DOI: 10.17117/ns.2015.02.072

Поступила (Received): 27.02.2015

<http://ucom.ru/doc/ns.2015.02.072.pdf>

sdm@brstu.ru

Кобзов Д.Ю., Губанов В.Г., Корякина Д.С. О вариантах совершенствовании конструкции гидроцилиндров машин

Kobzov D.Yu., Gubanov V.G., Koryakina D.S.
Improving design options of machinery hydrocylinders

Анализ эксплуатационной гидравлических агрегатов надёжности дорожных и строительных машин показал, что в их гидроприводе максимальный процент отказов приходится на долю гидроцилиндров. Предлагаемые в статье практические рекомендации в отличие от известных рекомендаций экстенсивного характера, свойственных технологически развитым системам и направленные, на обеспечение работоспособности гидроцилиндра только посредством количественного улучшения конструктивно-технологических его характеристик (использование материалов с лучшими механическими свойствами, улучшение микрогеометрии элементов сопряжений, снижения в них зазоров и тому подобное), имеют своей целью достижение ожидаемого результата за счёт исключения собственно причин, ограничивающих работоспособность гидроцилиндра. То есть, в отличие от вышеуказанных затратных мероприятий экстенсивного характера, представленные в статье рекомендации носят интенсивный, качественный характер и направлены на модернизацию конструкции отдельных узлов или гидроцилиндра в целом, либо на улучшение условий его функционирования в течение жизненного цикла

Ключевые слова: гидроцилиндр, гидропривод, надёжность

Analysis of the operational reliability of the hydraulic units of road and construction machines showed that in their excessive maximum failure rate is accounted for by hydraulic cylinders. Practical recommendations proposed in the article unlike the known recommendations of extensive nature inherent in technologically advanced systems and aimed at ensuring efficiency of hydraulic cylinder only through quantitative improvements constructively-technological characteristics (use of materials with better mechanical properties, improvement of surface properties of items in them mating clearances and the like), are aimed at achieving expected result due to the exclusion of actual reasons for restricting the operability of the hydraulic cylinder. That is, unlike the aforementioned cost activities extensive nature, the recommendations are intense, qualitative in nature and aimed at the modernization construction of individual components or hydraulic cylinder as a whole, or to improve the conditions of its functioning during the life cycle

Key words: hydrocylinder, hydraulic system, reliability

Кобзов Дмитрий Юрьевич

Доктор технических наук, профессор
Братский государственный университет
г. Братск, ул. Макаренко, 40

Kobzov Dmitriy Yurievich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Bratsk state university
Bratsk, Makarenko st., 40

Губанов Владимир Георгиевич

Генеральный директор
Научно-технический центр «Гидротранс»
г. Санкт-Петербург, Мебельный проезд, 10 А

Gubanov Vladimir Georgievich

General director
Science and technical center «HydroTrans»
Saint-Petersburg, Mebelniy proezd, 10 A

Корякина Дарья Сергеевна

Студент

Братский государственный университет

г. Братск, ул. Макаренко, 40

Koryakina Darya Sergeevna

Student

Bratsk state university

Bratsk, Makarenko st., 40

Из существующих ныне тенденций развития отечественного и зарубежного дорожного и строительного машиностроения особо можно выделить рост единичных мощностей машин и их полную либо частичную гидрофикацию наряду с повышением качества и надёжности. Применительно к гидроцилиндрам привода рабочего оборудования дорожных и строительных машин увеличение их единичных мощностей неразрывно связано с повышением уровня давления рабочей жидкости гидросистем, увеличением скорости перемещения штока и его хода, а, следовательно, геометрических размеров гидроцилиндров, и, зачастую, интенсивности их использования во времени [1].

Негативным проявлением этого является резкое увеличение эксплуатационных нагрузок, ухудшение условий и режима функционирования и неизбежное снижение их надёжности. Не исключена вероятность создания заранее неработоспособного гидроцилиндра [1, 2].

При этом рост нагрузок, действующих на конструктивные элементы гидроцилиндров, приводит к тому, что участились случаи их отказов из-за разрушения деталей в результате потери ими прочности. Другими словами, в число основных параметров технического состояния гидроцилиндров наряду с параметрами герметичности выдвигаются параметры несущей (нагрузочной) способности [1].

Учитывая, что все физические величины объективны и имеют пределы, а борьба с их конструкционным, технологическим или эксплуатационным накоплением известными методами чрезвычайно сложна, а подчас неэффективна или экономически не оправдана, то вообще оказывается под вопросом целесообразность и сама возможность создания гидроцилиндров, в частности, повышенного типоразмера в соответствии с ГОСТ 6540-68 [1-3].

