

УДК 69.002.51.192:621.225.2

## Практические рекомендации по повышению конструкционной надежности гидроцилиндров

Д.Ю. Кобзов<sup>1\*</sup>, В.В. Жмуров<sup>1</sup>, И.О. Кобзова<sup>1</sup>, А.Ю. Кулаков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Братский государственный университет, Макаренко 40, Братск, Россия  
Статья поступила 19.12.2011, принята 15.01.2012

*Предлагаемые в статье практические рекомендации, в отличие от известных рекомендаций экстенсивного характера, свойственных технологически развитым системам и направленных на обеспечение работоспособности гидроцилиндра только посредством количественного улучшения его конструктивно-технологических характеристик (использование материалов с лучшими механическими свойствами, улучшение микрогеометрии элементов сопряжений, уменьшение в них зазоров и тому подобное), имеют своей целью достижение ожидаемого результата за счет исключения собственно причин, ограничивающих работоспособность гидроцилиндра. То есть, в отличие от вышеназванных 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, надежность.

## Practical recommendations about raise constructional reliability of the hydrocylinders

Kobzov D.<sup>1\*</sup>, Zhmurov V.<sup>1</sup>, Kobzova I.<sup>1</sup>, Kulakov A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia  
Received 19.12.2011; Accepted 15.01.2012

*Practical recommendations offered in paper unlike the known recommendations of the extensive character peculiar to technologically developed systems and directed, on security of working capacity of an actuator only by means of quantitative martempering of its is constructive-technological performances (use of materials with the best mechanical properties, martempering of microgeometry of elements of matings, lowerings in them of positive allowances and so forth), have the purpose reaching of expected result for the exclusion score actually the reasons restricting working capacity of an actuator. That is, unlike above-named затратных provisions of the extensive character, the recommendations presented in paper have intensive, qualitative character and are directed on a reengineering of separate nodes or an actuator as a whole, or on martempering of conditions of its functioning during life cycle.*

**Keywords:** hydrocylinder, hydrosystem, reliability.

Если основные практические рекомендации по повышению эксплуатационной надежности гидроцилиндров ДСМ справедливо связаны с внедрением в технологический процесс технического обслуживания и ремонта гидрофицированных ДСМ эффективных методов и средств диагностирования гидроцилиндров [1 – 3], то практические рекомендации по повышению их конструкционной надежности предполагают использование других возможностей.

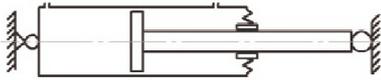
Надо отметить, что предлагаемые здесь практические рекомендации, в отличие от известных рекомендаций экстенсивного характера, свойственных технологически развитым системам и направленных, зачастую, на обеспечение работоспособности гидроцилиндра только посредством количественного улучшения его конструктивно-технологических характеристик (использование материалов с лучшими механическими свойствами, улучшение микрогеометрии элементов

сопряжений, уменьшение в них зазоров и тому подобное), имеют своей целью достижение ожидаемого результата за счет исключения собственно причин, ограничивающих работоспособность гидроцилиндра.

То есть, в отличие от вышеназванных затратных мероприятий экстенсивного характера, представленные ниже 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 в рамках несущей способности [4 – 6] и/или герметизирующей способности уплотнительных узлов [7-9] посредством совершенствования конструкции гидроцилиндра:

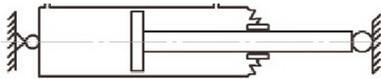
– повышение герметизирующей способности путем обеспечения радиального смещения уплотнителя относительно штока по мере износа направляющей втулки;

\* E-mail address: interdep@brstu.ru



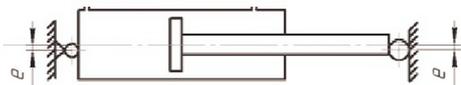
**Рис. 1.** Модернизация по А.с. СССР №1465640 [10].

