

Соломонов К. Н., Абашкин В. П // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением – 2008. – №5. – С. 44-48. **3. Потапов А. И.** Исследование напряженно-деформированного состояния и оценка вероятности разрушения металла на поверхности круглых заготовок при кузнечной протяжке / Потапов А. И. // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2008. – №3. – С. 96-100. **4. Сторожев М.В.** Теория обработки металлов давлением / М.В.Сторожев, Е.А.Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.

Надійшла до редколегії 04.11.2013

УДК 621.7

Дослідження впливу осадки і протяжки на механічні властивості та структуру поковок / Чухліб В. Л., Гринкевич В. О., Олійник Д. С., Старосек А. І., Ашкелянecь А. В., Борисенко А.Ю. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 42 (1015). – С.205–210. – Бібліогр.: 4 назви.

Выполнены исследования влияния технологических параметров осадки и протяжки при ковке на характеристики прочности стали 20. Проведен микроструктурный анализ металла после деформации. Определенная взаимосвязь между фактором формы, уковом при протяжке и осадке и пределом прочности и текучести.

Ключевые слова: осадка, протяжка, фактор формы, структура.

Investigation of the influence of the degree of deformation technological parameters of the draft and broaches, form factor, while forging operations on strength characteristics of steel 20. The performed structural analysis of metal after deformation. Derived relationship between the factors forms, scholarly during draft and broaches and limit of strength and fluidity.

Keywords: draft, broaches, scholarly, factor form, structure.

УДК 669.276

А. А. ШАПОВАЛ, канд. техн. наук, директор, Научно-производственное предприятие «Тангстен», Светловодск;

А. Г. МАРКЕВИЧ, начальник отдела международных отношений Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского;

Д. В. МОСЬПАН, канд. техн. наук, докторант, Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРОЦЕССЫ БЕСКОНТЕЙНЕРНОГО ПРЕССОВАНИЯ И ВИБРАЦИОННОГО ВОЛОЧЕНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ МАЛОПЛАСТИЧНЫХ ТРУДНОДЕФОРМИРУЕМЫХ МЕТАЛЛОВ

Разработан процесс и аппаратное оформление для реализации комбинированных процессов бесконтейнерного циклического прессования и вибрационного волочения малопластичных, труднодеформируемых материалов. Определены силовые и кинематические параметры процесса волочения с циклическим подпором. Разработано и внедрено на производстве устройство для осуществления двухступенчатого процесса вибрационного деформирования металла волочением и вдавливанием.

Ключевые слова: бесконтейнерное циклическое прессование, вибрационное волочение, режим обжатий, активный циклический подпор.

Введение. Вибрационное нагружение очага деформации позволяет реализовать процессы деформирования с благоприятной схемой нагружения – деформированного состояния металла, в частности, волочение с циклическим

подпором и бесконтейнерное вибрационное прессование прутков из труднодеформируемых сплавов. Высокоэффективными являются процессы со сложной траекторией нагружения металла, например, комбинированные процессы прессования и волочения.

Анализ последних исследований и литературы. В настоящее время для обеспечения конкурентоспособности на промышленных предприятиях Украины (ГП ИЦТС «Светкермет», ООО НПП «Тангстен») [1-2] внедряются новые интенсивные технологии обработки металлов, позволяющие обеспечить уменьшение затрат на производство, экономию таких дорогостоящих материалов как гафний и цирконий и вывести качество получаемой продукции на уровень лучших мировых аналогов. Отметим, что в работах, посвященных теории и технологии обработки тугоплавких металлов [3-4], технологические рекомендации носят общий характер.

Цель исследования, постановка проблемы. Основной целью исследований являлось исследование силовых параметров комбинированных процессов бесконтейнерного прессования и волочения и разработка устройств для аппаратурного оформления.

Материалы исследований. В работе [5] дано описание способа волочения с циклическим подпором, сущностью которого является циклическое защемление заднего конца металла, протягиваемого через вибрирующую вдоль оси волоку, в моменты получения им отрицательной скорости. Схема устройства для волочения с циклическим подпором, силовые и кинематические параметры процесса представлены на рис. 1.

