



There are examined the peculiarities of the process of spiral winding for production of steel piston rings at using of new constructions of spiral-winding machine-tools, working on one-thrust and two-thrust schemas of winding.

Ю. Н. ГОЛОВАНОВ, С. М. ЖУЧКОВ, К. Ю. ГОЛОВАНОВ,
Е. В. БАРЫШЕВ, А. П. ЛОХМАТОВ, Институт черной металлургии НАН Украины

УДК 621.771.25.04.001.5

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НАВИВКИ СПИРАЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛЬНЫХ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Развитие автомобильного машиностроения, сопровождающееся увеличением мощности двигателей внутреннего сгорания (ДВС), обусловило потребность в экономичных материалах для изготовления поршневых колец ДВС, обладающих требуемыми технологическими и эксплуатационными свойствами. В настоящее время в качестве основного материала для изготовления поршневых колец различного назначения (компрессионных, маслосъемных и др.) применяют чугуны разного состава, обеспечивающие наиболее оптимальное сочетание физико-механических, технологических и эксплуатационных свойств. Однако изготовление чугунных поршневых колец, с одной стороны, значительно усложняет процесс их производства, а с другой — это производство экологически вредно, так как включает в себя обязательный литейный передел. Кроме того, чугуны, используемые в производстве поршневых колец, как правило, содержат значительное количество дорогих и дефицитных легирующих элементов, что удорожает производство, снижает его технико-экономические показатели и конкурентоспособность этого вида продукции. В связи с этим в последние годы в мировой практике получает развитие процесс производства поршневых колец из стальной ленты, который исключает экологически вредный литейный передел из процесса производства колец. Стальные поршневые кольца получили распространение сравнительно недавно, поэтому в настоящее время отмечается интенсивное развитие исследований всех аспектов производства стальных поршневых колец ДВС, в том числе и исследований в области технологии производства заготовки для их изготовления.

В качестве исходного материала для изготовления стальных поршневых колец служит стальная лента соответствующего сечения, навиваемая

спирально на ребро на специальных станках [1, 2]. В настоящей работе рассмотрены некоторые особенности технологии навивки спиралей из стальной ленты, предназначенных для производства поршневых колец ДВС.

Для навивки спиралей из стальной заготовки, в частности пружин, используют специальные спираленавивочные (пружинонавивочные) станки-автоматы. Все способы навивки спиралей из стальной заготовки, например для изготовления пружин, можно разделить на две группы: навивка на оправку методом «растяжения с изгибом» и с помощью подающих роликов на упорные (гибочные) штифты (ролики) методом «сжатие с изгибом» [3, 4]. Учитывая то, что способ навивки спирали по схеме «растяжение с изгибом» не позволяет изменять в значительных пределах диаметр навиваемой спирали без замены оправки, большая часть современных спираленавивочных автоматов работает по схеме «сжатие с изгибом» с одним или двумя гибочными роликами (рис. 1).

При использовании одноупорной схемы (рис. 1, а) процесс навивки спирали осуществляется перегибом проволоки (ленты) 1, подаваемой через направляющую планку 2, гибочным роликом 3 вокруг оправки (формующего ролика) 4. Точка контакта формующего ролика с навиваемой лентой (проволокой) может располагаться перед точкой, в которой начинается пластическая деформация (точка В), в самой точке В и после нее. В практике навивки спиралей для пружин и колец первое реализуется редко, поэтому чаще всего формующий ролик устанавливают таким образом, что его ось находится в плоскости, проходящей через центральную ось спирали, расположенной под углом $30^\circ \leq \varphi_0 \leq 45^\circ$, к вертикальной плоскости, проходящей через центр спирали. При этом не исключаются и отрицательные углы наклона плоскости осей формую-

