

УДК 621.73.06 – 762.8

Роганов Л. Л.  
Абрамова Л. Н.

## РОЛЬ НАПРАВЛЯЮЩИХ В КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОМ ОБОРУДОВАНИИ

Направляющие в кузнечно-прессовом оборудовании (КПО) предназначены для обеспечения движения деталей и узлов машин при выполнении ими своих функций по зажиму заготовок, их перемещению, движению инструмента и узлов, где он закреплен. От точности направляющих зависит точность перемещений деталей и узлов их остановки, фиксации, деформации под нагрузкой и в конечном итоге точность получаемых на КПО изделий (заготовок).

Основные требования к направляющим: обеспечение минимального трения и износа при движении; необходимая надежность и долговечность работы; простота изготовления, сборки, регулировки, замены и т. п.

По форме поверхностей направляющие делятся на плоские с различной комбинацией поверхностей, цилиндрические (в сечении круглые). Другие формы практически не применяются из-за сложности изготовления.

По взаимному расположению плоских поверхностей направляющие подразделяются на вертикальные, горизонтальные, расположенные относительно друг друга под углом, V – образные, П – образные, X – образные, Т – образные и др. [1–2].

Материалы направляющих и деталей, которые направляются, обычно выполняют разнородными, если из однородного материала, то обязательно разной твердости из-за снижения склонности к заеданию.

Целью статьи является анализ схем направляющих в КПО, доказательство преимущества цилиндрических направляющих при условии регулировки в них зазоров.

Рассматриваются, в основном, круглые в сечении направляющие (цилиндрические). Такие направляющие имеют специфическое применение в КПО и служат для направления по колоннам подвижных траверз, плунжеров, штоков, поршней гидропневмоцилиндров в ковочных и штамповочных гидропрессах; особенно широко применяются цилиндрические направляющие в горизонтальных гидропрессах, в кузнечно-штамповочных автоматах, в штампах различного назначения. Их основная особенность и отличие от других форм направляющих – замкнутая цилиндрическая поверхность контакта между подвижной и относительно неподвижной деталями. По этой поверхности происходит передача усилий, трение, износ, нагрев. Изготовление, сборка и эксплуатация цилиндрических направляющих происходит с обеспечением посадок с зазором, переходных и даже с натягом.

Сравнительный анализ конструкций плоских и цилиндрических направляющих позволяет выделить их основные достоинства и недостатки.

Плоские направляющие имеют такие достоинства: позволяют регулировать подвижные части в различных направлениях; обеспечивается высокая жесткость направляющих за счет поддерживающих стенок; сравнительно простая смена изношенных планок, накладок после их износа.

К недостаткам плоских направляющих можно отнести: сложные системы защиты плоских поверхностей от загрязнений, которые приводят к износу; сравнительно сложный процесс изготовления (фрезерные, строгальные операции); в основном применяется трение скольжения, применение трения качения усложняется.

Цилиндрические направляющие имеют достоинства: более просты в изготовлении (токарные и расточные операции); более простые способы защиты от загрязнений; более простой переход от направляющих скольжения к направляющим качения.

К недостаткам цилиндрических направляющих можно отнести: более низкая жесткость, прогибы под действием боковых сил; усложнена регулировка зазоров в направляющих.

Цилиндрические направляющие особенно широко применяются в штампах [2]. Направляющие элементы блоков штампов предназначены для обеспечения высокоточного совпадения рабочих частей верхней части штампа с рабочими нижними частями. Они должны обладать высокой точностью и жесткостью, достаточной стойкостью и удобством в эксплуатации. Требования к точности и жесткости определяются характером технологической операции, величиной зазора между инструментами, а также конструкцией и габаритными размерами штампа. Одним из важных условий является обязательное совмещение колонок с втулками до начала рабочего процесса в штампе.

Направляющие элементы делятся на два вида: скольжения и качения. Первые широко применяют во всех разновидностях штампов (разделительных, формоизменяющих, совмещенных и др.), а вторые – преимущественно в разделительных – прецизионных штампах.

Направляющие скольжения изготавливают цилиндрическими и призматическими. Массовое распространение получили цилиндрические, как наиболее точные и технологичные в изготовлении.

Классической, универсальной направляющей парой является комплект из колонки и втулки (рис. 1) из стали высокой твердости не менее HRC 58. Рабочие поверхности их обрабатывают шлифованием и имеют шероховатость поверхности 0,8–0,4 Ra. Колонку делают обычно гладкой, а втулку – с канавками для смазки.

