

УДК 621.01

ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫЙ СИНТЕЗ ПРЯМОЛИНЕЙНО-ОГИБАЮЩЕГО МЕХАНИЗМА ГЛАДИЛЬНОГО ПРЕССА

© 2009 г. А.В. Владимиров, А.Г. Головки

Южно-Российский государственный университет
экономики и сервиса, г. ШахтыSouth-Russian State University
of the Economy and Service, Shahty

Представлена методика определения параметров приближенного прямолинейно-огигающего механизма гладильного пресса, основанная на интерполяции функции шатунной кривой. Получены кинематические зависимости, определяющие основные параметры прямолинейно-огигающего механизма гладильного пресса по заданной длине участка приближения, отклонению от прямолинейной траектории и скольжению между дугой окружности, образующей рабочую поверхность подвижной подушки гладильного пресса и прямой, образующей неподвижную подушку пресса. Представлено описание гладильного пресса со сложным движением исполнительного органа на основе прямолинейно-огигающего механизма.

Ключевые слова: прямолинейно-огигающий механизм; интерполяционный синтез; гладильный пресс.

The technique of definition of parameters of the mechanism approximated rectilinearly-bending around ironing the press based on interpolation of function is submitted. The kinematic dependences determining key parameters rectilinearly-bent around of the mechanism ironing press on the set length of a site of approximation, to a deviation from a rectilinear trajectory and to sliding between an arch of the circle forming a working surface of a mobile pillow ironing press and a straight line, forming a motionless pillow press are received. The description ironing press with complex movement of an agency on a basis rectilinearly - bent around the mechanism is submitted.

Keywords: rectilinearly-enveloped mechanism; approximated synthesis; press of the ironing.

Современное оборудование для влажно-тепловой обработки (ВТО) основано на исполнительных механизмах, рабочие органы которых либо с плоскими поверхностями и двигаются поступательно, либо образованы окружностью и двигаются вращательно. Электромеханические прессы с поступательным движением рабочего органа не обеспечивают необходимого усилия при минимальной мощности привода, поскольку работа привода неэффективно затрачивается на сжатие покрытия рабочих поверхностей, упругую деформацию звеньев, преодоления сил трения в кинематических парах, которые в этом случае значительно больше, так как больше усилие прессования при том же удельном давлении. Применение пневмо- и гидроприводов усложняет конструкцию и повышает стоимость. Ротационные машины (каландры) имеют узкое технологическое назначение и применяются для обработки плоских изделий, а также уступают в качестве обработки гладильным прессам. Независимо от типа привода гладильные прессы и каландры обладают высокими энергозатратами и материалоемкостью, низким КПД.

Для устранения указанных выше недостатков предлагается конструкция обжимного гладильного пресса, созданного на основе прямолинейно-огигающего механизма (рисунок). Такой пресс содержит верхнюю подушку 3, соединенную с приводным механизмом, состоящим из ведущего кривошипа 6, ползуна 7, приводного звена 5, ползуна 8 и шатуна 4, на котором жестко закреплена верхняя подвижная

подушка 3 с выпуклой рабочей поверхностью, образованной дугой окружности радиуса R , проведенной из точки M . Обрабатываемый материал укладывают на нижнюю подушку 2, установленную на раме 1, и включают привод пресса (не показан) [1].

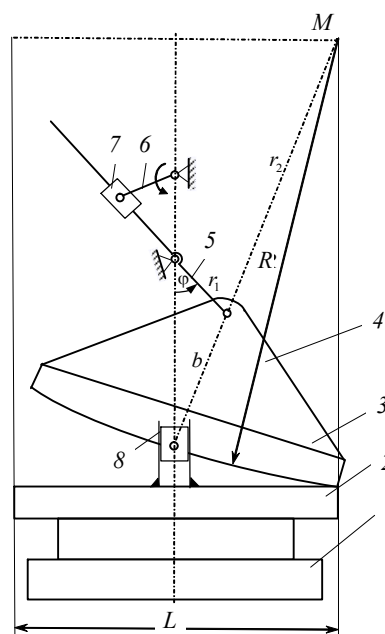


Схема прямолинейно-огигающего механизма обжимного гладильного пресса

При вращающемся кривошипе 6 ползун 7 движется по приводному рычажному звену 5, приводя его в движение вместе с шатуном 4, перемещающим верхнюю подушку 3, которая обкатывает своей рабочей поверхностью плоскую рабочую поверхность нижней подушки 2 слева направо, обрабатывая при этом материал по принципу пресс-папье. В этот момент точка M движется по прямой от начала интервала приближения до его конца параллельно поверхности подушки 2. Дальнейшее вращение кривошипа 6 сопровождается рабочим ходом подвижной верхней подушки, но уже справа налево, без отрыва от нижней подушки 2. Это позволяет создать в кинематической цепи предварительное натяжение между взаимоогibaемыми поверхностями, как между вальцами каландра, которое создает явление под названием «циркуляция энергии» и обеспечивает необходимое усилие прессования, не затрачивая на это мощности привода, т. е. можно поддерживать заданное давление на материал при выключенном приводе за счет выбранных сил упругости в звеньях кинематической цепи.

