

УДК 669.01.45

Драгобецкий В. В.
Шаповал А. А.
Савелов Д. В.
Маркевич А. Г.

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ СТАН ДЛЯ БЕСКОНТЕЙНЕРНОГО ВИБРАЦИОННОГО ПРЕССОВАНИЯ ВОЛЬФРАМОВЫХ И МОЛИБДЕНОВЫХ ПРУТКОВ

Бесконтейнерное вибрационное прессование (БВП) – новый процесс обработки давлением прутков из труднодеформируемых металлов и сплавов. Суть процесса заключается в том, что прутки подают в матрицу импульсами силы и подачи с полной периодической разгрузкой очага деформации [1].

Бесконтейнерное прессование (вдавливание металла в матрицу) в настоящее время применяется как вспомогательная операция при заправке прутков в матрицу перед волочением, однако возможность бесконтейнерного прессования труднодеформируемых металлов и сплавов в результате неравномерного всестороннего сжатия в очаге деформации позволяет считать его самостоятельным процессом ОМД [2].

Шаповалом А. Н. разработан [3] интенсивный процесс БВП, при котором подающему органу и матрице сообщаются гармонические колебания в противоположных фазах. Реализация этого процесса на традиционном оборудовании невозможна, в связи с чем авторами разработан и усовершенствован комплекс специального оборудования и инструмента.

Целью работы является создание специального стана для БВП прутков из тугоплавких металлов – вольфрама и молибдена.

Для реализации процессов бесконтейнерного вибрационного прессования и волочения в условиях вибрационного нагружения прутков из тугоплавких металлов разработан опытно-промышленный стан. На рис. 1 приведена схема компоновки оборудования стана.

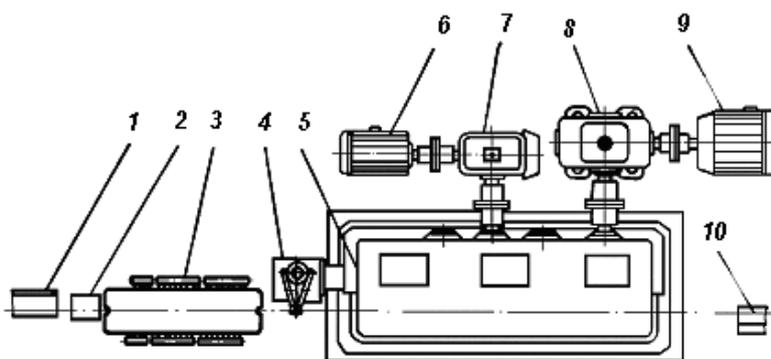


Рис. 1. Схема стана для бесконтейнерного вибрационного прессования прутков из тугоплавких металлов

Стан содержит подающий ролик 1, блок смазки 2, нагревательную газовую печь 3, вибродеформирующий узел 4, гусеничный тяговый орган 5 с приводным двигателем 9 и редуктором 8, приёмный ролик 10. Механизм сведения и разведения цепей гусеничного тягового органа выполнен в 2-х исполнениях: а) с электрическим приводом посредством редуктора 7 с приводным управляемым электродвигателем постоянного тока 6; б) с гидравлическим приводом (см. ниже).

Гусеничный тяговый орган (рис. 2) представляет собой установленную на основании 1 систему из 2-х бесконечных цепей 3, огибающих приводные звёздочки 9 и направляющие 2. На звеньях цепей закреплены призматические подающие элементы 4 с ромбическими вырезами,

образующими канал для обрабатываемого прутка. Ролики 5, установленные на звеньях цепей, обкатываются при их движении по дорожкам качения, выполненным в направляющих 2. Натяжение цепей осуществляется с помощью гидроцилиндров 6 с пружинами 8 и клапанами 7.