– повышение герметизирующей способности путем обеспечения радиального и углового смещения уплотнителя относительно штока по мере износа направляющей втулки;



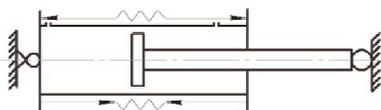
**Рис. 2.** Модернизация по А.с. СССР №1682646 [11].

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счет его разгрузки путем изменения эксцентриситета приложения продольного сжимающего усилия до  $e=0$  или  $e<0$ ;



**Рис. 3.** Модернизация по А.с. СССР №1807255 [12].

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счет разгрузки его гильзы путем создания у нее предварительного напряженного состояния;



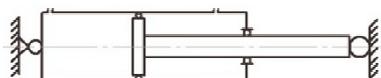
**Рис. 4.** Модернизация по А.с. СССР №1807255 [12].

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счет разгрузки его штока путем создания у него сложного предварительного напряженного состояния;



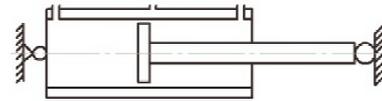
**Рис. 5.** Модернизация по А.с. СССР №1807255 [12].

– улучшение условий функционирования гидроцилиндра за счет снижения работы трения в его подвижных герметизируемых сопряжениях путем замены направляющих скольжения на направляющие качения;



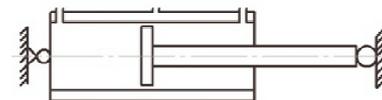
**Рис. 6.** Модернизация по А.с. СССР №1807256 [13], Патенту РФ №2212570 [14], Положительному решению от 11.10.11 по заявке №2010109585/06(013484) от 15.03.2010.

– повышение герметизирующей способности гидроцилиндра за счет снижения радиального зазора в уплотняемом сопряжении «поршень – гильза» путем обжатия последней;



**Рис. 7.** Модернизация по патенту РФ №2050479 [15].

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счет его разгрузки путем снижения прогиба гидроцилиндра из-за радиального зазора в подвижном сопряжении «поршень – гильза» при обжатии последней;



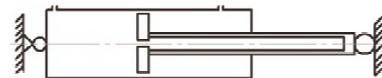
**Рис. 8.** Модернизация по патенту РФ №2050479 [15].

– повышение герметизирующей способности гидроцилиндра за счет снижения радиального зазора в уплотняемом сопряжении «шток – направляющая втулка» путем увеличения радиальной деформации штока;



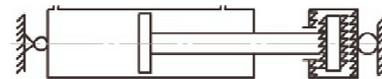
**Рис. 9.** Модернизация по патенту РФ №2072455 [16].

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счет разгрузки его штока путем создания у него напряженного состояния растяжения;



**Рис. 10.** Модернизация по патенту РФ №2072455 [16].

– улучшение условий функционирования гидроцилиндра за счет разгрузки его штока путем обеспечения пошагового поворота последнего;



**Рис. 11.** Модернизация по патенту РФ №2079752 [17].

– повышение несущей способности гидроцилиндра за счет разгрузки его штока путем изменения его жесткости и создания у него сложного напряженного состояния растяжения;

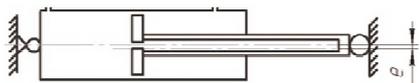


Рис. 12. Модернизация по патенту РФ №2133395 [18].

– повышение несущей способности гидроцилиндра путем увеличения жесткости штока изменением формы его поперечного сечения;

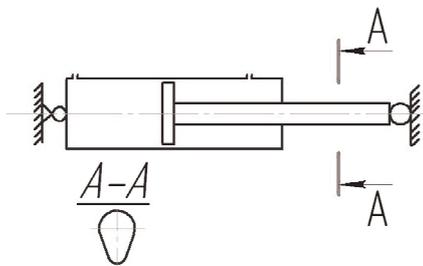


Рис. 13. Модернизация по патенту РФ №2181452 [19].

