

М.Л. Роганов, Л.Л. Роганов, В.Я. Пыц, А.В. Периг

M.L. Roganov, L.L. Roganov, V.Ya. Pyts, A.V. Perig

Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина
Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ МОЛОТОВ, УМЕНЬШАЮЩАЯ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

PNEUMATIC HAMMER MODERNIZATION APPROACHES FOR ENVIRONMENTAL IMPACT REDUCTION

Приведены основные направления модернизации пневматических молотов путем формулировки конструктивных решений, обеспечивающих уменьшение их негативного воздействия на окружающую среду при работе. Снижаются утечки сжатого воздуха в компрессорном и рабочем цилиндре, что повышает коэффициент полезного действия машины. Предложено техническое решение, которое обеспечивает перевод пневматического молота к схеме встречного удара, что значительно упрощает его эксплуатацию и снижает общую массу машины (за счет удаления шабота).

Ключевые слова: молот, модернизация, пневматический, бесшаботный, ковка, поршень, цилиндр.

Changes in the design of pneumatic hammers for modernization and reduction of environmental impact have been proposed. The proposed design approach can provide a reduction in air leakage from the compressor and working cylinders, which increases the efficiency of the machine. A proposed engineering solution, which shifts the pneumatic hammer to the oncoming impact, has been derived. The proposed solution simplifies pneumatic hammer service and reduces machine total mass by the removal of the anvil block.

Keywords: hammer, modernization, pneumatic, anvil block free, forging, piston, cylinder.

Пневматический молот можно отнести к широко используемому виду кузнечно-штамповочного оборудования, работающего на основе разряжения и сжатия воздуха, находящегося между компрессорным и рабочим поршнями. Давление в цилиндре во время работы молота изменяется примерно от 0,06 до 0,3 МПа. Работу пневматического молота регулируют с помощью подачи воздуха от компрессора в рабочий цилиндр. Органы распределения воздуха находятся между цилиндрами компрессора и молота. Частота ударов включенного молота соответствует частоте вращения вала компрессора.

КПД самого молота, считая от мощности, потребляемой электродвигателем, составляет около 35 %. При отличном состоянии молота этот коэффициент может быть доведен до 65 и даже до 70 %. В наиболее благоприятных условиях электроэнергия, которую потребляет электродвигатель молота, составляет 21 % от энергии топлива, израсходованного в котельной для паровоздушного привода. Таким образом, общий экономический КПД всей установки, считая от энергии топлива, составляет 7 %, а в лучшем случае – около 14 %.

Пневматические молоты предназначены для операций свободнойковки иликовки с подкладными штампами. Их целесообразно устанавливать в тех случаях, когда требуются ковочные молоты с весом падающих частей не более 1 т и когда нет паровоздушной установки и нерентабельно ее строить ввиду небольшого количества устанавливаемых ковочных молотов. В большинстве случаев пневматические молоты используются для ремонтных целей в промышленности и сельском хозяйстве. Они бывают простого и двойного действия.

В настоящее время широкое распространение получили пневматические молоты двойного действия. У таких молотов баба движется за счет переменного давления воздуха в рабочем цилиндре как сверху, так и снизу поршня. Для обеспечения движения бабы рабочий цилиндр с компрессором соединяют каналами, расположенными как в верхней, так и в нижней части цилиндра. Каждая часть управляется специальным воздухораспределительным устройством. Главные утечки сжатого воздуха происходят через поршневые кольца в рабочем и компрессорном цилиндрах молота.

Пневматические молоты широко описаны в технической литературе по молотовому оборудованию [1, с. 106–104]. Молоты выпускают весом падающих частей от 50 до 1000 кг.

Целью данной работы является обеспечение конструкции молота встречным движением баб; повышение КПД пневматического молота за счет снижения утечек сжатого воздуха через поршневые кольца в рабочем и компрессорном цилиндрах; расширение областей применения молота.

Пневматические молоты производят сравнительно давно, они получили широкое распространение и удобны при эксплуатации в малых мастерских и цехах. Обширный опыт промышленной эксплуатации таких молотов показал необходимость модернизации их конструкции. Предлагаемые ресурсосберегающие конструктивные решения для пневматических молотов целесообразно применять при их модернизации или проектировании новых машин. При этом не следует изменять систему управления пневматическими молотами.

Система управления пневматическими молотами обеспечивает работу машины с помощью кранов и каналов для сжатого воздуха, которые расположены горизонтально между расточками в станине молота под рабочий

и компрессорный цилиндры. Положение кранов обеспечивает циклы работы молота по следующим схемам [1]:

- держание бабы на весу (подъем бабы и удержание ее в верхнем положении);

- автоматические удары регулируемой энергии, которую определяют степень открывания каналов, изменяющих давление сжатого воздуха в рабочем цилиндре молота;

- прижим и единичный удар: за счет перекрытия и регулирования открытия соответствующих кранов изменяется работа компрессорного и рабочего цилиндра с учетом жесткости удара, при этом важно соблюдать наивыгоднейшую частоту вращения кривошипа, обеспечивая работу молота в резонансном режиме.

Модернизируя конструкцию молота, нежелательно затрагивать его систему управления.

К основным направлениям модернизации молота можно отнести следующие:

1. Установка в качестве электродвигателя привода молота частотно-регулируемого асинхронного электродвигателя, что позволит изменять частоту ударов молота и его управляемость.

2. Приведение молота в режим бесшаботного молота со встречным ударом баб, движущихся навстречу друг другу и соударяющихся на заготовке, которая размещается на упругоподатливой площадке, установленной на станине молота (рис. 1). Реализация этого направления более трудоемка.

