

УДК 621.62



**В.Н. Колпаков**

*Вологодский государственный университет*

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА КОЛЬЦЕРАСКАТНОГО АВТОМАТА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЧИСТОВОЙ ХОЛОДНОЙ РАСКАТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ**

В статье проведен анализ недостатков в работе кольцераскатных автоматов и предложены технические решения по их устранению. Предлагается внести изменения в гидропривод позиционирования раскатника в осевом направлении, установить гидромотор для вращения раскатника вместо электромеханического привода, в приводе подачи траверсы обеспечить требуемый закон торможения с быстрого подвода на рабочую подачу и за счет этого уменьшить недоход инструмента. Проведенные испытания показали, что применение модернизированного привода позволяет значительно повысить ресурс раскатника, точность расположения оси дорожки качения кольца подшипника и производительность автомата.

Кольцераскатной автомат, чистовая холодная раскатка, гидропривод, раскатник, гидромотор, гидроцилиндр, точность, торможение, гидрозамок.

Технология подшипникового производства предусматривает обработку деталей по всем поверхностям с высокой точностью, что обуславливает низкий коэффициент использования металла, который составляет в среднем 0,46–0,55; примерно половина используемого металла утилизируется в виде токарной стружки и шлифовального шлама [4]. Тенденция роста стоимости металла, затраты на который составляют 50 % себестоимости подшипника, повышение требований к экологической чистоте производств, долговечности подшипников заставляют искать более рациональные методы изготовления подшипниковых колец.

Одним из основных направлений повышения качества подшипников качения является изготовление заготовок колец методомковки с последующей холодной раскаткой [2–4]. Суть ее заключается в том, что токарная обработка деталей заменяется ее пластическим деформированием.

По сравнению с традиционной технологией изготовления колец токарной обработкой, использование холодной раскатки обеспечивается такие преимущества:

- повышение коэффициента использования металла;
- уменьшение трудоемкости за счет уменьшения количества технологических операций;
- повышение ресурса готового подшипника;
- уменьшение количества используемого инструмента.

В настоящее время на Вологодском подшипниковом заводе освоена технология профильной чистовой раскатки колец для открытых подшипников. Смонтированы токарно-раскатные блоки, которые состоят из токарных полуавтоматов КСП 8-150 и модернизированных раскатных автоматов 4К046Б.

В случае необходимости вставки уплотнения в подшипник, заготовки открытых подшипников дорабатывают/шлифуют по торцам и наружной поверхно-

сти и нарезают канавку. Учитывая то, что в общем объеме производства подшипники с уплотнениями занимают более половины, актуальна задача получения кольца с канавками под уплотнения непосредственно на операции раскатки. Маршрутная технология изготовления колец по этому варианту показана на рисунке 1.

Для освоения нового варианта технологии был проведен комплекс лабораторных и промышленных испытаний, включающий проектирование и изготовление раскатного инструмента, отработку технологических режимов обработки и модернизацию оборудования.

В настоящее время раскатка осуществляется на специальных кольцераскатных автоматах 4К-046Б. Они оснащены гидравлическим приводом подачи и позиционирования раскатника. Вместе с тем, привод вращения раскатника выполнен электромеханическим, который не обеспечивает требуемый крутящий момент и не позволяет регулировать частоту вращения раскатника, что необходимо при изменении его диаметра. В результате снижается стойкость раскатника и не обеспечивается необходимое качество обрабатываемой поверхности. Не обеспечивается необходимая точность расположения желоба и канавок под уплотнения в осевом направлении. Это объясняется тем, что остановка раскатника при позиционировании происходит по жесткому упору установочного винта в подпятник без предварительного торможения, что приводит к повышенному износу подпятника, возникновению “отскоков” назад и, как следствие, к снижению точности позиционирования. Во время обработки кольца одна из полостей гидроцилиндра (штоковая) соединена с насосом и находится под высоким давлением, а вторая полость (поршневая) соединена со сливом, то есть в ней давление практически отсутствует. Это приводит к тому, что раскатник под действием осевых сил, возник-

кающих в процессе раскатки, может отходить назад. Кроме того, наблюдается дрейф исходного верхнего положения раскатника, что осложняет настройку автоматического цикла. Имеет место большое непроизводительное время движения раскатника до контакта его

с заготовкой на скорости рабочей подачи, что уменьшает производительность автомата.