В отличие от каландра обжимной гладильный пресс [2, 3] позволяет разложить изделие на неподвижной плите, что обеспечивает повышение качества обработки штучного изделия, при том, что радиус кривизны рабочей поверхности подвижной подушки может достигать десятков метров, что совершенно невозможно в каландре.

Синтез симметричного прямолинейно-огibaющего механизма гладильного пресса основан на методе интерполяции, который определяет параметры механизма из условия наилучшего приближения траектории точки M к прямой.

Входными параметрами синтеза прямолинейно-огibaющего механизма гладильного пресса являются длина интервала приближения L , скольжение ε между взаимоогibaемыми дуги окружности и прямой, отклонение Δ_M траектории направляющей точки и угол поворота кривошипа φ_1 . Неизвестными параметрами являются длина кривошипа r_1 , расстояние между точкой сочленения кривошипа и шатуна и направляющей точкой r_2 , длина шатуна b , радиус кривизны дуги R и длина огibaемого отрезка дуги l .

Параметр r_2 определяется из условия минимального отклонения Δ_M траектории направляющей точки M от прямой линии на заданном интервале, которое представляет собой разность между абсциссой точки M в начале интервала приближения и текущей абсциссой:

$$\Delta_M = r_1(1 - \cos \varphi_1) - r_2 \left(1 - \cos \arcsin \frac{r_1 \sin \varphi_1}{b} \right), \quad (1)$$

где φ_1 – текущее значение обобщенной координаты, соответствующее концу интервала приближения.

Максимальное отклонение $\Delta_M^{\max}$ траектории движения направляющей точки M считается минимальным, если заменяющая шатунная кривая имеет с за-

данной прямой три общие точки – в середине интервала приближения и на его концах. Тогда, приравняв к нулю уравнение (1), получим

$$r_2 = \frac{r_1(1 - \cos \varphi_1)}{1 - \cos \arcsin \frac{r_1 \sin \varphi_1}{b}}.$$

Чтобы определить параметр r_2 механизма гладильного пресса, необходимо задаться начальными значениями параметров r_1 и b при известном φ_1 .

Длину участка приближения, которая соответствует длине нижней подушки гладильного пресса, можно определить по формуле:

$$L = 2 \left| r_1 \sin \varphi_1 - r_2 \frac{r_1 \sin \varphi_1}{b} \right|.$$

Длина огibaемого отрезка дуги с учетом функции φ_2 поворота шатунной плоскости механизма гладильного пресса:

$$l = 2R \arcsin \frac{r_1 \sin \varphi_1}{b}.$$

Радиус R дуги окружности, образующей выпуклую поверхность верхней подушки гладильного пресса можно найти из условия минимального скольжения ε , которое представляет собой разность между перемещением точки M на расстояние L и перемещением огibaющей дуги длиной l за это же время

$$\varepsilon = L - l = 2 \left(r_1 \sin \varphi_1 \left(1 + \frac{r_2}{b} \right) - R \arcsin \frac{r_1 \sin \varphi_1}{b} \right). \quad (2)$$

Приравняв уравнение (2) к нулю, получим:

$$R = r_1 \sin \varphi_1 \left(1 + \frac{r_2}{b} \right) / \arcsin \frac{r_1 \sin \varphi_1}{b}.$$

Однако это не означает, что отклонение и скольжение равны нулю в любой момент времени. Из уравнений (1) и (2) следует, что они равны нулю только в трех точках – в середине отрезка приближения при $\varphi_1 = 0$ и на его краях. Для определения максимального скольжения $\varepsilon^{\max}$, соответствующего полученным параметрам механизма гладильного пресса, необходимо радиус окружности подставить в уравнение функции поворота и взять производную по φ_1 – получим аналог скорости скольжения, который затем приравнивается к нулю, откуда определяется такой угол поворота φ_1 , при котором скольжение имеет максимальное значение.