Основные практические рекомендации по повышению эксплуатационной надёжности гидроцилиндров машин большой единичной мощности справедливо связаны с внедрением в их технологический процесс технического обслуживания и ремонта эффективных методов и средств диагностирования [1-4].

К практическим рекомендациям повышения конструкционной надёжности гидроцилиндров следует отнести следующие.

В отличие от мероприятий экстенсивного характера представленные ниже носят интенсивный, качественный характер и направлены на модернизацию конструкции отдельных узлов или гидроцилиндра в целом, либо на улучшение условий его функционирования в течение жизненного цикла в рамках его несущей способности [5-7] и/или герметизирующей способности его уплотнительных узлов [8-10]:

- повышение герметизирующей способности путём обеспечения радиального смещения уплотнителя относительно штока по мере износа направляющей втулки (Рис. 1. Модернизация по А. с. СССР №1465640)

Рис. 1. Модернизация по А. с. СССР №1465640

– повышение герметизирующей способности путём обеспечения радиального и углового смещения уплотнителя относительно штока по мере износа направляющей втулки (Рис. 2. Модернизация по А. с. СССР №1682646)

Рис. 2. Модернизация по А. с. СССР №1682646

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счёт его разгрузки путём изменения эксцентриситета приложения продольного сжимающего усилия до $e=0$ или $e<0$ (Рис. 3. Модернизация по А. с. СССР №1807255)

Рис. 3. Модернизация по А. с. СССР №1807255

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счёт разгрузки его гильзы путём создания у неё предварительного напряжённого состояния (Рис. 4. Модернизация по А. с. СССР №1807255)

Рис. 4. Модернизация по А. с. СССР №1807255

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счёт разгрузки его штока путём создания у него сложного предварительного напряжённого состояния (Рис. 5. Модернизация по А. с. СССР №1807255)

Рис. 5. Модернизация по А. с. СССР №1807255

– улучшение условий функционирования гидроцилиндра за счёт снижения работы трения в его подвижных герметизируемых сопряжениях путём замены направляющих скольжения на направляющие качения (Рис. 6. Модернизация по А. с. СССР №1807256 и Патентам РФ №2212570 и №2447327)

Рис. 6. Модернизация по А. с. СССР №1807256 и Патентам РФ №2212570 и №2447327

– повышение герметизируемой способности гидроцилиндра за счёт снижения радиального зазора в уплотняемом сопряжении «поршень-гильза» путём обжатия последней (Рис. 7. Модернизация по Патенту РФ №2050479)

Рис. 7. Модернизация по Патенту РФ №2050479

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счёт его разгрузки путём снижения прогиба гидроцилиндра из-за радиального зазора в подвижном сопряжении «поршень-гильза» при обжатии последней (Рис. 8. Модернизация по Патенту РФ №2050479)

Рис. 8. Модернизация по Патенту РФ №2050479

– повышение герметизируемой способности гидроцилиндра за счёт снижения радиального зазора в уплотняемом сопряжении «шток – направляющая втулка» путём увеличения радиальной деформации штока (Рис.9. Модернизация по Патенту РФ №2072455)

Рис. 9. Модернизация по Патенту РФ №2072455

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счёт разгрузки его штока путём создания у него напряжённого состояния растяжения (Рис. 10. Модернизация по Патенту РФ №2072455)

Рис. 10. Модернизация по Патенту РФ №2072455

– улучшение условий функционирования гидроцилиндра за счёт разгрузки его штока путём обеспечения пошагового поворота последнего (Рис. 11. Модернизация по Патенту РФ №2079752)

Рис. 11. Модернизация по Патенту РФ №2079752

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счёт разгрузки его штока путём изменения его жёсткости и создания у него сложного напряжённого состояния растяжения (Рис. 12. Модернизация по Патенту РФ №2133395)

Рис. 12. Модернизация по Патенту РФ №2133395

– повышение несущей способности гидроцилиндра путём увеличения жёсткости штока изменением формы его поперечного сечения (Рис. 13. Модернизация по Патенту РФ №2181452)

Рис. 13. Модернизация по Патенту РФ №2181452

– улучшение условий функционирования гидроцилиндра за счёт его разгрузки путём замены двухзвенной длинномерной конструкции трёхзвенной короткомерной (Рис. 14. Модернизация по Патенту РФ №2272940)

