

та шорсткістю поверхні. Результати дадуть змогу вже на стадії проектування технології прогнозувати та забезпечувати якість виробів. На рисунку зображено один з можливих подальших шляхів розвитку дослідження.

Список літератури: 1. Черный Ю. Ф. Способ выдавливания фасонных изделий. / Черный Ю. Ф., Калюжный В.Л., Фоменко В. А., Воронин Н. И. // А.с. СССР. № 1738409. –Опубл. в Бюл. № 21, 1992г. 2. Горноста́й В. М. Холодне видавлювання з роздачею профілів із конструкційних металів: дис. канд. техн. наук. 05.03.05 - процеси та машини обробки тиском / В. М. Горноста́й. - К., 2011. - 213 л. + CD-ROM. // 3. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Ред. Совет: Е. И. Семенов (предс.) и др. –М.: Машиностроение, 1987- т.3. Холодная объемная штамповка / Под ред. Г. А. Навроцкого. 1987. -384 с. 4. Некоторые проблемы связанные с поперечным прессованием профилей. Unele considerath privind extruziunea laterala a profilurilor / Badea S., Ghiban N., Basue D., // Metalurgia-1997, 49, №9-10, 41-43. 5.Течение металла в выходном канале матрицы при прессовании L-, C- и T-образных профилей. Metal flow in bearing section during extrusion process of L-, C-and T sections. // Kiuch Manabu, Yanagimoto Jun, Mendoza Victor. // Steel Res. -1998, -69, №4-5,175-180. 6. Калюжный В. Л. Розрахунково-експериментальний аналіз холодного пресування профілів з роздачею / Калюжный В. Л., Горноста́й В. М. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. №30. – Житомир. 2004. - С.3-8.

Надійшла до редколегії 25.10.2012

УДК 621.777.4

Деякі підходи до вирішення задачі прямого видавлювання з уширенням, що враховують вплив тертя на кінцеве формоутворення та виникаюче навантаження/ В. О. Василенко, В. М. Горноста́й, В. І. Кузьменко, С. Ю. Плєснецов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 66 (972). – С. 34-37. – Бібліогр.: 6 назв.

Статья посвящена усовершенствованию процессов холодного выдавливания профилей из конструкционных металлов и сплавов с раздачей для снижения усилий деформирования, повышения стойкости деформирующего инструмента и получения изделий повышенной надежности и долговечности. Внимание акцентируется на влиянии трения на влияние трения на конечное формообразование и возникающие нагрузки

Ключевые слова: холодное прямое выдавливание с раздачей, силовые режимы, удельные усилия, качество профилей, трение, конечное формообразование.

This article devoted for improvement the efficiency of processes of cold extrusion with dispensing of profiles for decreasing straining force, enhancing the durability of forming tool and obtaining products with enhanced dependability and durability. Focuses on the effects of friction on the effect of friction on the final shaping and stresses arising.

Keywords: cold straight extrusion with dispensing, specific stress, mode of deformation, friction, profile quality, final shaping.

УДК 62 242

Г. А. ОКОЛОВИЧ, д-р. техн. наук, проф., ФГБОУ АлтГТУ
им. И.И. Ползунова, Барнаул

В. И. ЛЕВКОВ, аспирант, ФГБОУ АлтГТУ им. И.И. Ползунова, Барнаул

Е. В. ПЕТРОВА, студент, ФГБОУ АлтГТУ им. И.И. Ползунова, Барнаул

ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПРУЖИННЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ

Разработана технология изготовления стальных поршневых колец методом холодной пластической деформации при волочении. Определены режимы термической обработки при рекристаллизационном отпуске, термофиксации и термостабилизации. Выполнен расчет степени пластической деформации при волочении. Промышленные испытания колец показали повышение эксплуатационной стойкости в 1,5..2,0 раза по сравнению с чугунными кольцами.

Ключевые слова: стальные поршневые кольца, волочение; деформация, термическая

© Г. А. ОКОЛОВИЧ, В. И. ЛЕВКОВ, Е. В. ПЕТРОВА, 2012

обработка, рекристаллизация, термостабилизация, термофиксация, полигонизация, дислокация.

Введение.

Производители двигателей внутреннего сгорания постоянно ведут поиск новых технологий в изготовлении поршневых колец. Одно из них – это поршневые кольца из стального проката с высокой механической прочностью вследствие оптимального профильного деформационного упрочнения при волочении.

Технологический цикл изготовления поршневых колец состоит из предварительной термической обработки заготовки; подготовки поверхности заготовки; одно- или многократного волочения; промежуточной термической обработки.

