

УДК 621.778.06-868

## РАЗРАБОТКА БАЗОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ВИБРОДЕФОРМИРУЮЩЕГО УЗЛА ДЛЯ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ВОЛОЧЕНИЯ

Шановал В.Н., д. т. н., проф., Проценко В.Є., студ.

Кременчугский государственный политехнический университет

Полтавская обл., г. Кременчуг, вул. Первомайская, 20

Познанский В.И., к.т.н., доц.

Днепропетровский университет экономики и права

E-mail: [Vldrag@polytech.poltava.ua](mailto:Vldrag@polytech.poltava.ua)

Виконано кінематичне вдосконалення віброприводу прийняттям відповідних конструктивних рішень і розроблено двоступінчатий вібродеформуючий пристрій для волочіння високоміцних сталей і тугоплавких металів з використанням протифазних осьових і кутових коливань волочильного інструменту.

**Ключові слова:** проволочка, коливання, вібропроцес, віброустановка.

Kinematical improvement of vibration drive by structural means was done and two step-like vibrodeformation apparatus with using antiphased axis and angle oscillations which correspond to technological particulars of hardily-deformed metals was developed in the given paper.

**Key-words:** wire, oscillations, vibroprocess, vibroinstallation.

**Введение.** При вибрационном нагружении достигаются условия деформирования, существенно отличные от тех, которые имеют место при традиционных методах обработки. Рациональное использование особенностей вибропроцесса позволяет снизить рабочие усилия, достичь равномерности деформации и более интенсивно деформировать металл. Открываются возможности деформирования высокопрочных и малопластичных материалов.

**Анализ предыдущих исследований.** Известно, что строго поочередное нагружение волок, вибрирующих вдоль оси в противоположных фазах, обеспечивается при соотношении амплитуд их колебаний, определяемом зависимостью  $A_{02}/A_{01}=\mu_2$ , где  $A_{01}$ ,  $A_{02}$ —амплитуда продольных колебаний соответственно первой по ходу волочения и второй волок;  $\mu_2$ —коэффициент вытяжки металла во второй волоке [1] При выполнении указанного соотношения достигается максимальная степень снижения силы волочения при вибрации, которая может быть использована для повышения вытяжки металла в волоках. Следовательно, при выполнении указанного соотношения обеспечивается максимальная производительность устройства.

Для различных материалов и сплавов, характеризующихся существенным различием физико-механических свойств, величина допускаемой вытяжки  $\mu_2$  во второй волоке изменяется в весьма широких пределах [4].

**Цель работы** – расширение диапазона плавного изменения соотношения между амплитудами колебаний волок, тем самым повышение производительности устройства при одновременном упрощении его конструкции и регулировки.

**Материалы и результаты исследования.** Поставленная цель достигается в устройстве (рис. 1),

ко-торое содержит два установленных по ходу волочения волокодержателя 1 и 16 с волоками 17 и 18 через которые протягивается обрабатываемый металл 2.

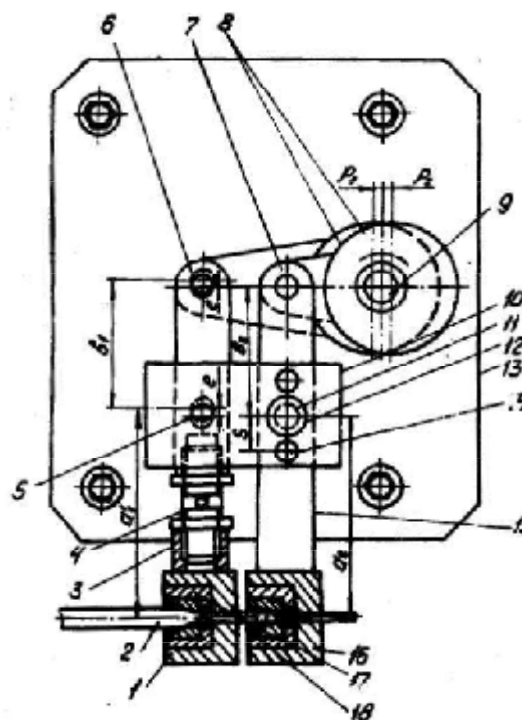


Рисунок 1– Вибрационная установка с односторонним расположением волокодержателей

Волокодержатели закреплены на концах рычагов 3 и 15, установленных на шарнирных опорах и присоединенных с помощью шарниров к шатунам эксцентриковых вибровозбудителей 8, смонтированным на общем приводном валу 9 со сдвигом эксцен-

триситетов  $\rho_1$  и  $\rho_2$  на  $\pi$  радиан относительно друг друга.

Шарнирная опора рычага 15 выполнена в виде закрепленного на корпусе кронштейна 10, в котором выполнен ряд отверстий 14 под съемную ось 12. Соосно отверстиям 14 в кронштейне 10 такие же отверстия имеются в рычаге 15. В отверстия запрессованы втулки из антифрикционного материала.