Рис. 14. Модернизация по Патенту РФ №2272940

– улучшение условий функционирования, повышение герметизирующей и несущей способностей гидроцилиндра за счёт его разгрузки путём приведения гидроцилиндра в состояние устойчивости из состояния продольно-поперечного изгиба (Рис. 15. Модернизация по А. с. СССР №1386758 и Патентам РФ 2046893, №2050479, [11, 12])

Рис. 15. Модернизация по А. с. СССР №1386758 и Патентам РФ №2046893, №2050479, [11, 12]

– улучшение условий функционирования гидроцилиндра путём защиты гофрой его полостей от проникновения абразива (Рис.16. Модернизация по Патентам РФ №2447328 и №2534331)

Рис. 16. Модернизация по Патентам РФ №2447328 и №2534331

– улучшение условий функционирования и повышение несущей способности гидроцилиндра за счёт его разгрузки путём снижения работы трения в опорах (Рис. 17. Модернизация по Патентам РФ №2059766, №2208095, №2440465)

Известные технологические мероприятия, направленные на повышение конструкционной надёжности гидроцилиндров, предусматривают, прежде всего, обеспечение необходимой твёрдости рабочих поверхностей деталей, их износостойкости, точности и качества изготовления.

Рис. 17. Модернизация по Патентам РФ №2059766, №2208095, №2440465

Повышение износостойкости элементов гидроцилиндров может быть достигнуто следующими технологическими новшествами.

Кроме этого, различные виды химико-термической обработки позволяют снизить коэффициент трения в среднем в 2 раза, а противозадирную стойкость повысить в 5 ... 10 раз. Для упрочнения крупногабаритных деталей может быть рекомендована плазменная поверхностная закалка, применение которого позволяет повысить износостойкость в 2,5 ... 3,5 раза.

Высокие характеристики прочности и износостойкости даёт магнито-абразивная обработка штоков и гильз гидроцилиндров. Её применение повышает износостойкость в 5 ... 7 раз, а коррозионную стойкость в 1,5 ... 3 раза по сравнению с традиционными способами.

Лазерная обработка поверхностей позволяет повысить износостойкость пар трения в 3 ... 5 раз. Высокие эксплуатационные качества даёт покрытие внутренней поверхности гильзы гидроцилиндра полимерными плёнками. Срок службы уплотнителей поршня возрастает при этом в 5 ... 7 раз.

Применение специальных металлосодержащих покрытий и присадок, обеспечивающих при трении эффект избирательного переноса, снижает интенсивность изнашивания деталей в 8 ... 10 раз.

В заключение надо отметить, что в качестве одного из основных конструктивных и технологических мероприятий повышения надёжности и обеспечения работоспособности гидроцилиндров повышенного типоразмера является уменьшение зазоров в их подвижных герметизируемых сопряжениях «поршень – гильза» и «шток – направляющая втулка», в результате чего достигается заметное улучшение напряжённо-деформированного состояния несущих длинномерных элементов гидроцилиндра и значительное снижение, в связи с этим, действующих на него эксплуатационных нагрузок.

Список используемых источников:

1. Кобзов Д.Ю., Кулаков А.Ю., Лханаг Д. О бортовом диагностировании гидроцилиндров по параметрам несущей способности // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ. Братск. 2011. №3 (11). С. 40-45.
2. Кобзов Д.Ю., Усова С.В., Фурзанов С.Ю. О диагностическом параметре несущей способности гидроцилиндров машин // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ. 2009. №2. С. 29-32.

3. Kobzov D., Kobzova S., Lkhanag D. Hydrocylinder diagnostic pa-rameters // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ. Братск. №3. 2009. С. 21-25.
4. Кобзов Д.Ю., Ереско С.П., Трофимов А.А., Кулаков А.Ю., Жмуров В.В. Гидроцилиндры дорожных и строительных машин. Ч. 5. Братск, 2011. 119 с. ВИНТИ РАН 21.07.2011, №360-B2011.
5. Кобзов Д.Ю., Кобзов А.Ю., Лханаг Дорлигсурэнгийн. Несущая способность и ресурс гидроцилиндров машин // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ. Братск. 2009. №2. С. 24-28.
6. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О., Лханаг Д. К расчёту продольного прогиба гидроцилиндра // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Научный журнал ИрГУПС. Иркутск. 2010. №4 (28). 2010. С. 64-69.
7. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О. Прогиб гидроцилиндра в результате радиальной деформации под давлением его корпуса // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ, Братск. 2010. №4 (8). С. 22-28.
8. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О. Влияние радиального смещения основных уплотнительных узлов гидроцилиндра на его герметизирующую способность // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ. Братск. 2010. №3 (7). С. 49-54.
9. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О. Влияние состояния поверхности контртела на герметизирующую способность уплотнительных узлов гидроцилиндра // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ, Братск. 2010. №3 (7). С. 54-57.
10. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О. Влияние углового смещения длинномерных элементов уплотнительных узлов гидроцилиндра на его герметизирующую способность // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ. Братск. 2010. №4 (8). С. 19-22.
11. Кобзов Д.Ю., Черезов С.А., Жмуров В.В., Кобзова И.О. О промежуточной сенсорной опоре гидроцилиндра повышенного типоразмера // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ. Братск. 2009. №4. С. 46-53.
12. Dmitriy Kobzov, Sergey Cherezov, Dorlig Lkhanag. The hydraulic system with auxiliary touch supporting Hydrocylinder // Системы. Методы. Технологии. Научный журнал БрГУ. Братск. 2011. №2 (10). С. 50-51.