Устройство включает вибрирующую волоку 1, через которую протягивается металл 2. Для циклического защемления металла перед входом в волоку установлен самотормозящийся клиновой зажим 3. С помощью пружины 4 осуществляется поджатие губок зажима к металлу. Зажим беспрепятственно пропускает металл в направлении волочения. Как только металл начинает двигаться в противоположном направлении, происходит его защемление и возникает усилие подпора. Эффективная сила волочения в данном случае может быть определена по формуле:

$$P_{эф} = \frac{P_n}{\pi} \left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{\beta}{\mu - 1} - \arccos \beta - \delta \right), \quad (1)$$

где: P_n – номинальное значение силы волочения;

$\beta = V_1/V_k = V_1/2A_0 \cos \omega t$ – скоростной показатель вибропроцесса;

A_0 – амплитуда колебаний; ω – циклическая частота;

V_k – колебательная скорость волоки;

V_1 – скорость волочения;

t – время.

Условием осуществления процесса является:

$$\beta \leq \mu - 1 \text{ или } V_1 \leq A_0 \omega (\mu - 1). \quad (2)$$

Из выражения (2) следует, что допускаемая скорость волочения и производительность процесса волочения с циклическим подпором по рассматриваемому способу ограничены параметрами вибрации инструмента.

Авторами [1] разработана схема процесса волочения с активным циклическим подпором, создаваемым при сообщении защемляющему органу колебаний, противоположных по фазе колебаниям волоки. На рис. 2

представлена схема процесса волочения с активным циклическим подпором. Обрабатываемый металл 1 с постоянной скоростью непрерывно протягивают через последовательно установленные по ходу процесса защемляющий орган 2, клиновидный самотормозящийся зажим 3, и волоку 3, которым сообщаются колебания в противоположных фазах. В моменты взаимного сближения волоки и зажима металл вдавливается в волоку, что и создает циклический подпор при волочении.

При волочении металла через вибрирующую вдоль оси волоку с постоянной скоростью движения тягового органа ($V_1 = const$) наблюдаются колебания скорости движения заднего конца металла. Так, считая скорость тягового органа V_1 абсолютной, а скорость колебания волоки $V_k = A_0 \omega \cos \omega t$ переносной, получим уравнение для относительной скорости входа металла в волоку:

$$V_0' = \frac{1}{\mu} V_1 - \frac{1}{\mu} A_0 \omega \cos \omega t. \quad (3)$$

Абсолютная скорость движения заднего конца металла равна сумме относительной V_0' и переносной V_k скоростей:

$$V_0 = \frac{1}{\mu} V_1 + \left(1 - \frac{1}{\mu}\right) A_0 \omega \cos \omega t. \quad (4)$$

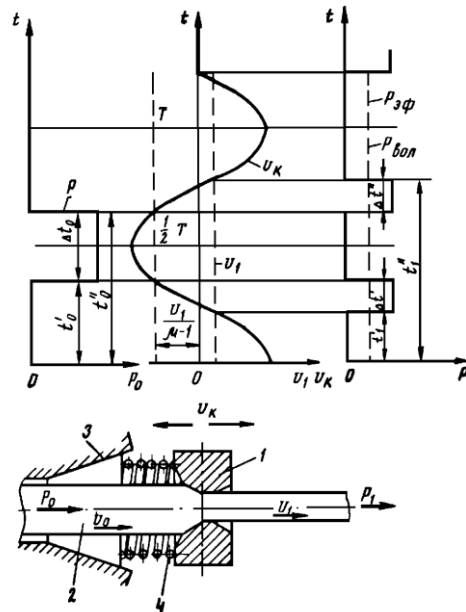


Рис. 1 – Схема, силовые и кинематические параметры процесса волочения с циклическим подпором

