.2019).
13. Высокочастотное напыление. – URL: <https://studfiles.net/preview/2069495/page:40/> (дата обращения: 25.03.2019).
14. Плазменное напыление – URL: <http://chiefengineer.ru/tehnologii-metalloobrabotki/tehnologiya-svarki/plazmennoe-napylenie/> (дата обращения: 25.03.2019).
15. Преимущества и недостатки технологии напыления. – URL: https://studbooks.net/1422943/tovarovedenie/preimuschestva_nedostatki_tehnologii_napyleniya (дата обращения: 25.03.2019).
16. Лист технической информации Loctite EA 3474. – URL: <http://www.luidor.by/TDS/Loctite%203474-RU.pdf> (дата обращения: 08.04.2019).

References

1. URL: <http://rtikursk.ru/index.php/stati/item/45-gidrocilindry-prichiny-vyhoda-iz-stroja.html>
2. URL: <http://rembasa.ru/neispravnosti-gidrocilindrov>
3. URL: <http://pers-ltd.com/technology/surfacing/>
4. URL: <https://maxi-exkavator.ru/news/extra/~id%3D2908>
5. URL: http://pvrt.ru/regim/regim_51.htm
6. URL: <https://helpiks.org/9-39189.html>
7. URL: <http://www.mtomd.info/archives/2215>
8. URL: <https://weldelec.com/info/kak-pravilno-varit/naplavka/#i>
9. URL: <http://tutmet.ru/avtomaticheskaja-dugovaja-naplavka-sloem-fljusa-oborudovanie.html>
10. URL: <https://mylektsii.ru/1-20732.html>
11. URL: <http://chiefengineer.ru/tehnologii-metalloobrabotki/tehnologiya-svarki/gazoplamennoe-napylenie/>
12. URL: <https://helpiks.org/6-31904.html>
13. URL: <https://studfiles.net/preview/2069495/page:40/>
14. URL: <http://chiefengineer.ru/tehnologii-metalloobrabotki/tehnologiya-svarki/plazmennoe-napylenie/>
15. URL: https://studbooks.net/1422943/tovarovedenie/preimuschestva_nedostatki_tehnologii_napyleniya
16. URL: <http://www.luidor.by/TDS/Loctite%203474-RU.pdf>