– улучшение условий функционирования гидроцилиндра за счет его разгрузки путем замены двухзвенной длинномерной конструкции трехзвенной короткомерной;

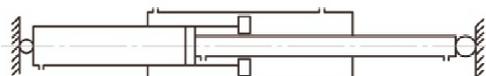


Рис. 14. Модернизация по патенту РФ №2272940 [20].

– улучшение условий функционирования и повышение герметизирующей и несущей способностей гидроцилиндра за счет его разгрузки путем приведения гидроцилиндра в состояние устойчивости из состояния продольно-поперечного изгиба [25, 26];

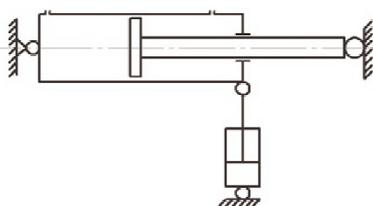


Рис. 15. Модернизация по А.с. СССР №1386758 [21] и Патентам РФ №2046893 [22], №2050479 [15].

– улучшение условий функционирования и повышение несущей способности гидроцилиндра за счет его разгрузки путем снижения работы трения в опорах;

– улучшение условий функционирования гидроцилиндра путем защиты гофрой его полостей от проникновения абразива.

Технологические мероприятия, направленные на повышение надежности гидроцилиндров, предусматривают прежде всего обеспечение необходимой твердости рабочих поверхностей деталей, их износостойкости, точности и качества изготовления.

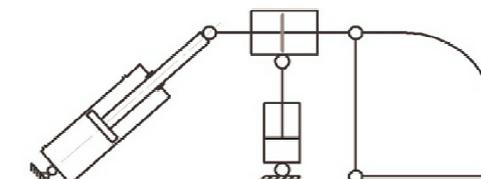
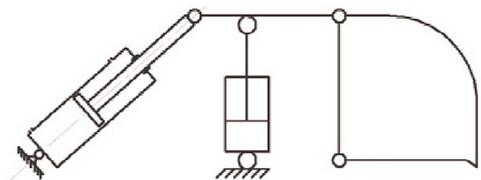
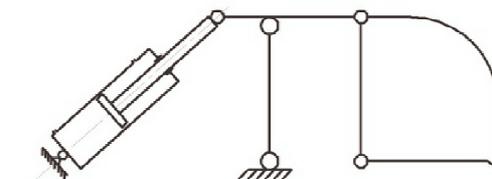


Рис. 16. Модернизация по патентам РФ №2059766 [23], №2208095 [24] и Положительному решению от 28.07.11 по заявке №2010115720/03(022293) от 20.04.2010.

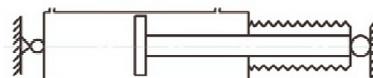


Рис. 17. Модернизация по Положительному решению от 19.10.11 по заявке №2010130584/06(043356) от 20.07.2010.

Применение различных видов химико-термической обработки позволяет снизить коэффициент трения в среднем в два раза, а противозадирную стойкость повысить в 5-10 раз. Для упрочнения крупногабаритных деталей может быть рекомендована плазменная поверхностная закалка. Применение этого метода позволяет повысить износостойкость в 2,5-3,5 раза. Высокие характеристики прочности и износостойкости дает магнитоабразивная обработка штоков и гильз гидроцилиндров. Ее 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 дает покрытие внутренней поверхности гильзы гидроцилиндра полимерными пленками. 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.

Кроме этого, в качестве одного из основных конструктивных и технологических мероприятий повышения надежности гидроцилиндров можно назвать уменьшение зазоров в подвижных соединениях до минимальных.