Одним из возможных путей улучшения деформируемости металла при обработке давлением является повышение ресурса пластичности предварительной термической обработкой заготовки. Этот путь наиболее эффективен, когда задачу улучшения пластичности нельзя или нерационально решать посредством изменения схемы деформирования. Нами установлено, что, независимо от состояния поставки следует выполнить рекристаллизационный отжиг на $10...20^{\circ}\text{C}$ ниже A_{c1} .

Компрессионные ПК изготавливают из пружинной стали 65Г после холодной пластической деформации ($\epsilon = 50...70\%$) при протягивании проволоки диаметром 5...6мм через профильные волочильные ролики. Твёрдость достигается HRC 35...40. Упрочнение при пластической деформации является результатом роста плотности дислокаций. В тоже время, значения свойств, характеризующих пластичность и вязкость стали, с ростом степени обжатия увеличиваются лишь до обжатия до 75%, а затем снижаются. Такое состояние наклепанного металла является предельным; при попытке продолжить деформирование металл разрушается. Это объясняется возникновением очагов разрушения в результате дробления цементитных пластинок, расположенных в сильно упрочненной ферритной матрице. [1]

Для залечивания деформационных дефектов и повышения пластичности стали перед навивкой профиля на оправку осуществляют рекристаллизационный отпуск при 500°C , 1ч. Навивка полученного профиля компрессионного кольца на оправку с натяжением сопровождается динамическим старением при последующем термостабилизационном отпуске 550°C , 1ч., и полигонизацией, т.е. упорядочением и стабилизацией структуры при заданной твёрдости HRC 28-30.

Исследования показали, что при динамическом старении отмечаются признаки полигонизации, изменяется морфология и более упорядочено распложены частицы избыточной фазы. При этом дислокации преобразуются в более устойчивые системы в поле упругих напряжений.

В результате динамического старения резко повышается значение предела упругости, заметно увеличивается предел текучести и несколько повышается предел прочности, достигаются значительно более высокие значения K_{1c} , усталостной прочности и релаксационной стойкости.

Так, после динамического старения предел упругости стали 65Г достигает 2100 МПа, что на 20...30% выше, чем после закалки и отпуска. [2]

Характеристики пластичности – относительное удлинение и относительное сужение – при динамическом старении почти не изменяются. Существенно также, что повышение указанных свойств прочности наблюдаются в широком интервале температур динамического старения.

Главным достоинством динамического старения при отпуске под нагрузкой является то, что структурное и напряженное состояние стали оказывается таким, каким оно будет в деталях и конструкциях в условиях их эксплуатации. Это определяет большую стабильность свойств и повышение надежности.

Для получения сложного профиля маслоъемного кольца необходимо многократное волочение (рис.1).

Количество переходов волочения обусловлено получением изделий с заданными прочностными характеристиками и высокими требованиями к поверхности, так как увеличение числа переходов способствует удалению мелких поверхностных дефектов и снижению шероховатости поверхности.

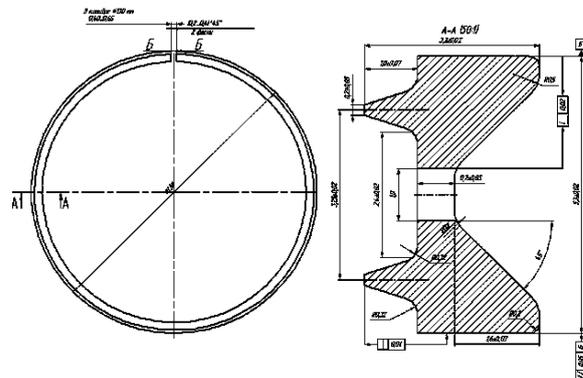


Рис. 1 – Маслоъемное кольцо

С целью получения повышенной производительности и стойкости инструмента величину единичного обжатия, вследствие упрочнения металла на каждом переходе, постепенно уменьшают. Однако, уменьшение обжатия должно быть строго согласованно с кривой упрочнения металла таким образом, чтобы сопротивление деформации в каждом переходе были равными или близкими по величине. При этом единичное обжатие не должно превышать величину 35...40%, а суммарное – 95% (рис. 2).

С нарастанием степени общей деформации (ϵ_{Σ}) в процессе волочения, вследствие упрочнения металла, вытяжка за проход уменьшается. Чем меньше эти обжатия, тем медленнее нарастает сопротивление деформации, тем выше степень суммарной деформации и тем выше уровень механических свойств. Падение единичной степени деформации (ϵ_i) должно компенсировать рост кривой упрочнения (σ_s), что обеспечивает оптимизацию силовых условий процесса волочения.