В процессе волочения металла с активным циклическим подпором при сообщении матрице и клиновому зажиму колебаний, противоположных по фазе, абсолютная скорость заднего конца металла $V_{он}$ в моменты вдавливания определяется соотношением между значениями скорости движения заднего конца металла V_0 (зависимость (4)), и колебательной скорости клинового зажима. Очевидно, что условием осуществления этого процесса является

$$A_n \omega \geq V_{он}, \quad (5)$$

т.е. вдавливание заднего конца металла в волоку клиновым зажимом наступает тогда, когда амплитудное значение колебательной скорости зажима превышает абсолютную скорость движения заднего конца металла при новом процессе вибрационного волочения. С учетом выражения (5) зависимость (4) примет следующий вид:

$$\frac{1}{\mu} V_{1н} - \left(1 - \frac{1}{\mu}\right) A_0 \omega \geq A_n \omega, \quad (6)$$

где $V_{1н}$ – скорость тягового органа в новом процессе.

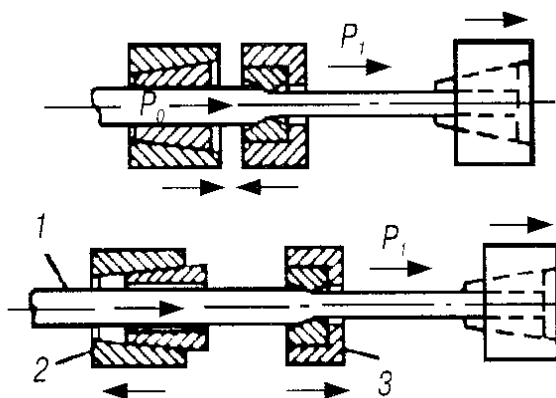


Рис. 2. – Схема процесса волочения с активным циклическим подпором

Возможности интенсификации предложенного процесса вибрационного волочения по сравнению с известным процессом, при котором циклический подпор создается в моменты получения задним концом металла отрицательной (направленной против хода волочения) скорости, можно определить по предельной скорости тягового органа. В соответствии с выражением (6) достигаемая скорость тягового органа в известном процессе в предельном случае составляет:

$$V_{1макс} = (\mu - 1) A_0 \omega. \quad (7)$$

Предельная скорость движения тягового органа в предложенном процессе, определенная из выражения (6), составит:

$$V_{1н макс} = A_0 \omega \left[\frac{\mu(A_0 + A_n)}{A_0} - 1 \right].$$

Примем:

$$(A_0 + A_n) / A_0 = K_A,$$

где K_A – коэффициент амплитуды колебания, отражающий относительное увеличение суммарной амплитуды колебаний инструментов в предложенном вибропроцессе по сравнению с известным.

Зависимость (7) приобретает следующий вид:

$$V_{1н макс} = A_0 \omega (\mu K_A - 1).$$

Коэффициент интенсификации процесса по предельно достигаемой скорости движения тягового органа при равенстве коэффициентов вытяжки и прочих одинаковых условиях в сравниваемых вариантах определяется, как:

$$E_v = \frac{V_{1н. макс}}{V_{1 макс}} = \frac{K_A \mu - 1}{\mu - 1}. \quad (8)$$

Из зависимости (8) следует, что сообщение клиновому зажиму колебаний в предложенном процессе с активным циклическим подпором дает возможность существенно интенсифицировать процесс волочения по предельно достигаемой скорости движения тягового органа. Это обусловлено тем, что моменты вдавливания металла в матрицу могут иметь место и в том случае, когда задний конец обрабатываемого металла движется по ходу волочения.

Эффективным методом повышения производительности процесса по достигаемому коэффициенту вытяжки металла за переход является использование двух деформирующих матриц с зажимами для прутка, на которые накладываются перемещения в противоположных фазах вдоль оси деформирования. Нами предложено устройство для осуществления двухступенчатого процесса вибрационного деформирования металла волочением и вдавливанием (рис. 3).

Устройство представляет собой вибровозбудитель, который содержит полый корпус 1 с торцами, выполненными в виде плоских мембран 2, 3. На мембране 2, первой на ходу волочения металла 4, смонтирован самотормозящийся зажим 5, в котором установлена матрица 6. Пружина 7 служит для начального прижатия губок 8 зажима 5 к металлу 4. На второй мембране 3 установлена вторая матрица 9, за которой размещен клиновый зажим 10. Для поджатия губок 11 зажима 10 к металлу предусмотрена пружина 12. Полый корпус заполнен рабочей средой 13 и соединен с источником импульсной ее подачи через отверстие 14.