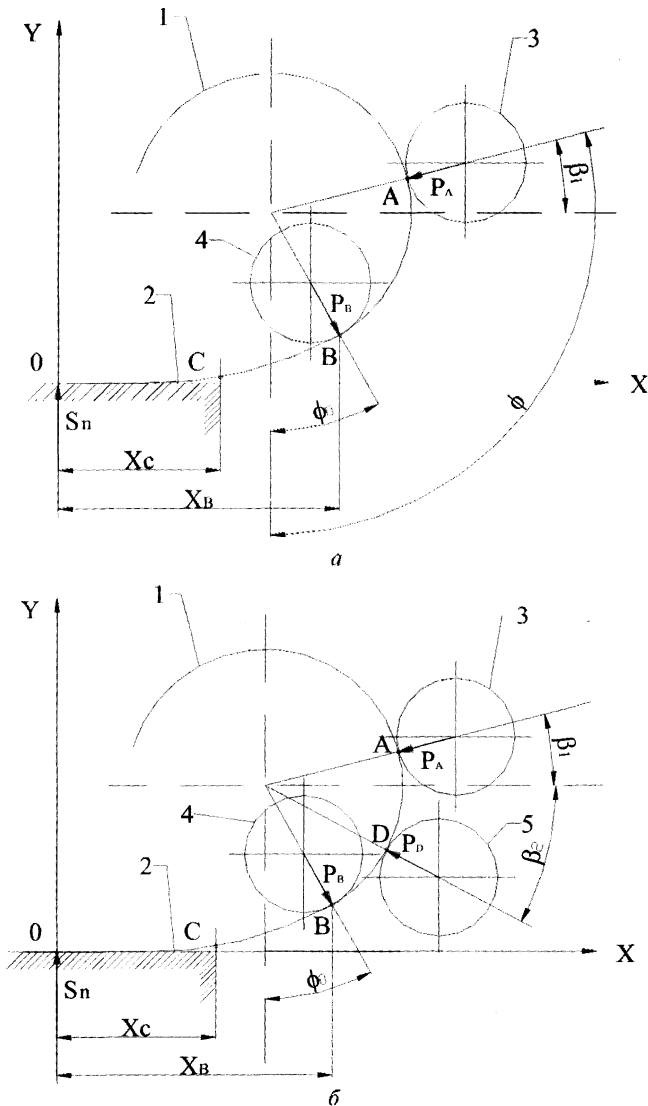


Рис. 1. Принципиальные схемы процесса навивки спирали методом «сжатие с изгибом»: а – одноупорная схема; б – двухупорная схема

щего ролика и центральной оси спирали к вертикальной плоскости.

Диаметр навиваемой спирали регулируется изменением положения гибочного ролика (угол ϕ). Шаг навивки, вплоть до создания межвиткового давления, регулируют смещением гибочного ролика вдоль оси спирали.

С увеличением индекса навивки, определяемого отношением диаметра спирали D_c к диаметру навиваемой проволоки d или высоте ленты h_n и межвиткового давления (плотности навивки), процесс навивки может стать неустойчивым. Возможен отрыв ленты 1 от формующего ролика 4 и выпучивание ее под гибочный ролик 3. Так как процесс выпучивания ленты происходит самопроизвольно, диаметр отдельных витков спирали может изменяться в значительных пределах, в результате чего образуется овальность витков спирали. Для устранения этого недостатка с ростом

индекса навивки спиралей одноупорную схему навивки заменяют на двухупорную (рис. 1, б), а при индексе навивки более 40, когда трудно выдерживать постоянными диаметр и шаг спирали, используют трехупорную схему.

Величина критического угла $\phi_{кр}$ ($\beta_{кр}$), при котором происходит потеря устойчивости процесса навивки спирали (рис. 1, а), зависит от индекса навивки спирали, прочностных характеристик материала и его способности упрочняться.

Для одноупорной схемы навивки наиболее вероятно возможность потери устойчивости процесса при навивке спиралей с предельным межвитковым давлением малого индекса навивки. В реальных условиях при навивке спиралей для пружин из патентованной проволоки критический угол составляет $20^\circ \leq \beta_{кр} \leq 45^\circ$.

