

## СПОСОБЫ ДОСТИЖЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ГИДРОЦИЛИНДРОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

© 2010 Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, А.Ю. Алтухов Д.Ю. Лунин

Курский государственный технический университет

Поступила в редакцию 30.03.2010

В статье описывается обеспечение стабильного качества обработки поверхностей внутренних канавок втулок гидроцилиндров без изменения конструкции деталей гидроцилиндров.

Ключевые слова: *гидроцилиндры, буровые установки, надежность*

В ходе эксплуатации гидроцилиндров буровых установок, выпуск которых производится на ОАО «Геомаш» (г. Щигры, Курской обл.), возникла проблема обеспечения надежности работы гидроцилиндров высокого давления, а именно, герметичности соединений вследствие повышения рабочего давления. Гидроцилиндры применяются в буровых установках различных типов. Установки работают как в средней полосе, так и в экстремальных условиях крайнего севера и песчаных пустынь. При проведении буровых работ возникла потребность увеличения глубины бурения. При этом неизбежно поднимается давление в гидравлических цилиндрах буровых установок, что приводит к снижению герметичности соединений и срывам проведения буровых работ. Таким образом, появилась необходимость проанализировать причины возникновения утечек рабочей жидкости и разработать ряд рекомендаций по их устранению.

В результате испытаний было установлено, что утечки возникают в местах сопряжения штока гидроцилиндра и направляющей втулки, что и привело к необходимости разработки мероприятий по повышению герметичности данного соединения. В связи с этим на кафедре «Машиностроительные технологии и оборудование» КурскГТУ был разработан ряд мер, включающих разработку новых технологических процессов изготовления втулок; применение композитных материалов в качестве материала заготовки; применение новых типов уплотнительных колец.

На ОАО «Геомаш» была поставлена задача предложить мероприятия по устранению утечек,

включающих разработку новых технологических процессов изготовления втулок; применение композитных материалов в качестве материала заготовки; применение новых типов уплотнительных колец.

На ОАО «Геомаш» была поставлена задача предложить мероприятия по устранению утечек, не изменяя конструкцию деталей гидроцилиндров. Поэтому в статье приводятся только предложения по обеспечению стабильного качества обработки поверхностей внутренних канавок втулок гидроцилиндров. Трение и износ уплотнительного узла в значительной степени зависит от шероховатости поверхностей деталей, по которым скользят уплотнительные элементы. Увеличение высоты микронеровностей уплотняемой поверхности сопровождается ростом сил трения, причем с повышением давления эта зависимость проявляется более резко. Кроме того, силы трения зависят от формы и однородности микрорельефа. Увеличение радиусов закруглений вершин микронеровностей значительно уменьшает силы трения и износ уплотнений. Для соединений со знакопеременным давлением жидкости поверхности канавки и в особенности ее дно должны обрабатываться по требованиям, предъявляемым к подвижным соединениям, т.е. с шероховатостью  $R_a=1,25$  мкм, что вызывает определенные трудности в обеспечении этого требования при обработке канавок лезвийным инструментом. Применение для окончательной доводки поверхностей канавок абразивной обработки, как показывает опыт, нежелательно, так как абразив внедряется в микропоры поверхностей и служит впоследствии причиной износа уплотнений.

Герметичность соединений определяет их способность удерживать утечку газа или жидкости [1]. Из закона Дарси для фильтрационного потока утечка, характеризующая герметичность, может быть определена по формуле:

$$Q_{\Sigma} = \frac{\pi D \Delta p H k''}{\mu l}, \quad (1)$$

*Кудряшов Евгений Алексеевич, доктор технических наук, профессор, первый проректор. E-mail: mtio@kurskstu.ru*  
*Яцун Елена Ивановна, кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Машиностроительные технологии и оборудование».*

*Павлов Евгений Васильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Управления качеством, метрологии и сертификации».*

*Алтухов Александр, аспирант*  
*Луinin Дмитрий, аспирант*

где  $\mu'$  – динамический коэффициент вязкости уплотняемой среды;  $l$  и  $D$  – размеры соединения, мм;  $\Delta p$  – перепад давления, МПа;  $H$  – толщина

пористого слоя под нагрузкой, мм;  $k''$  – коэффициент проницаемости.

$$Q_{\Sigma} = 0,0066 \frac{D \Delta p U \{ 0,5 [(H_{\max 1} + H_{\max 2}) + (W_{z1} + W_{z2}) + 6(R_{a1} + R_{a2})] - y_{ck} \}}{\mu' l}, \quad (2)$$

где  $U$  – константа Кармана;  $y_{ck}$  – контактное сближение деталей при скольжении;  $R_a$  – среднее арифметическое отклонение профиля, мкм;  $W_z$  – параметр волнистости, мкм;  $H_{\max}$  – максимальное макроотклонение, мкм.

