

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛОВЫХ ГИДРОЦИЛИНДРОВ, ТРУБОПРОВОДОВ, ГИДРОПРИВОДОВ КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОГО И ГОРНОРУДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕГУЛИРУЕМЫХ ЩЕЛЕВЫХ ВТУЛОК

Абрамова Л. Н.

Рассмотрены общие и специальные требования на изготовление элементов гидросистем кузнечно-прессового и горнорудного оборудования, в том числе в быстродействующем гидроупругом приводе машин. В гидросистемах таких машин, их гидроцилиндрах и направляющих, весьма эффективно могут использоваться специально разработанные регулируемые щелевые втулки. Особое внимание уделено специальным технологическим приемам, которые повышают поперечную (радиальную) жесткость машин и их механизмов с применением регулируемых втулок с клиновой поверхностью, сопряженной с ответной клиновой поверхностью. Уделено внимание правильному выбору материалов сопрягаемых деталей, шероховатости поверхностей деталей, требования к форме и расположению поверхностей. Рассмотрены требования, предъявляемые при изготовлении трубопроводов: на их очистку и контроль качества после очистки; на технические условия гибки стальных труб с минимальным радиусом изгиба и на монтаж трубопроводов.

Розглянуті загальні і спеціальні вимоги на виготовлення елементів гідросистем ковально-пресового і гірничорудного обладнання, у тому числі в швидкодіючому гідропружнотому приводі машин. У гідросистемах таких машин, в їх гідроциліндрах і направляючих, величезно ефективно можуть використовуватися спеціально розроблені регульовані щілинні втулки. Особлива увага приділена спеціальним технологічним прийомам, які підвищують поперечну (радіальну) жорсткість машин і їх механізмів з застосуванням регульованих втулок з клинвою поверхнею, зв'язаною з клинвою поверхнею у відповідь. Придільена увага правильному вибору матеріалів деталей, що сполучаються, шорсткості поверхонь деталей, вимоги до форми і розташування поверхонь. Розглянути вимоги, що пред'являються при виготовленні трубопроводів: на їх очищення і контроль якості після очищення; на технічні умови гнуття сталевих труб з мінімальним радіусом вигину і на монтаж трубопроводів.

In the article general and special requirements are considered on making of elements of hydraulic forging and mining equipment, including in the fast-acting hydro elastic drive of machines. In hydraulic systems of such machines in their cylinders and guides can be used very effectively specially designed adjustable slotted sleeve. The special attention is spared the special technological receptions which promote transversal (radial) inflexibility of machines and their mechanisms with the use of the managed hobs with a wedge surface attended with a return wedge surface. Attention the correct choice of materials of the attended details, roughness of surfaces of details, requirement to the form and location of surfaces is spared. Requirements are considered in making of pipelines: on their cleaning and control of quality after cleaning; on its flexible steel pipes with the minimum radius of bend and on editing of pipelines.

Абрамова Л. Н.

канд. техн. наук, доц. каф. ОПМ ДГМА
okmm@dgma.donetsk.ua

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

УДК 621.62-762

Абрамова Л. Н.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛОВЫХ ГИДРОЦИЛИНДРОВ, ТРУБОПРОВОДОВ, ГИДРОПРИВОДОВ КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОГО И ГОРНОРУДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕГУЛИРУЕМЫХ ЩЕЛЕВЫХ ВТУЛОК

В гидравлических приводах кузнечно-прессового, горнорудного оборудования (КП и ГРО), в том числе и в быстродействующем гидроупругом приводе (ГУП), также в других машинах с гидроприводом могут с достаточной эффективностью применяться разработанные регулируемые щелевые втулки [1–2].

Такие регулируемые втулки устанавливаются в силовых гидроцилиндрах, цилиндрических направляющих и других подобных узлах КП и ГРО, при этом следует учитывать как сложившиеся требования к изготовлению элементов деталей гидропривода, так и особые требования к подобным деталям.

Целью данной работы является определение особенностей изготовления силовых гидроцилиндров, трубопроводов и другого гидрооборудования в машинах, где применяются регулируемые щелевые втулки.