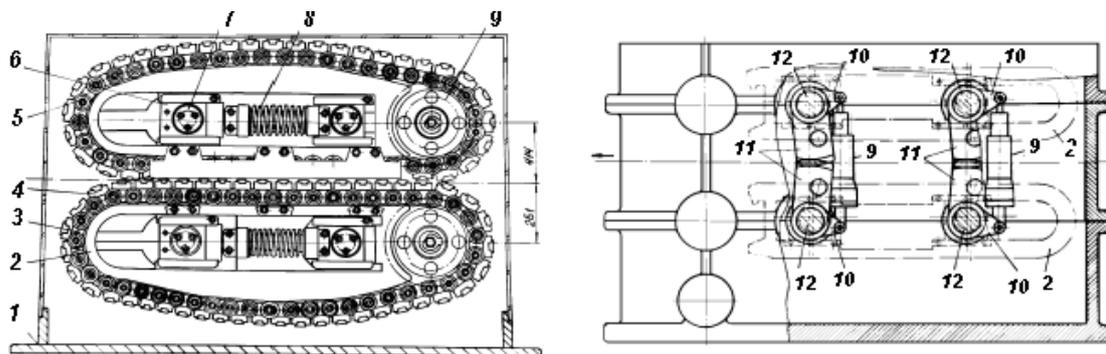


Рис. 2. Гусеничный тяговый орган стана для бесконтейнерного циклического прессования прутков из тугоплавких металлов

Создание силы прижима цепей и их разведение, в альтернативном варианте, осуществляется с помощью системы гидроприжима, содержащей: гидроцилиндры 9, рычаги 10, зубчатые секторы 11 и эксцентрики 12. Направляющая 2 каждой цепи посредством подшипников скольжения установлена на эксцентриках 12. При помощи рычага 10 эксцентрики 12 могут поворачиваться на некоторый угол под действием гидроцилиндров 9. Зубчатые секторы 11 служат для согласования поворота эксцентриков, относящихся к отдельным направляющим. При одновременном включении гидроцилиндров происходит согласованный поворот эксцентриков и перемещение направляющих в вертикальной плоскости. Этим достигается сведение или разведение цепей. Сила зажима прутка в цепях регулируется изменением давления в питающих магистралях гидроцилиндров.

На рис. 3 приведена кинематическая схема вибродеформирующего узла стана

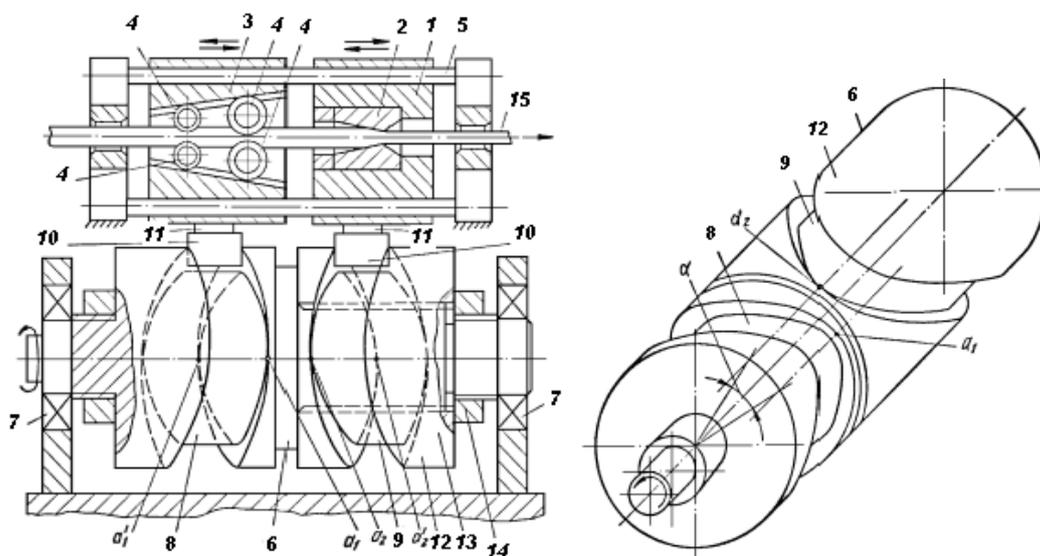


Рис. 3. Вибродеформирующий узел стана

Вибродеформирующий узел содержит волокодержатель 1 с волокой 2, клиновой самотормозящийся зажим, состоящий из установленных в корпусе 3 клиновых элементов 4 – тел вращения, направляющих 5, и привод для создания осевых колебаний волоки и зажима. Указанный привод состоит из кулачкового вала 6, установленного в опорах вращения 7, на котором выполнены замкнутые по периметру пазы 8 и 9. Ролики 10, установленные на осях 11, соединённых с волокодержателем и корпусом зажима, входят в пазы 8 и 9 кулачкового вала.