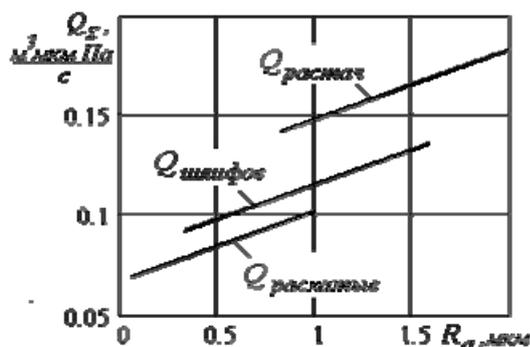
Анализ полученной формулы показывает, что герметичность соединений наряду с геометрией

уплотнения, физико-механическими свойствами его материала и факторами внешнего воздействия также зависит от состояния контактирующих поверхностей: параметров шероховатости  $R_a$ , волнистости  $W_z$  и макроотклонения  $H_{\max}$  [табл. 1, 2].

**Таблица 1.** Возможности методов обработки поверхностей вращения в обеспечении качества обработанной поверхности

Метод обработки	Параметры состояния поверхностного слоя					
	обработка наружных поверхностей вращения			обработка внутренних поверхностей вращения		
	$R_a$ , мкм	$W_z$ , мкм	$H_{\max}$ , мкм	$R_a$ , мкм	$W_z$ , мкм	$H_{\max}$ , мкм
точение	0,8-2,5	1,6-4,0	40-100	0,8-2,0	2,5-6,25	20-80
шлифование	0,2-1,25	0,5-4,0	10-40	0,32-1,60	1,25-6,25	10-40
раскатывание	0,05-1,0	0,4-2,5	6-40	0,05-0,32	1,6-5,0	5-40

Графики зависимости герметичности соединения, характеризуемой утечкой  $Q_{\Sigma}$ , от шероховатости  $R_a$  при различных методах обработки внутренних поверхностей вращения представлены на рис. 1.



**Рис. 1.** Графики зависимости утечки  $Q_{\Sigma}$  от шероховатости поверхности  $R_a$  при различных методах обработки внутренних поверхностей

Количественная оценка повышения герметичности соединений при различных методах обработки может быть осуществлена на основании следующего коэффициента:

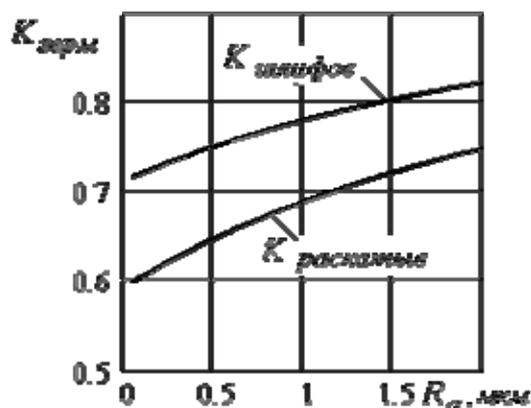
$$K_{герм} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{Q_{\Sigma 2}}, \quad (3)$$

где  $Q_{\Sigma 1}$  и  $Q_{\Sigma 2}$  – значения утечки для двух сравниваемых методов обработки.

Графики зависимости коэффициента снижения утечки  $K_{герм}$  от шероховатости  $R_a$  при различных методах обработки – шлифовании и

раскатывании в сравнении с растачиванием представлены на рис. 2.

Таким образом, на основе сравнительного анализа возможностей различных методов обработки по обеспечению износостойкости и герметичности деталей типа тела вращения установлено, что износостойкость может быть повышена в 2-5 раз, а герметичность в 1,3-1,7 раза.



**Рис. 2.** Графики зависимости коэффициента снижения утечки  $K_{герм}$  от шероховатости поверхности  $R_a$

Все факторы, обуславливающие шероховатость обработанной поверхности резанием, можно объединить в 3 основные группы: причины, связанные с геометрией процесса резания; пластической и упругой деформациями обрабатываемого материала; возникновением вибраций режущего инструмента [3]. Подбор резца с

СМП для обработки канавок проведен по каталогу представительства Mitsubishi в России [4]. Предложено производить расточку всех типов канавок специальным расточным канавочным резцом фирмы Mitsubishi, с обозначением: FCDG4132L4M, пластина DGM40CT шириной 4 мм, материал BK8.