Особое внимание уделено повышению поперечной (радиальной) жесткости регулируемых втулок. Повышение поперечной (радиальной) жесткости регулируемых втулок возможно применением втулок с клиновой поверхностью сопряженной с ответной клиновой поверхностью, опертой на жесткую деталь, например, корпус, в котором может двигаться с зазором цилиндрическая деталь машины. Конструктивные схемы клиновых регулируемых втулок представлены в технической литературе [1]. Возможны и другие исполнения сопряжений, которые обеспечивают регулирование зазоров в цилиндрических деталях кузнечно-прессовых, горнорудных и других машинах. Новые такие сопряжения [1] имеют одну особенность: они должны сопрягаться по коническому соединению, к которому предъявляются высокие требования по точности прилегания поверхностей.

В Донбасской государственной машиностроительной академии (ДГМА) разработана методика, которая обеспечивает идентичность конических поверхностей, нарезаемых на наружном и внутреннем поверхностях (конусах) сопрягаемых втулок.

Суть методики состоит в том, что наружный и внутренний конуса выполняются на токарном станке проходными резцами, которые устанавливаются на резьбовой каретке суппорта токарного станка с разворотом каретки на суппорте на угол конусности сопрягаемой поверхности (около 15°). При этом устанавливаются 2 резца: один для внешнего конуса, другой – расточной резец, для внутреннего конуса. За счет перемещения развернутой на заданный угол резьбой каретки обеспечивается идентичность выполнения конусной наружной и внутренней поверхностей, что при последующей их сборке имеет решающее значение. Такие условия изготовления сопряженных конических соединений специально излагаются в технологии их изготовления.

Для обеспечения надежной работы гидроцилиндров и гидролиний (трубопроводов) при изготовлении необходимо выполнять определенные технические требования [2, 3, 4].

Для получения работоспособной конструкции цилиндров необходимо выполнить следующие технические требования.

1. Обеспечивать правильную форму цилиндрической внутренней поверхности. Овальность цилиндра после шлифовки не должна превышать 0,01–0,015 мм для цилиндров диаметром 100 мм и 0,02–0,025 мм для цилиндров диаметром больше 100 мм.

2. Конусообразность и бочкообразность цилиндров, т. е. разница в величине диаметров в различных точках цилиндра, не должна превышать 0,02 мм на длину 600 мм для цилиндров диаметром до 100 мм и 0,03 мм на длине 600 мм для цилиндров диаметром свыше 100 мм.

3. Допускаемые отклонения от прямолинейности оси цилиндра не должны превышать 0,03 мм на длине 500 мм. Несоблюдение этого условия вызовет перекосы и защемление поршня и штока.

4. Следует выдерживать соосности внешней и внутренней цилиндрической поверхности поршня. Отклонение от соосности не должно превышать 0,01 мм. Внешний диаметр поршня выполняется с полем допуска H7 или H9, а внутренний – с полем допуска h8 или e8 (h9, e9) в зависимости от жесткости требований к цилиндру.

5. Допустимые отклонения от соосности (эксцентricность) внешней и внутренней цилиндрической поверхности буксы должны быть не более 0,02 мм.

6. Овальность и конусообразность и прочие отклонения поверхности штока должны быть не более 0,01–0,015 мм.

7. Биение опорных торцов поршня и штока относительно оси должно быть не более 0,01–0,02 мм.

8. Посадка поршня в цилиндре и штока в направляющей буксе должна быть выполнена по системе H8/e8.

9. Посадку поршня на шток выполнять по системе H8/h8 или H8/e8, в неотчетственных случаях – по H9/e9.

10. В качестве материала цилиндра применить сталь 35 или 45 по ГОСТ 1050-88 (термическая обработка: улучшение HB 240...270) или сталь 30ХГС по ГОСТ 4543-71 (для ответственных цилиндров).

11. Штоки изготавливать из стали 45 с последующим улучшением. Для особо тяжело нагруженных штоков применять легированные стали по ГОСТ 4543-71.