Существующие механизмы навивки пружин (докритический одноупорный с установкой гибочного ролика под углом $\beta=0$ и закритический двухупорный с установкой гибочных роликов под углами $\beta_1=+45^\circ$ и $\beta_2=-45^\circ$) обеспечивают устойчивость процесса навивки за счет реакции стальной ленты (проволоки) на формующий ролик или на промежуточный гибочный ролик (поз. 4 и 5, рис. 1, б).

При навивке спиралей с большим индексом навивки (≥ 30) из непатентованной проволоки (ленты) в работе [4] рекомендуется выбирать угол β_1 , равным 45° , а угол β_2 — $-22,5^\circ$.

Схема навивки спирали с двумя гибочными роликами получила наибольшее распространение при навивке пружин и имеет ряд преимуществ по сравнению с одноупорной схемой (меньше усилие подачи на 20–40%, шире диапазон регулировки диаметра спирали без замены инструмента и др.) Причем процесс навивки спирали при использовании схемы может происходить без контакта с формующим роликом. Вместе с тем механизм навивки спирали с одним гибочным роликом несколько проще в конструктивном отношении, в настройке и обладает увеличенными возможностями по созданию предельного межвиткового сжатия спирали (на 15–20%).

Существенным фактором, обеспечивающим устойчивость процесса навивки спирали при использовании обеих схем, является правильный выбор точки приложения нормальной силы S_n со стороны направляющей планки, т. е. расстояния между точкой приложения этой силы и точкой достижения изгибающим моментом величины пластического момента. Это имеет большое практическое значение, так как при проектировании механизма навивки спирали позволяет сделать правильный выбор рабочей длины направляющей планки (расстояние между точками O и C) при навивке пружин без межвиткового давления.

Следует отметить, что точность выполнения диаметра витков спирали при производстве пружин

жин и пружинных колец разного типа на серийно выпускаемых спираленавивочных станках-автоматах не очень высока.

В работе [5] приведены предельные отклонения наружного диаметра пружин, рассчитанные в соответствии с требованиями ГОСТ13764, для индекса навивки от 5 до 10 в зависимости от диаметра навиваемой проволоки. Начиная с диаметра проволоки 3,5 мм, допустимые отклонения наружного диаметра витков составляют от 0,48 до 3,4 мм. В качестве достижения, обеспечиваемого разгибкой сформированных витков калиброванным усилием, в работе [6] приведены отклонения от номинала их диаметров (+1,06) – (-0,54) мм при производстве стопорных колец диаметром 116 мм. В то же время допуск на диаметр поршневого кольца диаметром 120 мм составляет 0,08 мм при допуске на его радиальную толщину $\pm 0,12$ мм. Из этого следует, что при производстве поршневых колец из спиралей, навитых по обычной технологии навивки пружин на стандартных спираленавивочных станках-автоматах, потребуется большой объем последующей обработки с большим расходом металла и инструмента.

Этим объясняется то обстоятельство, что машиностроительные предприятия, производящие стальные поршневые кольца, не используют серийно выпускаемые спираленавивочные станки, а создают собственные оригинальные конструкции с учетом специфики производства поршневых колец. Так, для навивки спиралей диаметром 80–150 мм из термообработанной ленты сечением 0,3x3,6 и 0,7x4,0 мм из стали У8А на ребро для условий Одесского завода поршневых колец (ОЗПК) Научно-исследовательским институтом технологии тракторного и сельскохозяйственного машиностроения (НИИТТиСМ) разработан спираленавивочный станок специальной конструкции. Принципиальная схема этого станка показана на рис. 2, а. Она представляет собой вариант классической двухупорной схемы навивки спирали.

При сведении гибочных роликов 3 и 5 станка до контакта с формирующим роликом 4 блок гибочных роликов может работать по одноупорной схеме навивки спирали. Роль направляющей ланки в этом случае выполняет первый гибочный ролик (вводная проводка при этом не работает). Угол φ установки гибочного ролика 3 примерно равен 75° , т. е. близок к критическому.