Большинство колонок и втулок изготавливают по системе отверстия. Короткую часть колонок с проточкой (рис. 1, а, б) запрессовывают в плиту, а длинную – пригоняют по посадке H7/h6 с втулкой (рис. 1, в). Однако используют и гладкие колонки, которые соединяют с плитой по системе вала. Преимуществом такой конструкции является возможность обработки ее на бесцентровочно-шлифовальных станках.

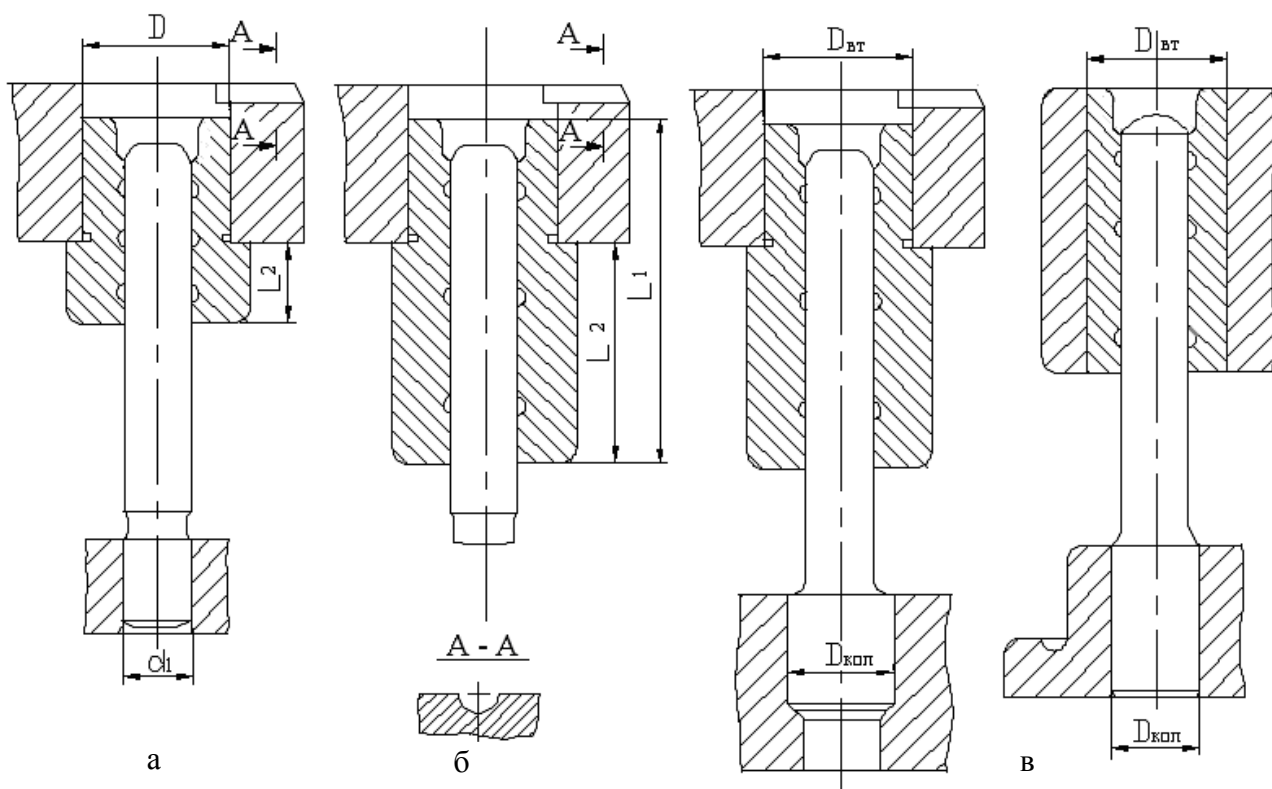


Рис. 1. Типовые конструкции направляющей пары скольжения

Стойкость направляющей пары скольжения определяется, прежде всего, величиной коэффициента трения между втулкой и колонкой, зависящего от материала, смазки и твердости трущихся частей. Стойкость направляющих элементов из низкоуглеродистых цементуемых сталей с закалкой до твердости HRC 58–62 составляет 300 000–500 000 рабочих циклов.