В связи с этим внесены изменения в привод автомата. Схема модернизированной части гидропривода приведена на рисунке 2.

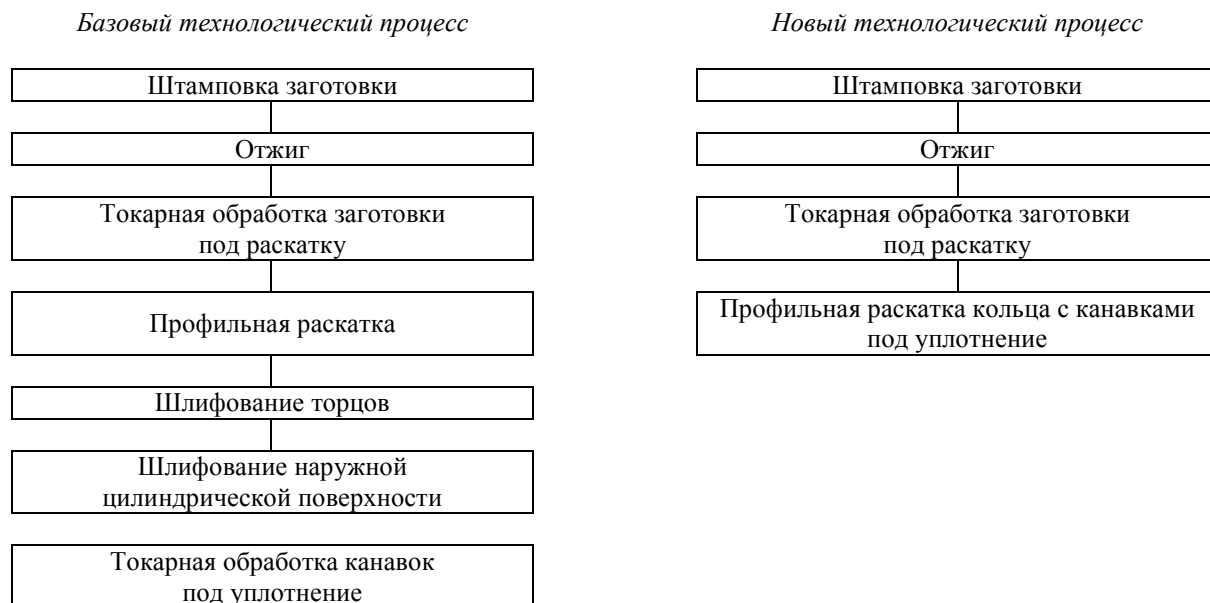


Рис. 1. Маршрут обработки колец

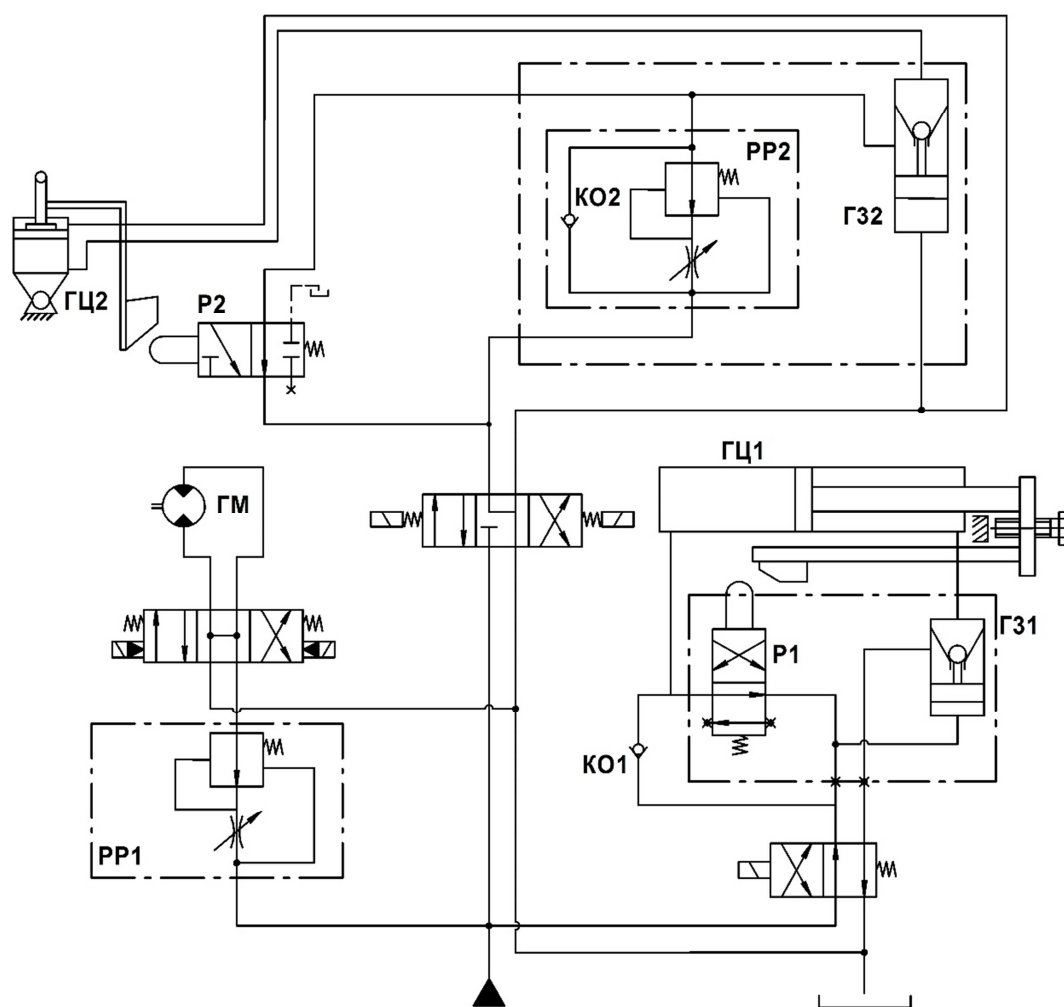


Рис. 2. Принципиальная схема гидропривода

Модернизация заключается в следующем:

1. Для осуществления вращения раскатника установлен гидромотор ГМ (рис. 2) с устройством бесступенчатого регулирования скорости в виде регулятора расхода РР1. Это позволяет создать необходимый крутящий момент для раскатников диаметром более 45 мм и регулировать скорость вращения при изменении диаметра раскатника.

2. Для повышения точности позиционирования раскатника в осевом направлении в схему введены распределитель Р1 с механическим управлением, гидрозамок ГЗ1 и обратный клапан КО1.

3. Предусмотрено плавное торможение траверсы перед контактом раскатника с кольцом с помощью распределителя Р2 с механическим управлением.

4. Для обеспечения надежного и точного позиционирования траверсы с раскатником в верхнем исходном положении в схему введен гидрозамок ГЗ2.

Гидропривод вращения раскатника. При включении вращения вала автомата поток жидкости от насоса поступает в рабочую линию гидромотора, который приводит во вращение раскатник. Из сливной линии гидромотора жидкость