12. В качестве материалов поршней и букс применять сталь 45 по ГОСТ 1050-88 с армировкой трущихся поверхностей бронзой. Технология изготовления биметаллических поршней и букс (втулок) рекомендуется следующая: поршни – наплавкой, втулки – центробежной заливкой или раскаткой тонкостенных бронзовых втулок.

13. Шероховатость рабочих поверхностей цилиндров и штоков Ra 1,25–0,32 мкм. Кольцевые и продольные риски, видимые невооруженным глазом, на поверхностях трения штоков, золотников, цилиндров и втулок не допускаются.

14. Сварку швов всех фланцев силовых цилиндров и шаровых опор штоков и других мест из стали 35 или 45 производить электродами типа Э-42А по ГОСТ 9467-80. Для стали 30ХГСА применять электроды марки Э-100 по ГОСТ 9467-80.

15. Концы цилиндра должны иметь входные фаски 5 – 15 мм под углом 15°. Для посадки уплотнения, шероховатость фаски должна быть Ra1.6. Конкретная длина фаски выбирается в зависимости от натяга и конструкции уплотнения.

Особенности изготовления трубопроводов. Жесткие трубопроводы выполняют, как правило, из цельнотянутых (горячекатаных или холоднотянутых) труб. Внутреннюю поверхность труб необходимо тщательно очистить от окалина и жировых загрязнений, для чего трубы сначала обезжиривают в уайт-спирите. После промывки горячей и холодной водой их подвергают травлению 10–20 % процентным раствором соляной или серной кислоты в течение 30 мин. Затем промывают водой и нейтрализуют 3–5 % процентным раствором соды с последующей промывкой горячей водой (80–90 °С). Внутреннюю поверхность сухих трубопроводов смазать минеральным маслом.

Гибку деталей трубопроводов рекомендуется производить по проволочным шаблонам, изготовленных по месту. В рабочих чертежах трубопроводов указывается требование: «Длины труб уточнить по месту». При гибке и монтаже трубопроводов не допускаются вмятины и другие искажения поперечного сечения. Радиусы изгиба труб выбираем из табл. 1 и 2.

Таблица 1

Минимально допустимые радиусы изгиба стальных труб

Толщина стенки, мм	Радиус изгиба (мм) при наружном диаметре трубы, мм			
	5–20	20–35	35–60	60–140
До 2	$4d_n$	$5d_n$	–	–
Свыше 2	$3d_n$	$3d_n$	$4d_n$	$5d_n$

Таблица 2

Минимальные радиусы изгиба стальных тонкостенных труб

Вид гибки	Радиус изгиба (мм) при размере труб $d_n \times s$, мм				
	6×1	8×1	10×1	10×2	12×1
Ручная	20	45	75	35	120
В приспособлении с профильными роликами	12	20	25	15	36
С наполнителем	9	12	20	15	24

Допустимая эллипсность, получаемая при гибке труб, не должна превышать 3,5–4 %. Эллипсность определяем по формуле:

$$e = \frac{d_b - d_m}{d_m} 100\%,$$

где d_b и d_m – размеры большой и малой осей эллипса.

Техническими условиями на гибку тонкостенных труб, допускаются следующие отклонения толщины s и формы сечения в месте изгиба: утонение стенки трубы по внешнему радиусу до 75 % s_{min} ; утолщение по внутреннему радиусу на 10–15 % начальной толщины; гофры по внутреннему радиусу изгиба с расстоянием между гофрами 6–12 мм при допустимой высоте гофр до 2 % d_n при $s = 1$ мм, до 1,5 % d_n – при $s > 1,5$ мм.

Наилучшим способом гибки тонкостенных труб является гибка с заполнением труб маслом под давлением.

Готовые трубопроводы подвергаются дополнительной очистке – промывке, которая производится прокачкой профильтрованной рабочей жидкости через все трубопроводы или участок трубопроводов. Во внутренних полостях не допускается контроль пружинными шайбами и проволокой. В конструкциях агрегатов с калиброванными отверстиями следует применять грязезащитные устройства – сетки, которые должны устанавливаться по потоку жидкости и навстречу ему.