Она повышается в два – три раза, если колонки и втулки изготовить из высоколегированных сталей, подобных сталям марок ШХ15: 9ХС и 25Х5МА и 38ХМЮА. Конечная твердость таких сталей достигает HRC 62–64. Стойкость направляющих элементов из стали 9ХС с закалкой после упрочнения их твердым сплавом (типа Т15К6) увеличивается до 10 млн. рабочих циклов.

Точность и стойкость цилиндрических направляющих значительно повышается при замене трения скольжения на трение качения. В направляющей паре устанавливают цилиндрический сепаратор с шариками (рис. 2). Шарик располагают таким образом, чтобы след одного шарика не совпадал со следами других. Расстояние между следами до 0,5 мм. Ряды отверстий в сепараторе наиболее рационально размещать по спирали с углом наклона  $8^\circ$ – $10^\circ$ . Длину сепаратора  $l_3$  делают меньше длины втулки  $l_1$  направляющей приблизительно на 10–20 мм. Конкретный перепад длин втулки и сепаратора выбирают исходя из того, чтобы при раскрытом штампе несколько рядов шариков сепаратора (не менее 5) входило во втулку. Следует учитывать, что ход сепаратора (вдоль продольной оси) в два раза меньше хода ползуна пресса.

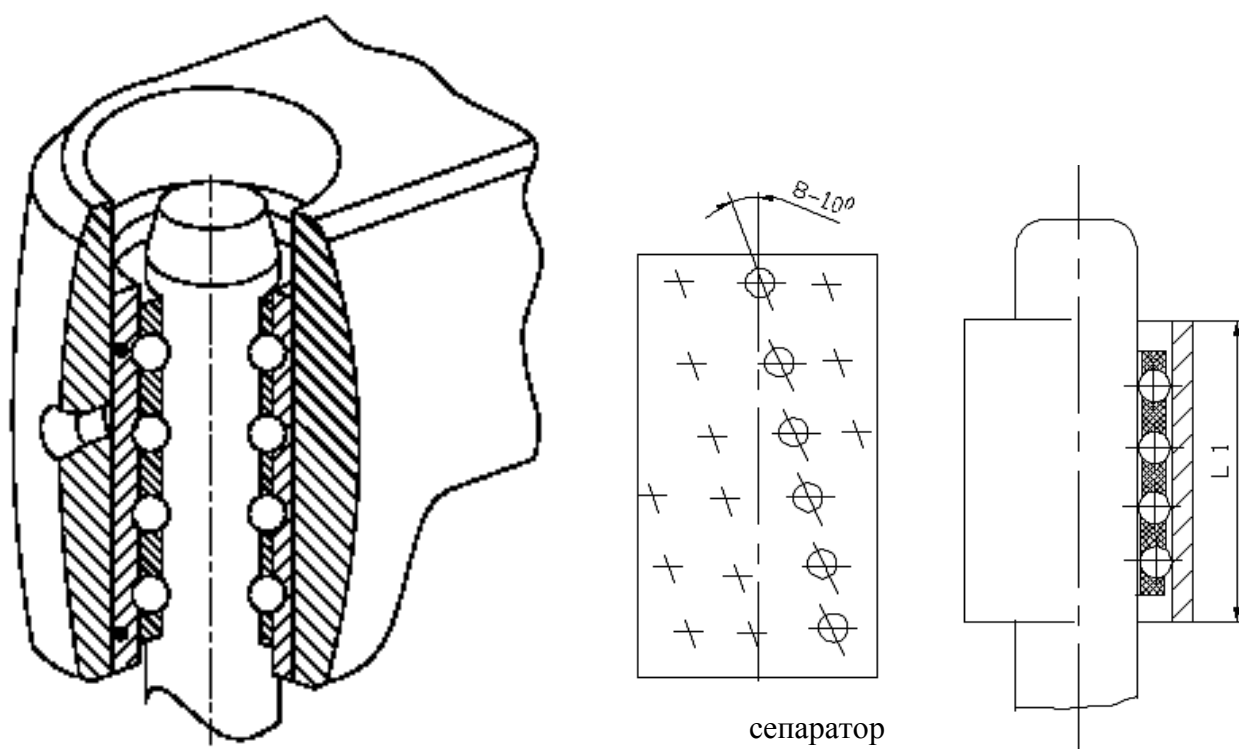


Рис. 2. Направляющая пары качения с цилиндрическим сепаратором с шариками

Применение шариковых направляющих возможно только при условии невыхода втулок из колонок и при ограниченном ходе ползуна.