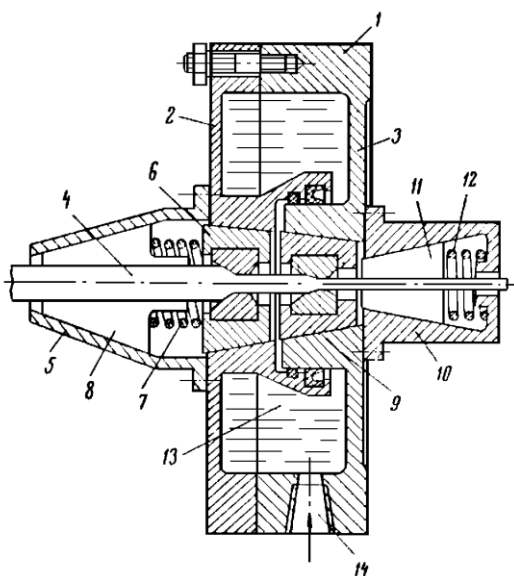


Рис. 3. – Устройство для деформирования металла волочением и вдавливанием

Заготовка с предварительно заостренным концом вводится в устройство, и в вибровозбудитель подается жидкость, находящаяся под пульсирующим давлением. Под действием каждого импульса давления жидкости мембраны прогибаются наружу. При этом первая по ходу матрица 6 получает движение навстречу металлу, передний конец которого защемляется зажимом 10, движущимся по ходу металла. Таким образом, металл за время нарастания импульса давления протягивается через первую матрицу 6 на длину, равную сумме перемещений за это время матрицы 6 и зажима 10. В период нарастания давления в вибровозбудителе вторая матрица 9 движется по ходу металла и не деформирует его. В период спада давления жидкости упругие мембраны возвращаются в исходное положение. При этом матрица 9 движется навстречу металлу, задний конец которого защемляется зажимом 5, движущимся по ходу металла. За время спада импульса давления происходит вдавливание металла в матрицу 9 на длину, равную сумме перемещений за это время матрицы 9 и зажима 5. При новом импульсе давления цикл повторяется.

На рис. 4 представлена схема устройства, реализованная нами в промышленных условиях. Под действием эксцентрикового привода волокна 3 и 4 с волокодержателями 1 и 2 совершают противофазные колебания вдоль оси волочения. В момент взаимного расхождения волокодержателей 1 и 2 первая по ходу волочения волокна 3 и зажим 8 движутся навстречу металлу 5. Волокна 4 и зажим 7 движутся по ходу металла 5. При этом задний конец металла зажимается зажимом 7 и вдавливается в волокно 3. Передний конец металла 5 движется совместно с волокном 4 и беспрепятственно проходит через расклинившийся зажим 8. Обжатия металла 5 в волокне 4 не происходит. В момент взаимного сближения волокодержателей 1 и 2 передний конец металла 5 зажимается зажимом 8 и протягивается через волокно 4. Обжатия металла в волокне 3 не происходит. В первой волокне 3 осуществляют циклическое вдавливание металла. Во второй волокне 4 происходит процесс волочения.