Длина промываемых трубопроводов не должна превышать 25–30 м, а разница внутренних диаметров – 4 мм.

Скорость движения жидкости в трубопроводах при промывке должна быть не менее чем в 1,5–2 раза больше рабочей скорости, но не более 10 м /с. Время промывания должно быть не менее 20–35 мин., выбирается в зависимости от длины промываемого трубопровода. Для особо ответственных случаев это время может быть увеличено до 1 часа.

После промывки трубопроводов жидкость из них обязательно сливается. Запрещается для этой цели применять сжатый воздух. О чистоте внутренних полостей трубопроводов можно судить по чистоте моющей жидкости. Контроль качества промывки рекомендуется осуществлять методом определения массовой концентрации загрязняющих примесей в моющей жидкости. Эта величина может быть выражена как в процентах, так и в мг/л. Трубопровод гидросистемы считается чистым, если в 100 см³ пробы жидкости содержится загрязнений не больше 8,56 мг/л.

Для предварительного контроля качества промывки применяется оптический фильтр с 4-кратным увеличением или быстроразъемный фильтр. Система считается чистой, если на фильтроэлементах не окажется частиц, видимых в лупу 4-кратного увеличения. Предварительный контроль качества промывки трубопроводов гидросистемы производится по фильтроэлементу оптического фильтра после прокачки моющей жидкости через фильтр в течение 5 мин., при этом контролю подвергаются все трубопроводы.

Перед монтажом труб их необходимо предварительно проверить на прочность и плотность гидростатическим давлением на специальном стенде. Трубы, выдерживающие испытания, закрываются с обеих сторон пробками во избежание загрязнения. Пробки изготавливаются из металла, пластмассы или твердых пород дерева.

Монтаж трубопроводов должен производиться без возникновения монтажных напряжений. Это обеспечивается при постоянстве мест крепления оборудования, приборов и арматуры, хомутов и колодок – крепления трубопроводов.

Смещение хомутов и колодок вдоль трубопроводов от заданного положения допускается до ± 4 мм, а смещение поперек трубопровода и по высоте – до 1 мм. Допуск на установку штуцеров по длине (высоте) принимается ± 1 мм.

Для крепления трубопроводов рекомендуется применять упругие зажимы, снижающие амплитуды вынужденных поперечных колебаний трубопроводов, уменьшающие монтажные и термические напряжения в трубопроводах. Вместо жестких колодочных зажимов рекомендуются колодочные зажимы с резиновыми вкладышами.

ВЫВОДЫ

При изготовлении кузнечно-прессового, горнорудного оборудования, в которых применяются щелевые деформируемые втулки для обеспечения их надежной эксплуатации, необходимо обеспечивать как специальные, так и общепринятые требования, среди которых выделяются следующие: повышение поперечной (радиальной) жесткости регулируемых сопряжений; правильный выбор материалов сопрягаемых деталей; сложившиеся шероховатости деталей гидросистем; нормы точности их сопряжений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Роганов Л. Л. Разработка комплексов уплотнений для гидроцилиндров кузнечно-прессовых машин / Л. Л. Роганов, Л. Н. Абрамова, А. Н. Обухов // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у машинобудуванні та металургії : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2000. – С. 416–418.
2. Ковалевский В. Ф. Справочник по гидроприводам горных машин / В. Ф. Ковалевский, Н. Т. Железняков, Ю. Е. Бейлин. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Недра, 1973. – 504 с.
3. Абрамова Л. Н. Особенности изготовления элементов гидросистем кузнечно-прессового и станочного оборудования с применением щелевых втулок-уплотнений / Л. Н. Абрамова, М. Л. Роганов // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ – Слов'янськ, 2003. – С. 371–373.
4. Роганов Л. Л. Регулирование цилиндрических сопряжений в металлорежущих станках / Л. Л. Роганов, Л. Н. Абрамова, Е. Н. Абрамова // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – № 23. – С. 142–147.