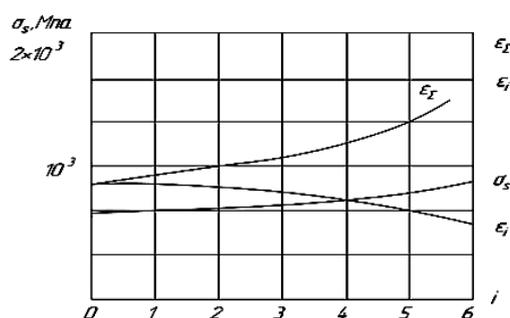


Рис. 2 – Графики изменения σ_s , ϵ_{Σ} , ϵ_i по переходам

Выполненные математические расчёты и построения площади переходов на ЭВМ показали возможность получения сложного профиля стальных маслоёмных ПК из стали 20X13 протягиванием проволоки $\varnothing 5 - 6$ мм через профильные волочильные ролики за 6 переходов с обжатиями: 21...23 %, 20-21 %, 18...20 %, 17...19 %, 16...18 %, 9...11 %.

Поскольку в исходном состоянии в структуре стали присутствуют избыточные карбиды, которые существенно препятствуют пластической деформации, перед волочением необходимо выполнить рекристаллизационный отжиг при температуре 800...820 °С, 1ч. ($A_{c1} - 10... 20$ °С). После рекристаллизационного отжига карбиды растворяются почти полностью, а твёрдость понижается с $HV_{100} 228$ до $HV_{100} 190$.

Следует отметить, что после деформации твердость на поверхности и в центре распределяется неравномерно. Так поле первого перехода твердость на поверхности составляла $HV_{100} 334$, а в центре $HV_{100} 255$ (рис.3). Сталь приобретает волокнистую структуру - текстуру деформации (рис. 4).

При увеличении степени деформации, текстура стали изменяется от волокнистой до веретенообразной а затем до нитевидной. Поверхностные слои имеют большую склонность к удлинению, чем внутренние. Возникают сжимающие напряжения, которые приводят к неравномерности деформации и локализуются в некоторых областях.

Путем наклепа твёрдость и временное сопротивление удастся повысить в 1,5...3 раза, а предел текучести в 3...7 раз. Такое состояние наклепанного металла является

пределным; при попытке продолжить деформирование металл разрушается.

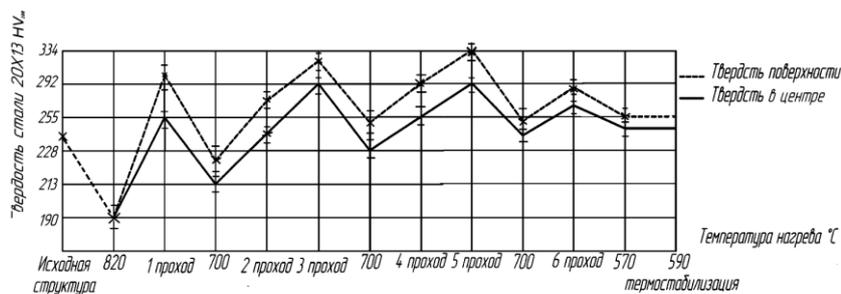


Рис. 3 – Изменение твердости стали 20X13 в зависимости от степени пластической деформации (ϵ) и температуры отпуска



Рис. 4 – Структура стали 20X13 после первого прохода HV₁₀₀ 255-292 x 500

Поэтому после первого, третьего и пятого деформационного упрочнения осуществляют рекристаллизационный отпуск профиля при температуре 690...710° С в течении 1 часа, что способствует снижению твердости от HV₁₀₀ 255...334 после первого перехода до HRC HV₁₀₀ 213...228 и равномерной деформации при волочении.

При больших обжатиях продольное сечение имеет слабо выраженную волокнистую структуру, а структура поперечного сечения совсем не разрешается в оптическом микроскопе

После волочения удлинение зерна остаются относительно равноосными, очень сложной формы, а текстура включает ось волокна. Ориентированные, в результате деформации кристаллы, имеют общее направление, совпадающее с направлением оси волокон.

При этом после пятого деформационного упрочнения выполняют пробивку перфорированных пазов и калибровку с обжатием 9...11 %, навивку на оправку и термофиксацию при температуре 560...580° С в течении 1 часа.