## Литература

1. Кобзов Д.Ю., Кулаков А.Ю., Лханаг Д. О бортовом диагностировании гидроцилиндров по параметрам несущей способности // Системы. Методы. Технологии, 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, 2009. №2. С. 29-32.
3. Kobzov D., Kobzova S., Lkhanag D. Hydrocylinder diagnostic parameters // Системы. Методы. Технологии, 2009. №3. С.21-25.
4. Кобзов Д.Ю., Кобзов А.Ю., Лханаг Дорлигсүрэнгийн. Несущая способность и ресурс гидроцилиндров машин // Системы. Методы. Технологии, 2009. №2. С. 24-28.
5. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О., Лханаг Д. К расчету продольного прогиба гидроцилиндра // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, 2010. № 4 (28). С. 64-69.
6. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О. Прогиб гидроцилиндра в результате радиальной деформации под давлением его корпуса // Системы. Методы. Технологии, 2010. № 4 (8). С. 22-28.
7. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О. Влияние радиального смещения основных уплотнительных узлов гидроцилиндра на его герметизирующую способность // Системы. Методы. Технологии, 2010. №3 (7). С. 49-54.
8. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О. Влияние состояния поверхности контртела на герметизирующую способность уплотнительных узлов гидроцилиндра // Системы. Методы. Технологии, 2010. № 3 (7). С. 54-57.
9. Кобзов Д.Ю., Жмуров В.В., Кобзова И.О. Влияние углового смещения длинномерных элементов уплотнительных узлов гидроцилиндра на его герметизирующую способность // Системы. Методы. Технологии, 2010. № 4 (8). С. 19-22.
10. Гидроцилиндр: а.с. 1465640 СССР. № 4129576/25-29; заявл. 08.10.86; опубл. 15.03.89, Бюл. № 10; приоритет от 15.11.88.
11. Гидроцилиндр: а.с. 1682646 СССР. № 4757903/289; заявл. 13.11.89; опубл. 21.07.91, Бюл. № 37; приоритет от 08.06.91.
12. Гидроцилиндр: а.с. 1807255 СССР. № 4751982/289; заявл. 23.10.89. опубл. 07.04.93, Бюл. № 13; приоритет от 10.10.92.
13. Гидроцилиндр: а.с. 1807256 СССР. № 4760296/29; завл. 20.11.89; опубл. 07.04.93, Бюл. № 13; приоритет от 10.10.92.
14. Гидроцилиндр: пат. 2212570 Рос. Федерация. № 2001131289/06 ; заявл. 19.11.01. опубл. 20.09.03, Бюл. № 26.
15. Гидросистема: пат. 2050479 Рос. Федерация. № 5026822/06; заявл. 12.02.92; опубл. 20.12.95, Бюл. 35.
16. Гидроцилиндр: пат. 2072455 Рос. Федерация. № 94006983/06; заявл. 25.02.94; опубл. 27.01.97, Бюл. № 3.
17. Гидроцилиндр: пат. 2079752 Рос. Федерация. № 94006984/06; заявл.25.02.94; опубл. 20.05.97, Бюл. № 14.
18. Шток гидроцилиндра: пат. 2133395 Рос. Федерация. № 95121842/06; заявл. 26.01.95; опубл. 20.07.99, Бюл. № 20.
19. Шток гидроцилиндра: пат. 2181452 Рос. Федерация. № 2000108897/06; заявл.10.04.00; опубл. 20.04.02, Бюл. № 11.
20. Гидроцилиндр: пат. 2272940 Рос. Федерация. № 2004116600/06; заявл. 31.05.04; опубл. 27.03.06, Бюл. № 9.
21. Гидросистема: а.с. 1386758 СССР. № 4131905/25-06; заявл. 08.10.86; опубл.07.04.87, Бюл. № 13.
22. Гидросистема: пат. 2046893 Рос. Федерация. № 5025828/03; опубл.27.10.95; заявл. 07.02.92, Бюл. № 30.
23. Гидрофицированный привод поворота ковша землеройной машины: пат. 2059766 Рос. Федерация. № 5042343/03; заявл 18.05.92; опубл. 10.05.96, Бюл. № 13.
24. Гидрофицированный привод поворота ковша одноковшовой машины: пат. 2208095 Рос. Федерация. № 2001131290/03; заявл.19.11.01; опубл. 10.07.03, Бюл. № 19.
25. Кобзов Д.Ю., Черезов С.А., Жмуров В.В., Кобзова И.О. О промежуточной сенсорной опоре гидроцилиндра повышенного типа-размера // Системы. Методы. Технологии, 2009. №4. С. 46-53.
26. Dmitry Kobzov, Sergey Cherezov, Dorlig Lkhanag. The hydraulic system with auxiliary touch supporting hydrocylinder // Системы. Методы. Технологии, 2011. №2 (10). С. 50-51.