Аналог скорости скольжения:

$$\frac{d\varepsilon}{d\varphi_1} = r_1 \cos \varphi_1 \left(1 + \frac{r_2}{b} - \frac{R}{\sqrt{b^2 - r_1^2 \sin^2 \varphi_1}} \right).$$

Также определяется максимальное отклонение на интервале приближения. Аналог скорости отклонения:

$$\frac{d\Delta_M}{d\varphi_1} = r_1 \sin \varphi_1 - \frac{r_2 r_1^2 \sin \varphi_1 \cos \varphi_1}{b^2 \sqrt{1 - \frac{r_1^2 \sin^2 \varphi_1}{b^2}}}.$$

Полученные максимальные значения отклонения $\Delta_M^{\max}$ и скольжения $\varepsilon^{\max}$ сравниваются с заданными значениями и, в случае неудовлетворительного результата, производится итерационный процесс через выбор других значений параметров r_1 и b .

Выполненный по этой схеме прямолинейно-огигающий механизм гладильного пресса должен иметь такие конструктивные параметры, при которых скольжение будет минимальным. Это необходимо для обеспечения качества влажно-тепловой обработки, иначе на ткани в процессе обработки будут образовываться складки, замины, а наличие скольжения может привести к механическим повреждениям ткани (истирание, разрыв и т.д.).

Оборудование, созданное на основе прямолинейно-огигающих механизмов, в частности разрабатываемый обжимной гладильный пресс, позволит решить вопросы о существенном снижении энергопотребления, поскольку исполнительный орган прямолинейно-огигающих механизмов – дуга окружности, позволяет во многих процессах перейти в область локального нагружения обрабатываемого материала, когда контактная площадь рабочих органов пресса на протяжении всего процесса меньше самой площади неподвижной нижней подушки. Это существенно снижает требуемые усилия при обработке. Кроме того, схема гладильного пресса позволяет создать предварительное натяжение между подушками, выбрав тем самым упругие деформации всей кинематической цепи, не затрачивая на это мощности привода.

Такой механизм пресса позволяет упростить конструкцию, повысить качество обработки изделия и производительность. Усилие прессования или взаимо-

действия подушек зависит не от мощности привода, а от перекрытия между взаимогигаемыми поверхностями и толщины изделия. Работа движущих сил в этом случае затрачивается целенаправленно – на преодоление сил трения в кинематических парах, включая трение качения между рабочими поверхностями. За счет предварительного натяжения и вызванного этим эффекта «циркуляции энергии» сокращаются энергозатраты пресса в 3–5 раз и увеличивается его КПД.

Однако стоит отметить, что качество ВТО материалов на таком гладильном прессе зависит от точности воспроизведения заданного закона движения. Сама же методика синтеза таких механизмов позволяет добиться требуемой точности лишь для идеального механизма. В этой связи необходимо исследование кинематической точности прямолинейно-огигающего механизма гладильного пресса, позволяющее оценить отклонение и скольжение действительного механизма с учетом погрешностей изготовления и наличия зазоров.

Литература

1. Головки А.Г., Владимиров А.В. Аналитический обзор прессов для влажно-тепловой обработки // Прогрессивные технологии в современном машиностроении: сб. статей IV Междунар. науч.-техн. конф. Пенза, 2008. С. 174–178.
2. Кузнецов С.А., Владимиров А.В. Прямолинейно-огигающие механизмы. Анализ и синтез: монография. Шахты, 2007. 139 с.
3. Головки А.Г., Владимиров А.В. Разработка обжимного гладильного пресса // Актуальные проблемы техники и технологии: сб. науч. тр. / редкол.: Н.Н. Прокопенко [и др.]. Шахты, 2008. С. 10–12.

Поступила в редакцию

9 апреля 2009 г.

Владимиров Алексей Викторович – канд. техн. наук, доцент, кафедра «Прикладная механика и конструирование машин», Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса. Тел. (86362) 2-04-33 доб. 2042. E-mail: vladimirov2005@mail.ru

Головки Александра Геннадьевна – студентка, технологический факультет, кафедра «Моделирование, конструирование и дизайн», Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса. Тел. 8-951-505-96-66. E-mail: agolovko2008@mail.ru

Vladimirov Aleksey Victorovich – Candidate of Technical Sciences, assistant professor, department «Applied mechanics and designing of machines», South-Russian State University of the Economy and Service. Ph. (86362) 2-04-33 доб. 2042. E-mail: vladimirov2005@mail.ru

Golovko Aleksandra Gennadievna – student, technological faculty, department «Modelling, designing and design», South-Russian State University of the Economy and Service. Ph. 8-951-505-96-66. E-mail: agolovko2008@mail.ru