На оправке профиль разрезают на отдельные кольца, которые устанавливают в гильзу и в ней подвергают термостабилизации при температуре 590° С в течении часа для протекания процессов полигонизации т.к. окончательные свойства колец определяются условиями отпуска, в процессе которого реализуются потенциальные возможности для повышения сопротивления малым пластическим деформациям и всего комплекса прочностных свойств (твердость ПК составляет HRC 20...28) (рис. 5).



Рис.5 - Структура стали 20X13 после ермостабилизации. x 500

Выводы.

1. Установлено, что не зависимо от структурного состояния поставляемой стали для улучшения пластичности необходимо выполнить отжиг I рода ниже A_{c1} на 10...20 °С.
2. Определены температурные интервалы рекристаллизации, термостабилизации и термофиксации ПК из сталей 65Г и 20X13.
3. Оптимизация силовых условий процесса волочения обеспечивает расчетный график кривой упрочнения по переходам

Список литературы: 1. Околович А. Г. Исследование технологии изготовления стальных поршневых колец. Ползуновский вестник / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул, №1-2, 2009, с.256-259. 2. Пат. 2407621 РФ, МПК⁷ В23Р С1В23Р 15/06, В23F 37/00, С21D8/00. Способ изготовления стальных компрессионных и маслосъемных поршневых колец. Околович А. Г., Околович А. Г., Сизова А. Е. Заявитель и патентообладатель АлтГТУ им. И. И. Ползунова - №

УДК 62 242

Пластическая деформация пружинных сталей при волочении/ Г. А. Околович, В. И. Левков, Е. В. Петрова// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2012. - № 66 (972). – С. 37-41. – Бібліогр.:2 назв.

Розроблена технологія виготовлення сталевих поршневих кілець методом хо-лодної пластичної деформації при волочінні. Визначені режими термічної обробки при рекристалізаційному відпустці, термофіксації і термостабілізації. Виконано розрахунок ступеня пластичної деформації при волочінні. Промислові випробування кілець показали підвищення експлуатаційної стійкості в 1,5..2,0 рази порівняно з чавунними кільцями.

Ключові слова: сталеві поршневі кільця, волочіння; деформація, термічна обробка, рекристалізація, термостабілізація, термофіксація, полігонізація, дислокація.

The manufacturing techniques of steel piston rings are developed by a method of a cold plastic deformation at drawing. Modes of thermal processing are defined at recrystallisation holiday, thermofixing and thermostabilization. Calculation of degree of plastic deformation at drawing is executed. Industrial tests of rings have shown increase of operational firmness in 1,5. 2,0 times in comparison with pig-iron rings.

Keywords: steel piston rings, drawing, deformation, thermal processing, recrystallisation, thermostabilization, thermofixing, poligonizaciya, disposition.

УДК 621.646.42

Г. А. КРУТИКОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ "ХПІ";
М. Г. СТРИЖАК, аспірант, НТУ "ХПІ"

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

В статье получена универсальная математическая модель, отражающая совместное функционирование пневмопривода и редукционного клапана, проведены расчёты для приводов, где установлен редукционный клапан с пружинным и с электрическим управлением.

Ключевые слова: редукционный клапан, пропорциональное управление, машина точечной сварки, математическая модель

Введение.

Установка редукционного клапана (РК) в прижимных пневмоприводах, несмотря на отрицательное влияние на быстродействие пневмопривода, необходима для изменения в широких пределах усилия прижима привода, а также ввиду достаточно высоких требований к стабильности усилия прижима.

Цель исследования, постановка проблемы. Использование РК с электрическим управлением вместо традиционно используемых РК с пружинным управлением позволяет повысить быстродействие клапана. Улучшение пропускной способности существующих РК с пружинным управлением за счет жесткости пружины, условного прохода клапана, увеличения эффективной площади мембраны приводит к ухудшению устойчивости РК и, при работе в прижимных пневмоприводах это, в свою очередь, приводит к ярко выраженным колебательным процессам подвижных частей РК, снижающим долговечность и надежность работы мембранно-клапанного узла. Эффект от замены РК с пружинным управлением на РК с электроуправлением будет различным при разных условиях функционирования РК. Экспериментальное определение условий наиболее эффективного использования РК с электроуправлением является весьма трудоемким из-за большого числа параметров привода, определяющих эти условия.

Решение этой задачи возможно путем аналитического исследования

© Г. А. КРУТИКОВ, М. Г. СТРИЖАК, 2012