вытесняется в бак через регулятор расхода РР, который служит для бесступенчатого регулирования скорости вращения раскатника. При выключении вращения раскатника линии гидромотора соединяются с баком.

Гидропривод осевого позиционирования раскатника. При включении электромагнита распределителя Р3, управляющего реверсом вращения раскатника, жидкость от насоса поступает в штоковую полость гидроцилиндра ГЦ1 через гидрозамок ГЗ1, а поршневая полость соединяется через распределитель Р1 с баком. При этом линия управления гидрозамка ГЗ1 соединяется со сливом.

В конце хода кулачок К1 нажимает на ролик золотника распределителя Р1 и перемещает его вниз (по схеме). При этом проходное сечение распределителя плавно уменьшается, сопротивление потоку жидкости, вытесняемой из гидроцилиндра, возрастает и скорость движения поршня и жестко соединенной с ним бабки раскатника уменьшается, после чего упорный винт медленно подходит к подпятнику.

Гидрозамок при отсутствии сигнала управления пропускает жидкость только в одном направлении (в гидроцилиндр) и запирает штоковую полость, не позволяя поршню отходить назад. При выключении электромагнита распределителя Р3 происходит отвод раскатника в исходное положение, при этом в линии управления гидрозамка создается высокое давление, которое открывает гидрозамок.