References:

1. Kobzov D.Y., Kulakov A.D. Lang On-Board diagnosis-form the cylinders in the parameters of the bearing capacity. System. Methods. Technology. The scientific journal of the Brest state University. Bratsk. 2011. №3 (11). P. 40-45.
2. Kobzov D.Y., Usov S.V., S.Y. Tursunov About diagnostic parameter of bearing capacity of machinery hydrocylinders. System. Methods. Technology. The scientific journal of the Brest state University. 2009. No. 2. P. 29-32.
3. Of the Kobzov D., Kobzova S., D. Lkhanag Hydrocylinder diagnostic pa-rameters. System. Methods. Technology. The scientific journal of the Brest state University. Bratsk. No. 3. 2009. P. 21-25.
4. Kobzov D.Y., Eresko S.P., Trofimov A.A., Kulakov A., Zhmurov Vladimir Cylinders and road construction machinery. Part 5. Bratsk, 2011. 119 p. 21.07.2011 VINITI RAS, № 360-B2011.
5. Kobzov D.Y., Kobzov A.J. Lang Delegatensis. Bearing capacity and resource of hydraulic cylinders machines. System. Methods. Technology. The scientific journal of the Brest state University. Bratsk. 2009. No. 2. P. 24-28.
6. Kobzov D.Y., Zhmurov V., Kobzov I.O., Lhang D. To the calculation of the longitudinal deflection of the hydraulic cylinder. Modern technologies. System analysis. Modeling. The scientific journal Irkutsk state University of communications. Irkutsk. 2010. №4 (28). 2010. P. 64-69.
7. Kobzov D. Y., Zhmurov V., Kobzova I.O. Acting the Deflection of the hydraulic cylinder as a result of radial deformation under pressure of its body. Systems. Methods. Technology. The scientific journal of the Brest state University, Bratsk. 2010. No. 4 (8). P. 22-28.
8. Kobzov D.Y., Zhmurov V., Kobzov I.O. the Influence of radial displacement of the main sealing units of the hydraulic cylinder on its ger-meticilous the ability. System. Methods. Technology. The scientific journal of the Brest state University. 2010. No. 3 (7). P. 49-54.
9. Kobzov D.Y., Zhmurov V.V., Kobzov O.I. The influence of the surface condition of friction on the sealing ability uplaty-tional nodes of the hydraulic cylinder. System. Methods. Technology. Scientific journal tion of the Brest state University, Bratsk. 2010. No. 3 (7). P. 54-57.
10. Kobzov D.Y., Zhmurov V., Kobzov I. O. the Influence of the angular displacement of long-length elements of the sealing units of hydrocy-eration on its sealing ability. Systems. Methods. Technology. The scientific journal of the Brest state University. Bratsk. 2010. No. 4 (8). P. 19-22.

11. Kobzov D.Y., Cherezov S.A., Zhmurov V., Kobzov I.O. Pro-interstitial touch support RAM high toporas-measure // of the System. Methods. Technology. The scientific journal of the Brest state University. Bratsk. 2009. No. 4. P. 46-53.

12. Of The Kobzov Dmitriy, Sergey Cherezov, Dorlig Lkhanag. The hydraulic system with auxiliary touch supporting Hydrocylinder. System. Methods. Technology. The scientific journal of the Brest state University. Bratsk. 2011. No. 2 (10). P. 50-51.

© 2015, Кобзов Д.Ю., Губанов В.Г., Корякина Д.С.
О вариантах совершенствования конструкции
гидроцилиндров машин

© 2015, Kobzov D.Yu., Gubanov V.G., Koryakina D.S.
Improving design options of machinery
hydrocylinders