К посадочным местам в плитах для шариковых направляющих предъявляются жесткие требования. В частности, несовпадение оси верхней направляющей части с нижней допускается не более трех-пяти микрон. Шарик обеспечивают легкость движения, так как уменьшается усилие, необходимое для перемещения верха относительно низа. По сравнению с направляющими скольжения значительно повышается их стойкость (более 10 млн. рабочих циклов).

Главной характеристикой цилиндрических направляющих является зазор между подвижными частями направляющей. От величины зазора зависит точность направления

деталей, стоимость изготовления, стойкость, надежность, долговечность, как направляющих узлов, так и машины или устройства в целом.

В процессе работы зазор между поверхностями цилиндрических направляющих за счет износа будет увеличиваться, что, в свою очередь, снижает точность получаемых изделий. В плоских направляющих регулировку зазоров производят различными клиновыми устройствами. В цилиндрических направляющих подобные устройства значительно сложнее. Проблему упрощения регулировки зазоров в цилиндрических направляющих КПМ и штампов предложено решать путем уплотнения по краям внешней поверхности втулок и подачей на эту поверхность жидкости под давлением [3]. Давление на внешнюю поверхность втулки вызывает ее деформацию в направлении внутренней поверхности и уменьшение зазора между втулкой и стержнем (колонкой). Возможно, с помощью давления на внешнюю поверхность втулки обеспечить регулирование зазора со стержнем до нуля или даже натяга (рис. 3), что превращает направляющую в удерживающее устройство.

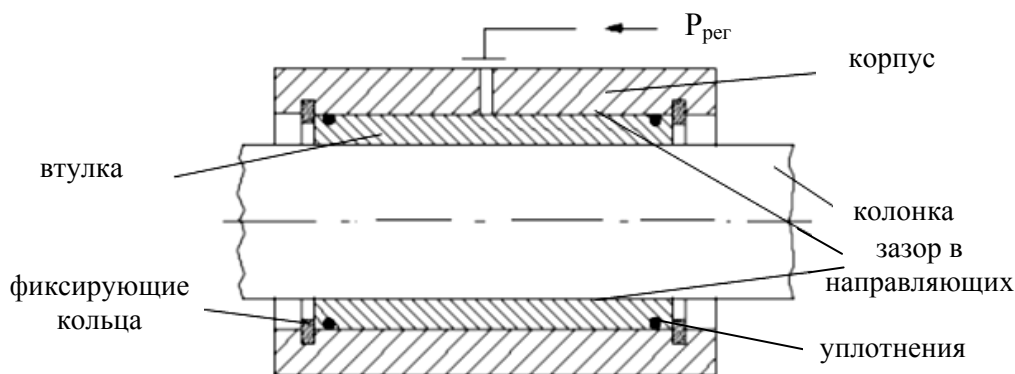


Рис. 3. Регулируемая цилиндрическая направляющая

## ВЫВОДЫ

Цилиндрические направляющие находят широкое применение в колонных гидропрессах, кузнечно-штамповочных автоматах, штампах, функции направляющих устройств характерны для большинства уплотнительных устройств гидроцилиндров, гидроаппаратов, насосов и т. п. В литературе отсутствуют сведения по разработкам устройств, которые могут обеспечивать управляемую регулировку зазоров в уплотнениях и круглых направляющих, управлять величиной утечек через щель уплотнения, компенсировать износ щелевых уплотнений и направляющих, управлять зазором и утечками в автоматическом режиме.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Решетов Д. Н. Детали и механизмы металлорежущих станков. / Д. Н. Решетов, В. В. Каминская, А. С. Липидус и др.; под ред. Д. Н. Решетова. – Т. 1. – М.: Машиностроение, 1972. – 664 с.
2. Матвеев А. Д. Ковка и штамповка. В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка: справочник / А. Д. Матвеев и др. – М.: Машиностроение, 1985 – 1987. – С. 326.
3. Пат. 40095 Україна, 7 F 16 J 15/44. Пристрій з щільним ущільненням для гідроциліндрів / Л. Л. Роганов, Л. М. Абрамова (Україна). – № 2000042170; заявл. 17.04.2000; опубл. 16.07.2001, Бюл. № 6.

Роганов Л. Л. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой МТО ДГМА;  
Абрамова Л. Н. – канд. техн. наук, ст. преп. кафедры МТО ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: mto@dgma.donetsk.ua