Шарнирная опора 5 рычага 3 представляет собой установленную в кронштейне 10 эксцентриковую ось 5 с эксцентриситетом  $e$ . Такой же эксцентриситет имеет эксцентриковая ось шарнира 6, с помощью которого рычаг 3 соединен с шатуном соответствующего вибровозбудителя. При согласованном повороте эксцентриковых осей на некоторый угол происходит плоскопараллельное перемещение рычага 34 при этом волокодержатель 1 с волокой 17 уходит с оси волочения. Для выхода волокодержателя 1 на ось волочения предусмотрено резьбовое соединение его с рычагом 3, содержащее регулировочный винт 4 с контргайками. Таким образом, вывод волокодержателя 1 на ось волочения сопровождается изменением плеча  $a_1$  рычага 3.

Настройку вибропривода производят следующим образом.

Определив отношение амплитуд  $A_{02}/A_{01}$  в нерегулируемом, исходном состоянии устройства, сравнивают это отношение с заданным, равным  $\mu_2$ . В случае, если величина

$$\frac{A_{02}}{A_{01}} = \frac{r_2}{r_1} \times \frac{a_2}{b_2} = \frac{e_2}{e_1} k \quad (1)$$

незначительно отличается от  $\mu_2$ , то оставив съемную ось 12 в центральном отверстии 11, производят регулировку отношения путем поворота эксцентриковых осей 5 и 6 и соответствующего изменения длины плеча  $a_1$  рычага 3 с помощью резьбового соединения 4. Необходимая величина  $a_1$  может быть определена в данном случае из соотношения

$$\frac{A_{02}}{A_{01}} = \frac{r_2}{r_1} \times \frac{a_2}{a_1} = m_2,$$

откуда

$$a_1' = \frac{r_2 a_2}{r_1 m_2}.$$

В случае, если величина  $\frac{A_{02}}{A_{01}} = k \frac{r_2}{r_1}$  существ-

венно отличается от заданной величины  $\frac{A_{02}}{A_{01}} = m_2$

и оказывается невозможным получить требуемое соотношение  $A_{02}/A_{01}$  путем изменения плеча одного лишь рычага 3, следует изменить отношение плеч рычага 15 путем перестановки съемной оси 12 из центрального отверстия 11 в одно из соседних. При

этом, если  $k \frac{r_2}{r_1} > m_2$ , съемную ось 12 переставляют

в нижнее на чертеже отверстие, что ведет к умень-

шению амплитуды  $A_{02}$  и, следовательно, уменьшает отношение  $A_{02}/A_{01}$ .

При  $k \frac{r_2}{r_1} < m_2$  съемную ось 12 устанавливают в

верхнее на чертеже отверстие, тем самым повышая амплитуду  $A_{02}$  и увеличивая отношение  $A_{02}/A_{01}$ .

Точного выполнения соотношения  $\frac{A_{02}}{A_{01}} = \mu_2$  дос-

тигают регулировкой длины плеча  $a_1$  рычага 3, которая может быть определена из соотношения

$$\frac{A_{02}}{A_{01}} = \frac{r_2 (a_2 \pm s) b_1}{r_1 (b_1 \pm m_s) a_1},$$

откуда

$$a_1' = \frac{r_2 (a_2 \pm s) b_1}{r_1 (b_1 \pm m_s) m_2} \quad (2)$$

Знак "+" в числителе ставится при перестановке съемной оси 12, ведущей к повышению амплитуды  $A_{02}$  (в верхнее на чертеже отверстие), знак "-" при перестановке, ведущей к понижению  $A_{02}$ .

Одной из важнейших характеристик установки для вибрационного волочения является скоростной показатель вибропроцесса  $\beta$ , представляющий собой отношение скорости волочения к амплитудному значению скорости колебания волокна:

$$\beta = \frac{u_1}{2pnA_0}.$$

Учитывая, что по роду устройства вибропривода, волокна получают колебания одинаковой частоты  $n$ , соотношения между их колебательными скоростями можно изменять лишь за счет изменения амплитуды. Следовательно, оптимальный режим вибропроцесса достигается при

$$\beta_1 = \frac{u_1}{2pnA_{01}} = \beta_2 = \frac{u_2}{2pnA_{02}}, \quad (3)$$

где  $A_{02}$ ,  $A_{01}$  – амплитуда колебания соответственно второй и первой волок.

При выполнении эксцентриситетов эксцентрикового вибрационного привода двух волок с соблюдением соотношения

$$\frac{r_2}{r_1} = m_2 \quad (4)$$

и при одинаковых соотношениях длин плеч рычагов это автоматически обеспечивает выполнение равенства (3).