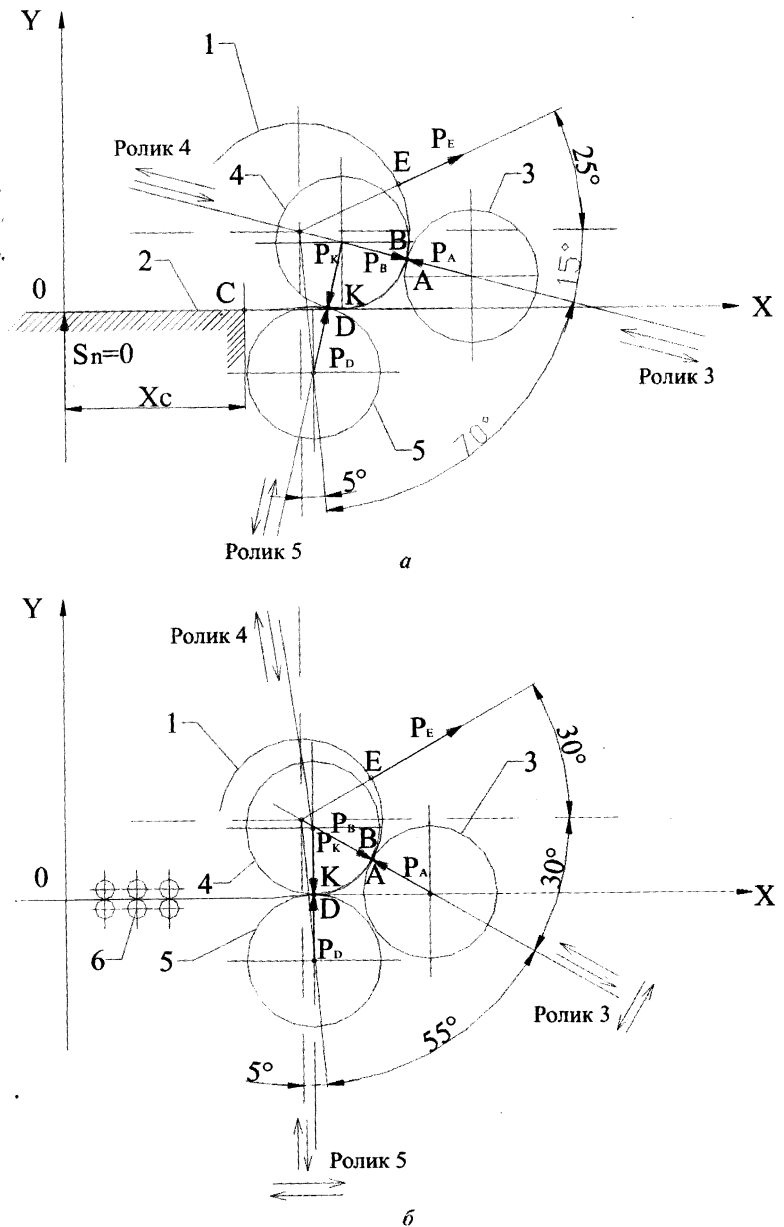


Рис. 2. Принципиальные схемы работы блока гибочных роликов станков для навивки спиралей при производстве поршневых колец: а – станок Б042 конструкции НИИТТиСМ; б – станок С806 конструкции ОЗПК

Диаметр спирали в этом случае регулируется отведением гибочного ролика 3, угол установки которого практически не изменяется.

Для перевода схемы в двухупорную предусмотрено одновременное изменение положения всех трех роликов в направляющих, жестко закрепленных на плите кронштейна блока гибочных роликов. Направления перемещения роликов на схеме показаны стрелками. Углы расположения гибочных роликов при работе по двухупорной схеме существенно ниже критических (углы β_1 и β_2 находятся в отрицательной области), что приводит к увеличению усилия подачи навиваемой ленты. Жесткое закрепление направляющих всех роликов, а также то, что формирующий 4 и второй гибочный 3 ролики могут перемещаться только

соосно относительно друг друга, ограничивает возможность выбора углов расположения роликов при двухупорном варианте работы блока гибочных роликов и усложняет процесс настройки станка.