Чистовая расточка канавок во избежание образования ступенек (рис. 3, а) осуществляется по схеме (см. рис.3, б) с использованием продольной подачи для зачистки дна канавки. При этом в процессе резания участвуют главная и вспомогательные режущие кромки резца.

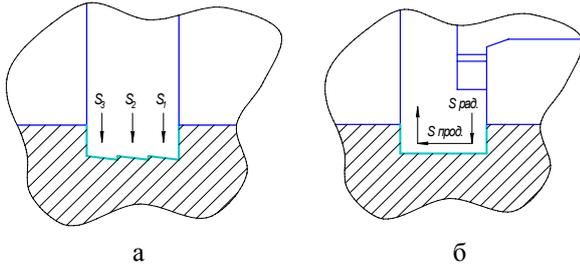


Рис. 3. Дно канавки: а – при обработке с поперечной подачей; б – при обработке с продольной подачей

Результаты промышленных испытаний показали, что добиться **стабильной** шероховатости поверхности дна канавок под уплотнения обработкой резанием не удалось. Разброс шероховатости составил  $R_a=0,68-2,8$  мкм из-за влияния нестабильности структуры обрабатываемого материала. Предложено провести обработку методами поверхностного пластического деформирования (ППД) – раскатывание. Произведен расчет на жёсткость демпфирующей части раскатника (рис. 4).

По результатам работы проведены промышленные испытания обработки канавок раскатыванием с предложенными режимами обработки, в результате которых метод обработки канавок раскатыванием признан обеспечивающим

стабильность качества поверхности по параметру шероховатости и был внедрен в производство.

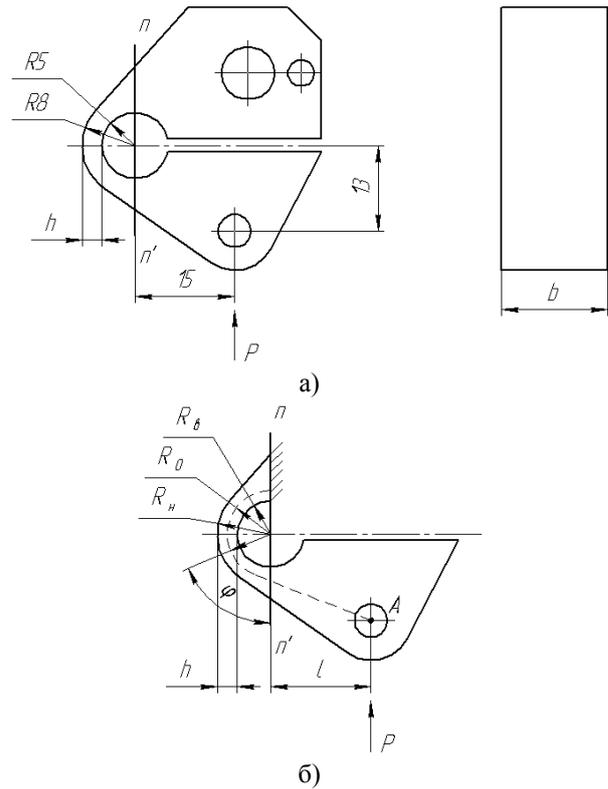


Рис. 4. Демпфирующая головка раскатника (а) и схема нагружения (б)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Башта, Т.М. Машиностроительная гидравлика. Справочное пособие. – М.: Машиностроение, 1971. – 672 с.
2. Сулов, А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. – М.: Машиностроение, 2000. – 300 с.
3. Маталин, А.А. Технология машиностроения. – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
4. Каталог Mitsubishi Carbide (Metal cutting carbide tools) 2002-2003.

WAYS OF ACHIEVEMENT THE RELIABILITY OF HIGH PRESSURE HYDROCYLINDERS FOR DRILLING UNITS WORK

© 2010 E.A. Kudryashov, E.I. Yatsun, E.V. Pavlov, A.Yu. Altukhov, D.Yu. Lunin  
Kursk State Technical University

In article maintenance of stable quality of processing the surfaces of internal flutes in plugs of hydrocylinders without change of construction of hydrocylinders details is described.

Key words: hydrocylinders, drilling units, reliability

Evgeniy Kudryashov, Doctor of Technical Sciences, Professor, First Prorector. E-mail: mtio@kursktu.ru  
Elena Yatsun, Candidate of Technical Sciences, Head of the "Machine Building Technologies And Equipment" Department  
Evgeniy Pavlov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the "Quality Management, Metrology and Certification" Department  
Alexander Altukhov, Post-graduate Student  
Dmitriy Lunin, Post-graduate Student