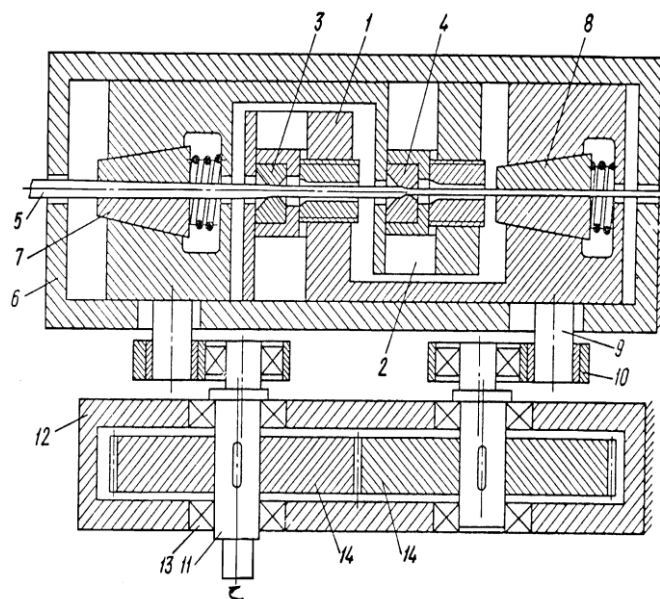


Рис. 4. – Устройство для реализации схемы «вдавливание – волочение»

Выводы: Нагружение металла по сложной траектории (волочение – вдавливание) обеспечивает снижение деформирующих сил и уровня остаточных внутренних напряжений. Однако этот способ деформирования с последовательным осуществлением операций волочения и вдавливания применяется при обработке прутков из тугоплавких металлов таких как цирконий и гафний, которые имеют запас пластичности, достаточный для обработки путем волочения. В отдельных случаях это обстоятельство ограничивает сортамент обрабатываемых изделий. В частности, комбинированный процесс «волочение–вдавливание» не может быть использован при обработке полученных из спеченных штабиков ротационной ковкой или прокаткой вольфрамовых и молибденовых прутков. Для обработки малопластичных металлов и сплавов предпочтительной является схема нагружения «вдавливание – волочение». Это позволяет увеличить общее обжатие металла за один проход и осуществлять деформацию малопластичных материалов посредством осесимметричных процессов.

Список литературы: 1. Шаповал А.Н. Интенсивные процессы обработки давлением вольфрама и молибдена / Шаповал А.Н., Горбатюк С.М., Шаповал А.А. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2006, – 352с. 2. Драгобецкий В.В. Опытнo-промышленный стан для бесконтейнерного вибрационного прессования вольфрамовых и молибденовых прутков / В.В. Драгобецкий, А.А. Шаповал, Д.В. Савелов и др. – Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА, 2012. – №4(33). – С. 257-261. 3. Корнеев Н.И. Обработка давлением тугоплавких металлов и сплавов / Н.И. Корнеев, С.Б. Певзнер, Е.И. Разуваев и др. – М.: Металлургия, 1975. – 440 с. 4. Карпачев Д.Г. Тугоплавкие металлы и сплавы / Д.Г. Карпачев, Е.Д. Доронькин, С.А. Цукерман и др. – М.: Металлургия, 1977. – 240 с. 5. В.М. Клименко Вибрационная обработка металлов давлением / Клименко В.М., Шаповал В.Н. Киев: Техника. – 1977. – 128с.

Надійшла до редколегії 30.10.2013

УДК 669.276

Комбинированные процессы бесконтейнерного прессования и вибрационного волочения при обработке малопластичных труднодеформируемых металлов // Шаповал А.А., Маркевич А.Г., Мосьпан Д.В. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 42 (1015). – С. 210–216. Библиогр.:5 назв.

Розроблено процес і апаратурне оформлення для реалізації комбінованих процесів бесконтейнерного циклічного пресування і вібраційного волочіння малопластичних, труднодеформуємих матеріалів. Визначено силові та кінематичні параметри процесу волочіння з циклічним підпором. Розроблено та впроваджено на виробництві пристрій для здійснення двоступеневого процесу вібраційного деформування металу волочінням і вдавлуванням.

Ключові слова: безконтейнерне циклічне пресування, вібраційне волочіння, режим обтисків, активний циклічний підпор.

The authors develop the process and tanking for realizing combined processes of the containerless cyclic pressing and vibratory drawing of the low-plastic and hardly-deformed metals. The article defines the power and kinematic parameters of the drawing with the cylindrical backup. The device, meant for the two-stage process of vibratory metal deformation with drawing and impression, is created and implemented into manufacture.

Key words: containerless cyclic pressing, vibratory drawing, draughting schedule, active cylindrical backup.