Для повышения точности навивки за счет снятия неравномерности остаточных напряжений по сечению навиваемой ленты блок гибочных роликов снабжен механизмом растягивания спирали. Направление перемещения его рабочего органа совпадает с осью навиваемой спирали. Точка приложения усилия растяжения на схемах рис. 2 обозначена буквой *E*.

Для повышения качества готовой продукции и снижения расходных коэффициентов при производстве стальных поршневых колец специалистами ОЗПК создана другая конструкция спираленавивочного станка, устраняющая недостатки станка конструкции НИИТТиСМ. Характерной особенностью этой конструкции станка является упрощенная система настройки рабочего органа (блока гибочных роликов), учитывающая ограниченный сортамент навиваемых спиралей.

Принципиальная схема спираленавивочного станка конструкции ОЗПК представлена на рис. 2, б.

Отличительной особенностью схемы спираленавивочного станка конструкции ОЗПК по сравнению со схемой станка конструкции НИИТТиСМ является возможность изменения углов между линиями перемещения роликов при настройке. При этом формующий ролик 4 в процессе настройки практически не перемещается, а гибочные ролики 3 и 5 имеют возможность перемещаться в направляющих (в исходном положении угол между направляющими их перемещения составляет 60°). Кроме того, собственно направляющие этих роликов имеют возможность перемещения в поперечном направлении за счет особенностей конструктивного исполнения узлов спираленавивочного станка. Такой же возможностью регулировки обладает и механизм растягивания витков спирали.

Эта особенность позволяет перестраивать блок гибочных роликов в зависимости от формы сечения навиваемой ленты с обеспечением условий навивки спиралей с минимальным усилием подачи навиваемой ленты, позволила отказаться от направляющей проводки, максимально приблизив к гибочным роликам механизм подачи ленты б. При этом совместно с первым гибочным роликом механизм подачи осуществляет функцию направляющей планки.

Как и в предыдущем случае, в зависимости от взаимного расположения первого гибочного 5 и формующего 4 роликов система роликов нового спираленавивочного станка может работать по одно- или двухупорной схеме. При зазоре между формующим и первым гибочным роликами, соответствующем высоте навиваемой ленты, блок

гибочных роликов работает по одноупорной схеме. В этом случае зазор между вторым гибочным и формующим роликами регулируется в процессе настройки по поведению ленты (по результатам замера диаметров первых витков). При необходимости увеличения диаметра навиваемой спирали изгиб ленты вокруг формующего ролика 4 может быть уменьшен путем увеличения зазора между вторым гибочным 3 и формующим роликами.

Для уменьшения диаметра спирали зазор между вторым гибочным и формующим роликами уменьшают вплоть до замыкания с формующим роликом через изгибаемую полосу (схема, иллюстрирующая это положение представлена на рис. 2, а). При растягивании витков спирали их диаметр увеличивается, поэтому настройку гибочного блока без механизма растягивания производят на диаметр спирали с учетом его последующего увеличения.

При работе по одноупорной схеме спираленавивочный станок конструкции ОЗПК обеспечивает навивку спирали диаметром 80–130 мм с максимальными отклонениями от номинального размера диаметра витков не более $\pm 0,1$ мм.

С увеличением зазора между первым гибочным 5 и формующим 4 роликами схема блока гибочных роликов переходит в двухупорную. Величина отклонения диаметров витков от номинального размера при неправильной настройке рабочего органа (системы роликов) может увеличиться и при отрыве навиваемой ленты от формующего ролика (ролик перестает вращаться) может достигать величины порядка 1,9–2,2 мм для спиралей приведенного выше диапазона размеров.