Механизм торможения траверсы. При быстром опускании траверсы жидкость из нижней полости гидроцилиндра ГЦ2 свободно вытесняется в бак через распределитель Р2. В конце хода кулачок, расположенный на траверсе, воздействует своей рабочей поверхностью на ролик распределителя и перемещает его золотник вправо (по схеме). При этом рабочая дросселирующая щель распределителя уменьшается, сопротивление потоку жидкости возрастает и траверса замедляет скорость. Необходимый закон торможения обеспечивается соответствующим профилированием золотника на осно-

ве динамического расчета [5]. Когда рабочая щель распределителя закроется полностью, поток жидкости будет проходить только через регулятор расхода РР, идет рабочая подача.

Позиционирование траверсы в исходном положении. При подъеме траверсы жидкость от насоса поступает в нижнюю полость гидроцилиндра через обратный клапан КО2 и гидрозамок ГЗ2. В положении «стоп» линия управления гидрозамка соединяется со сливом и гидрозамок закрывается, исключая дрейф исходного положения раскатника.

Испытания модернизированного привода были проведены на ЗАО «Вологодский подшипниковый завод». Произведена раскатка колец подшипника 6309 ZZ.01 и 6412.01. Испытания показали, что все устройства работоспособны и выполняют свои функции в соответствии с предъявляемыми требованиями. Частота вращения раскатника регулируется бесступенчато в диапазоне от 0 до 1400 1/мин. Траверса надежно позиционируется в верхнем исходном положении, поэтому отсутствует сбой в срабатывании конечного выключателя. Стойкость раскатника возросла с 300 до 4000 шт. обрабатываемых колец. Точность позиционирования раскатника в осевом направлении в процессе обработки составила  $\pm 0,01$  мм, точность положения оси дорожки качения в процессе раскатки составила  $\pm 0,036$  мм

#### Литература

1. Колпаков, В. Н. Расчет и проектирование гидравлических и пневматических систем машин и оборудования : учебное пособие / В. Н. Колпаков. – Вологда : ВоГУ, 2019. – 87 с. – URL: [http://library.vogu35.ru/biblio/kolpakov/book12/2019\\_kolpakov\\_ras\\_i\\_proek.pdf](http://library.vogu35.ru/biblio/kolpakov/book12/2019_kolpakov_ras_i_proek.pdf) (дата обращения: 22.03.2023). – Режим доступа: для авторов. пользователей. – Текст : электронный.
2. Мищенко, К. С. Раскатка колец подшипников, как эффективная технология подшипникового производства / К. С. Мищенко, А. В. Королев // Развитие науки и техники: механизм выбора и реализации приоритетов : Материалы Международной научно-технической конференции. – Омск, 2017. – С. 134–136.
3. Никифоров, А. А. Повышение эффективности технологии изготовления тонкостенных колец подшипников с применением точной холодной раскатки : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Никифоров Александр Анатольевич. – Саратов : СГТУ, 2006. – 15 с.
4. Королев, А. А. Точная холодная торцевая раскатка деталей типа колец подшипников / Ал. А. Королев, А. В. Королев, Ан. А. Королев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Саратовский государственный технический университет. – Саратов : Саратовский государственный технический университет, 2004. – 140 с.
5. Солтус, В. С. Разработка и освоение технологии холодной раскатки колец подшипников с канавками под уплотнение / В. С. Солтус, В. Н. Колпаков // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного производства, технология и надежность машин, приборов и оборудования : Материалы третьей Международной научно-технической конференции. – Вологда : ВоГУ, 2007. – С. 120–123.

**V.N. Kolpakov**  
*Vologda State University*

**IMPROVEMENT OF RING ROLLING MACHINE HYDRAULIC DRIVE  
FOR FINISHING COLD ROLLING OF BEARING RINGS**

The article analyzes the shortcomings in the operation of ring-rolling machines and offers technical solutions to eliminate them. Changes have been made to the hydraulic drive for positioning the rolling pin in the axial direction, a hydraulic motor has been installed to rotate the rolling pin instead of an electromechanical drive, the required braking law has been provided in the traverse feed drive from a fast feed to a working feed and thereby reduce the underflow of the tool. The conducted tests have shown that the use of an upgraded drive can significantly increase the life of the roller, the accuracy of the location of the axis of the raceway of the bearing ring and the performance of the machine.

Ring-rolling machine, finishing cold rolling, hydraulic drive, rolling machine, hydraulic motor, hydraulic cylinder, traverse, precision, braking, distributor, hydraulic lock.