## References

1. Kobzov D. Yu., Kulakov A. Yu., Lkhanag D. On the hydrocylinders on
2. Kobzov D. Yu., Usova S. V., Furzanov S. Yu. On the diagnostic variable of the hydrocylinders load
3. Kobzov D., Kobzova S., Lkhanag D. Hydrocylinder diagnostic parameters // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2009. №3. S.21
4. Kobzov D. Yu., Kobzov A. Yu., Lkhanag Dorligsurengiyn. Load
5. Kobzov D. Yu., Zhmurov V. V., Kobzova I. O., Lkhanag D. On the calculation of a hydrocylinder buckling // Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyy analiz. Modelirovaniye. 2010. № 4 (28). S. 64
6. Kobzov D. Yu., Zhmurov V. V., Kobzova I. O. Hydrocylinder buckling as a result of radial deformation under its case pressure // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2010. № 4 (8). S. 22
7. Kobzov D. Yu., Zhmurov V. V., Kobzova I. O. Influence of the radial displacement of hydrocylinder packing units on its sealing property // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2010. № 3 (7). S. 49
8. Kobzov D. Yu., Zhmurov V. V., Kobzova I. O. Influence of the counterbody surface condition on the sealing property of hydrocylinder packing units // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2010. № 3 (7). S. 54
9. Kobzov D. Yu., Zhmurov V. V., Kobzova I. O. Influence of the angular displacement of long
10. Hydrocylinder: a.s. 1465640 SSSR. № 4129576/25-29
11. Hydrocylinder: a.s. 1682646 SSSR. № 4757903/289
12. Hydrocylinder: a.s. 1807255 SSSR. № 4751982/289
13. Hydrocylinder: a.s. 1807256 SSSR. № 4760296/29
14. Hydrocylinder: pat. 2212570 Ros. Federatsiya. № 2001131289/06
15. Hydraulic system: pat. 2050479 Ros. Federatsiya. № 5026822/06
16. Hydrocylinder: pat. 2072455 Ros. Federatsiya. № 94006983/06
17. Hydrocylinder: pat. 2079752 Ros. Federatsiya. № 94006984/06
18. Hydrocylinder shaft: pat. 2133395 Ros. Federatsiya. № 95121842/06
19. Hydrocylinder shaft: pat. 2181452 Ros. Federatsiya. № 2000108897/06
20. Hydrocylinder: pat. 2272940 Ros. Federatsiya. № 2004116600/06
21. Hydraulic system: a.s. 1386758 SSSR. № 4131905/25-06
22. Hydraulic system: pat. 2046893 Ros. Federatsiya. № 5025828/03
23. Hydraulic-assisted drive of a single-bucket machine rotation gear: pat. 2059766 Ros. Federatsiya. № 5042343/03
24. Hydraulic-assisted drive of a single-bucket machine rotation gear: pat. 2208095 Ros. Federatsiya. № 2001131290/03
25. Kobzov D. Yu., Cherezov S. A., Zhmurov V. V., Kobzova I. O. On the intermediate sensor bearing of an enlarged dimension type hydrocylinder // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2009. № 4. S. 46
26. Dmitry Kobzov, Sergey Cherezov, Dorlig Lkhanag. The hydraulic system with auxiliary touch supporting hydrocylinder // Sistemy. Metody. Tekhnologii. 2011. №2 (10). S. 50