Пазы 8 и 9 наклонены относительно плоскости, перпендикулярной оси вала 6, в противоположные стороны и имеют перегибы (точки реверса a_1, a'_1, a_2, a'_2 , причём на каждом пазу имеются по две точки реверса, расположенные диаметрально противоположно (со сдвигом на 180°). Паз 9 выполнен во втулке 12, насаженной на вал 6 посредством шлицевого соединения 13 и фиксируемой на валу 6 в осевом направлении посредством гаек 14. Втулка 12 установлена на барабане таким образом, чтобы точки реверса a_1, a'_1 паза 8 были сдвинуты по отношению к точкам реверса a_2, a'_2 паза 9 в окружном направлении по ходу вращения вала 6 (направление вращения барабана на рис. 3 показано стрелками) на угол α , составляющий $3-10^\circ$. Шлицевое соединение 13 между валом 6 и втулкой 12 позволяет изменять угол сдвига α в указанных выше пределах и фиксировать втулку 12 на барабане в заданном положении.

Обрабатываемый металл 15 пропускают через клиновидный зажим, подают до упора в волоку 2 и включают привод вращения барабана. Ролики 10, а с ними волокодержатель 1 и корпус 3 клиновидного зажима, взаимодействуя с пазами 8 и 9 кулачкового вала 6, получают возвратно-поступательные противофазные перемещения по направляющим 5. Таким образом, деформирование металла 15 осуществляется циклическим вдавливанием его в волоку. В том случае, когда к металлу приложено тянущее усилие от тягового органа, реализуется процесс волочения с циклическим подпором со стороны клиновидного зажима. В этом случае перемещение металла через волоку в моменты расхождения волокодержателя и зажима осуществляется тяговым органом. Конструкцией узла предусмотрено опережение во времени колебаний волокодержателя по отношению к колебаниям корпуса клиновидного зажима, которое достигается сдвигом в направлении вращения барабана 6 точек реверса a_1, a'_1 паза 8 по отношению к точкам реверса a_2, a'_2 паза 9 на угол, равный $3-10^\circ$. Благодаря этому (рис. 4) волокодержатель с волокой 2 начинает свое перемещение на сближение с корпусом 3 клиновидного зажима еще в тот момент, когда он продолжает удаляться, за счет чего металл 15 получает импульс силы в направлении заклинивания в зажиме, заклинивает клиновидные элементы 4 в корпусе 3 и в последующем полупериоде колебаний зажима вдавливается в волоку 2 без потери амплитуды колебаний зажима.

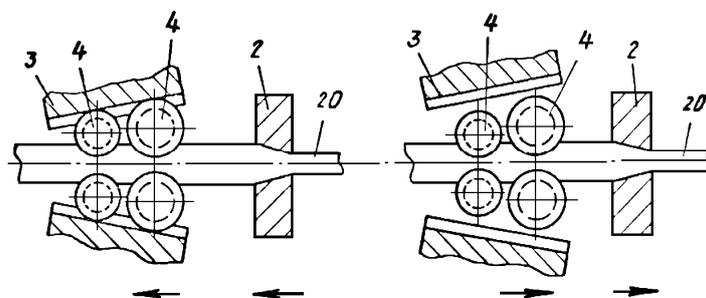


Рис. 4. Кинематика взаимодействия системы «зажим – волока» (обозначения позиций – по рис. 3)

В табл. 1 приведена техническая характеристика стана.

Ответственным элементом вибродеформирующего узла является клиновидный зажим, от надежности и быстродействия срабатывания которого зависит производительность бесконтейнерного вибрационного прессования.