Тем не менее, реализация данного предложения может быть связана с рядом осложнений. Первое из них состоит в том, что в зависимости от обрабатываемого материала и принятого режима его деформации коэффициент вытяжки  $\mu_2$  может изменяться в весьма широких пределах. Это требует изменения эксцентриситета, по крайней мере, одного из вибровозбудителей, что ведет к существенному усложнению конструкции вибровозбудителя.

Второе затруднение заключается в возможной несогласованности условия (3) с другим условием, обеспечивающим уравнение масс вибровозбудителей:

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{m_1}{m_2} \quad (5)$$

Учитывая изложенное, представляется целесообразным выполнять вибровозбудители с соблюдением условия (5), а требуемое соотношение между амплитудами колебания волок обеспечивать путем изменения соотношения длин плеч рычагов-волокодержателей:

$$A_{01} = \frac{b_1}{a_1} r_1 = k_1 r_1 ;$$

$$A_{02} = \frac{b_2}{a_2} r_2 = k r_2 .$$

При конструировании вибрационного привода волок необходимо соблюсти ряд условий [3], в частности, следующие:

1) вибровозбудители волок должны иметь различные эксцентриситеты;

2) весь вибрационный механизм должен быть плоским, т. е. центры масс всех вибрирующих звеньев должны лежать в одной плоскости.

Выполнение первого условия требует, чтобы вибромассы всех эксцентриковых вибровозбудителей были различными; меньшую массу должен иметь вибратор с большей амплитудой.

Второе условие может быть выполнено в том случае, если конструкция вибровозбудителей волок будет симметричной относительно плоскости, в которой находятся все вибрирующие массы.

На рис. 2 показан узел вибровозбудителей волок, в котором выполнены названные условия.

Узел содержит два эксцентрика 4, 8 с одинаковыми эксцентриситетами  $r_1$ , объединенные общим корпусом 7, между которыми размещен эксцентрик 6 с эксцентриситетом  $r_2$ . Для присоединения к рычагам-волокодержателям соответствующих волок эксцентриковые вибровозбудители снабжены шатунами 1 и 2, прикрепленными к корпусам. Для пропуска шатуна 2 вибровозбудителя второй волоки в корпусе 7 имеется специальное окно.

При вращении приводного вала 3 расстояние между осями отверстий в шатунах 1 и 2 циклически изменяется, чем и обеспечивается вибрация рычагов-волокодержателей с волокнами в противоположных фазах.

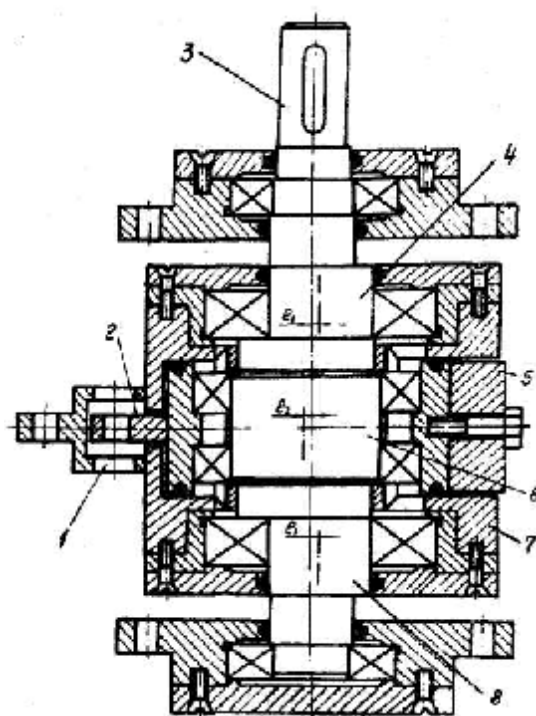


Рисунок 2 – Узел привода вибровозбудителя

**Выводы.** Благодаря увеличению диапазона плавного изменения отношения  $A_{02}/A_{01}$  амплитуд колебаний волок в предлагаемом устройстве обеспечивается достижение оптимального режима вибропроцесса [2] и максимальной производительности при волочении проволоки из труднодеформируемых металлов; при этом переход от одного материала проволоки на другой не требует реконструкции устройства, а лишь настройки на иное соотношение  $A_{02}/A_{01}$ , что осуществляется весьма просто, т. к. не требует перемещения корпуса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство СССР №907922, кл. В 21 С 1/00, 1980.
2. Клименко В.М., Шаповал В.Н. Вибрационная обработка металлов давлением. Киев: Техніка, 1977.
3. Шаповал В.Н., Маслов В.Е., Чиглаков Н.М. Вибрационные приводы в металлообработке. – К.: Техніка, 1983.
4. Шаповал В.Н. Теоретическое обоснование, разработка и внедрение высокопроизводительных процессов вибрационного волочения и прессования труднодеформируемых материалов. Автореферат докт. тех. наук. – М., 1989.

Статья поступила 10.09.2007  
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.  
Саленком А.Ф.