Использование в технологическом процессе производства стальных поршневых колец новых технических и технологических решений, направленных на совершенствование собственно процесса навивки спирали из стальной ленты и средств для его реализации (конструкции спираленавивочного станка), позволило существенно улучшить технологию производства заготовки для изготовления поршневых колец ДВС в условиях ОЗПК. Это повысило конкурентоспособность поршневых колец и способствовало росту технико-экономических показателей работы завода. Собственно станок для подготовки заготовки (навивки спирали) для изготовления стальных поршневых колец, использующийся на ОЗПК, конструктивно достаточно прост и при правильной настройке обеспечивает требуемую точность геометрических параметров размеров витков навиваемых спиралей.

Выводы

Отмечена низкая точность выполнения геометрических параметров спирали при реализации существующих технологий с использованием серийно выпускаемого оборудования.

Рассмотрены особенности процесса навивки спиралей для изготовления стальных поршневых колец при использовании новых конструкций спираленавивочных станков, обеспечивающих реализацию технологии навивки спирали под поршневые кольца по одно- или двухпорной схеме навивки.

Отмечено, что совершенствование процесса навивки спирали из стальной ленты и использование средств для его реализации позволило существенно улучшить технологию производства заготовки для изготовления поршневых колец ДВС в условиях ОЗПК.

Литература

1. Энглиш К. Поршневые кольца. Теория, изготовление, конструкция и расчет: Пер. с нем. М.: Машгиз, 1962. Т. 1.
2. Маслов Д. П., Гурин Ф. В., Кузнецов А. М., Васильев А. М. Технология автотракторостроения. М.: Машгиз, 1962.
3. Остроумов В. П. Производство винтовых цилиндрических пружин. М: Машиностроение, 1970.
4. Навроцкий Г.А., Белков Е.Г. Навивка пружин на автоматах. М.: Машиностроение, 1978.
5. Прохоренко И. Ф., Панченко Н. М., Решетников Е. К. Унифицированные пружины растяжения и пружины других типов: Справ. М.: Металлургия, 1985.
6. Пат. 2028859 Россия, МКИ В 21 F 37/04. Способ изготовления стопорных колец / Оpubл. 20.02.95.



ПРЕДЛАГАЕТ РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

Фонд промышленных каталогов Республиканской научно-технической библиотеки предлагает специалистам по снабжению ознакомиться с периодическими изданиями серии "Справочник снабженца". Справочники издает российское Информационное бюро Торгового Дома Металлов.

Справочник снабженца. Вып. 18. Стальной трубопровод, пластиковые трубы, трубопроводная аппаратура, заводы-изготовители. — М., 2001. — 264 с. (208883 621.6 С 74).

Основные разделы справочника: пластиковые трубы, стальной трубопрокат, трубы чугунные, трубопроводная арматура, заводы-изготовители.

Справочник снабженца. Вып. 22. Метизы, электроды. — М., 2001. — 314 с. (208895 691 С 74).

Содержание издания: болты, гайки, винты, гвозди, заклепки, сетки, шпильки, шурупы, канаты, металлические покрытые электроды. Дан список заводов-изготовителей вышеназванных изделий.

Справочник снабженца. Вып. 23. Марки сталей и сплавов, черный металлопрокат, заводы-изготовители. — М., 2001. — 234 с. (208877 669 С 74).

Издание включает следующие разделы: сталь, марки сталей, арматура, двутавры, жель, катанка, круг, лента, лист, полоса, уголок, швеллер, шестигранник. Приведены условные обозначения основных элементов в марках металлов и сплавов.

Издания не продаются!

(В скобках указаны шифры хранения изданий в библиотеке).

Ознакомиться с изданиями, заказать копии отдельных документов, в том числе по электронной почте, можно по адресу: г. Минск, проспект Машерова, 7, РНТБ, читальный зал промышленных каталогов (к. 608), тел. (017) 226-65-07.