На рис. 5 приведен чертеж зажима для металла, который состоит из корпуса 1, двух зажимных губок 2, направляющих 3, регулировочных клиньев 4, роликов 5, регулировочных винтов 6. На опорных поверхностях губок и направляющих выполнено по два одинаковых радиусных углубления с радиусом R , равным $1-2$ диаметрам ролика. Пруток 7 защемляется в губках 2 и вдавливается в волоку 1 при смещении корпуса 1 «на вдавливание». При противоположном движении система «губки 2 – ролики 5 – направляющие 3» расклинивается и беспрепятственно пропускает металл 7, транспортируемый волокой 1 за счет сил трения на контактных поверхностях очага деформации.

Таблица 1

Техническая характеристика стана для бесконтейнерного вибрационного прессования прутков из тугоплавких металлов

Сила прессования, макс., кН	50
Сила волочения, макс., кН	20
Средняя скорость прессования, м/с	0,5
Скорость волочения, м/с	0-0,5
Температура нагрева прутков, °С, макс	1300
Частота колебаний инструментов, Гц	0-20
Амплитуда колебаний, мм	1-5
Диаметр обрабатываемых прутков, мм:	
– бесконтейнерным прессованием	7...4
– волочением с циклическим подпором	5...3
Коэффициент вытяжки, макс.:	
– молибден	1,3
– вольфрам	1,2
Установленная мощность электродвигателей, кВА	14
Габариты стана, мм	4500 × 2300 × 1200
Масса стана, кг	3150

В зажиме для металла реализуется ряд конструктивных мер, направленных на уменьшение массы подвижных деталей и теплоотвода от обрабатываемого металла. Выполнение зажимных губок не клиновыми, а плоскими позволяет существенно уменьшить их массу. Уменьшение массы подвижных частей зажима достигается также в результате размещения регулировочных клиньев не на губках, а между корпусом и направляющими. Это уменьшает частоту собственных колебаний зажима и повышает его быстродействие. Указанные меры позволяют применять зажим при деформировании металла, нагретого до высоких температур.

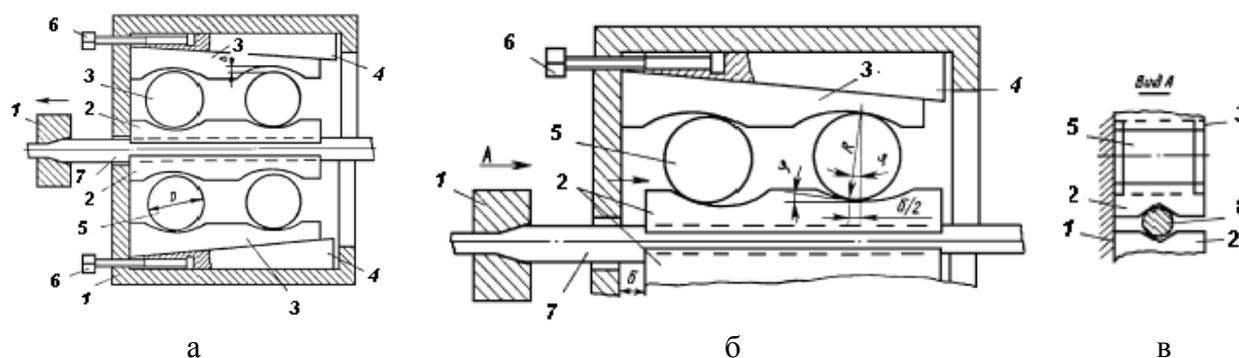


Рис. 5. Зажим для металла:

а – в момент свободного прохождения металла; б – в момент защемления металла; в – вид «А» на рис. 5, б; R – радиус углубления в губках 2

Дальнейшее развитие конструкции зажима иллюстрируется рис. 6.

Зажим состоит из корпуса 1, по меньшей мере двух зажимных губок 2, пружин 3, направляющих 4, регулировочных клиньев 5, двух на каждую губку промежуточных тел 6, выполненных в виде пластин с радиусными концами. На опорных поверхностях губок и направляющих выполнены одинаковые радиусные углубления по числу промежуточных тел, которые своими концами помещены в углубления.

Зажим работает следующим образом. При движении вибрирующей матрицы 7 влево (рис. б) обрабатываемый металл 8 не деформируется, а транспортируется матрицей через зажимные губки 2, которые удерживаются пружинами 3 и под действием сил трения со стороны металла получают некоторое незначительное перемещение влево. При движении матрицы 7 вправо (см. стрелку на рис. б) металл 8 за счет трения о губки стремится сдвинуть их вправо, что ведет к соответствующему уменьшению угла φ наклона промежуточных тел 6 и расстояния Δ между губками 2, чем и обеспечивается зажатие металла губками.

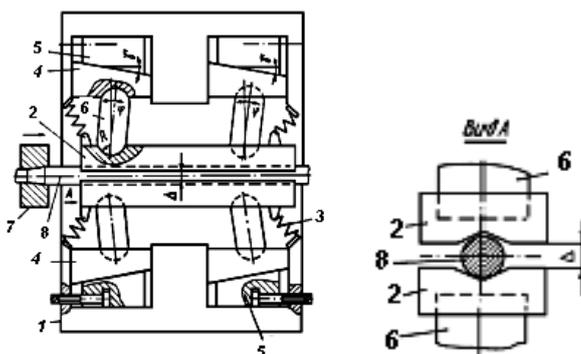


Рис. 6. Зажим для металла:

R – радиус закругления промежуточных тел 6; φ – угол наклона промежуточных тел 6 к плоскости, перпендикулярной к оси прессования; γ – угол наклона клиньев 5 к оси прессования; Δ – расстояние между губками 2

В зажиме для металла достигается повышение надежности заземления металла и быстродействия. Выполнение промежуточных тел в виде пластин позволяет существенно уменьшить их массу. Это уменьшает частоту собственных колебаний зажима; повышается быстродействие зажима и, следовательно, производительность процесса циклического деформирования металла. Снабжение промежуточных тел 6 отдельными направляющими 4 с индивидуальными регулировочными клиньями 5 позволяет достичь строгой параллельности зажимных губок 2, тем самым равномерного распределения давления губок на металл 8. Это предотвращает проскальзывание металла относительно губок и способствует дополнительному повышению производительности процесса. Уменьшение массы промежуточных тел снижает интенсивность теплоотвода от губок к направляющим, позволяя тем самым деформировать металл при более высоких температурах.

ВЫВОДЫ

Для реализации разработанных процессов бесконтейнерного вибрационного прессования прутков и волочения в условиях вибрационного нагружения впервые создан стан с вибродеформирующим узлом, обеспечивающим противофазные колебания подающего органа и деформирующего инструмента – волокни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаповал В. Н. Разработка устройства для многоступенчатого вибрационного волочения металла / В. Н. Шаповал, В. Н. Проценко // *Вісник Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського.* – Кременчук : КНУ, 2007. – Вип. № 6(47), частина 1. – 2007.
2. Шаповал А. Н. Интенсивные процессы обработки давлением вольфрама и молибдена / А. Н. Шаповал, С. М. Горбатюк, А. А. Шаповал. – М. : Руда и металлы, 2006. – 352 с.
3. Шаповал А. Н. Разработка и внедрение новых процессов вибрационного деформирования прутков и проволоки из тугоплавких металлов : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. Н. Шаповал. – Москва, 1984. – 24 с.

Драгобецкий В. В. – д-р техн. наук, проф. КрНУ им. М. Остроградского;
 Шаповал А. А. – канд. техн. наук, дир. НПП «Тангстен»;
 Савелов Д. В. – канд. техн. наук, доц. КрНУ им. М. Остроградского;
 Маркевич А. Г. – ст. преп. КрНУ им. М. Остроградского.

КрНУ – Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского, г. Кременчуг.
 НПП «Тангстен» – Научно-производственное предприятие «Тангстен», г. Кременчуг.

E-mail: vldrag@kdu.edu.ua; tungsten@yandex.ru;
 savelov@vizit-net.com; andrii.markevych@gmail.com

Статья поступила в редакцию 18.10.2012 г.