Основным недостатком существующей конструкции приводного пневматического молота является схема одностороннего удара, при которой баба бьет по заготовке, расположенной на шаботе молота, масса которого в десятки раз больше массы подвижных частей молота. Вибрации передаются в окружающую среду.

Этот недостаток предложено решить совершенствованием приводного пневматического молота с помощью выполнения коленчатого вала с двумя коленами, развернутыми на 180° . Второе колено вала соединено с дополнительным цилиндром компрессора, связанным с дополнительным рабочим цилиндром, причем детали связи, дополнительные детали цилиндра компрессора и рабочего цилиндра выполнены одинаково с такими же деталями базового молота, которые не меняются. Обрабатываемую заготовку помещают на консольной балке – площадке в виде пластины из упругопластичного материала с механизмом регулировки положения площадки по оси удара в зоне соударения баб, например в виде винтовой пары. Предложенная конструкция приводного пневматического молота со встречным ударом баб обеспечивает повышение энергии удара, уменьшение массы молота (шабот исключается), уменьшение вибрационного воздействия на окружающую среду.

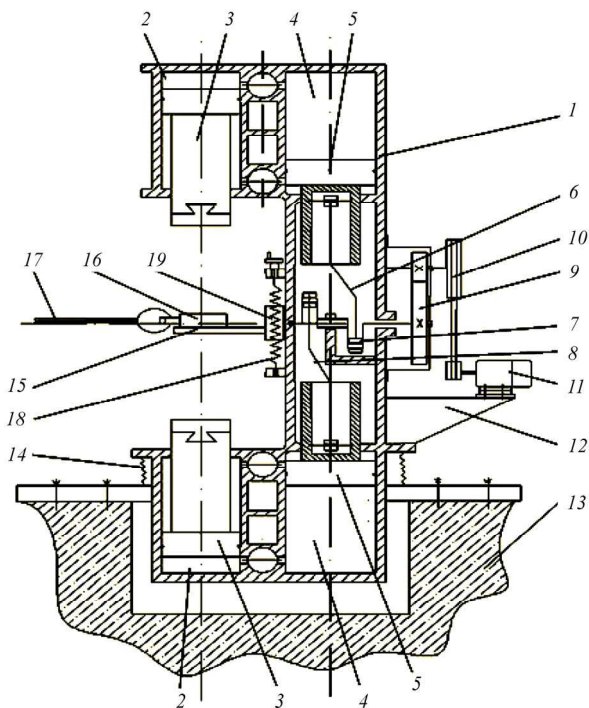


Рис. 1. Приводной бесшаботный пневматический молот со встречным ударом баб: 1 – станина; 2 – рабочий цилиндр; 3 – баба; 4 – компрессорный цилиндр; 5 – поршень; 6 – шатун; 7 – коленчатый вал; 8 – шатун; 9 – редуктор; 10 – клиноременная передача; 11 – электродвигатель; 12 – основание; 13 – фундамент; 14 – амортизаторы; 15 – упругодеформируемая площадка; 16 – заготовка; 17 – клещи; 18 – винт; 19 – гайка

Выполнение площадки, на которую укладывается заготовка в виде консольной балки, позволяет вести процесс ручнойковки встречными ударами и такими же средствами, как и на шаботных приводных пневматических молотах. Баба, которая достигла площадки или заготовки ранее, чем противоположная баба, изгибает опорную площадку до встречи с противоположной бабой и служит в этом отрезке времени опорой для деформации заготовки. Выполнение возможности регулировать положение площадки (и заготовки) по оси удара позволяет снизить деформирование площадки и снижает нагрузку кузнеца, который удерживает заготовку клещами.

Приводной пневматический молот со встречным ударом работает следующим образом. Включается электродвигатель 11, который через ременную передачу 10 редуктора 9 начинает вращать коленчатый вал 7. Шатуны 6 и 8 приводят в движение поршни 5 в цилиндрах 4. Сжатый воздух, поступающий в рабочие цилиндры 2, двигает навстречу друг другу бабы 3 до их соударения. Площадка 15 при этом может отклоняться в сторону с помощью деталей 18 и 19 и выставляться ими в зону соударения баб 3. При этом надо учесть

высоту заготовки 16. Электродвигатель выключается, движение баб 3 заканчивается в разведенном состоянии. Площадка 15 выставляется на ось соударения баб 3, на площадку 15 размещается заготовка 16, которая удерживается кузнцем клещами 17. Включается электродвигатель 11, который приводит в действие все детали привода молота. Бабы 3 встречным движением деформируют заготовку 16, при этом кузнец клещами 17 выполняет все кузнечные операции. В зависимости от того, какая из баб достигнет первой площадки 15 или поверхности заготовки, она упруго сгибает площадку 15 до соударения с противоположной бабой. При этом кузнец может выключить электродвигатель молота и сделать, при необходимости, регулировку положения площадки 15 по оси движения баб 3 с помощью деталей 18, 19, после чего включением молота завершить процессковки заготовки 16. Электродвигатель молота 11 выключается, заготовка 16 заменяется на новую – цикл работы повторяется. Процессковки проводится с частотой вращения кривошипного вала 7, и могут появиться вибрационные нагрузки на станину 1, которая установлена на амортизаторе 14, опирающемся на основание 12, которое закреплено на фундаменте 13. Амортизаторы 14 уменьшают вибрационные нагрузки на окружающую среду.

Это техническое решение, разработанное в Донбасской государственной машиностроительной академии, позволяет расширить технические возможности пневматических молотов, применять их в помещениях, удалив шаботы, и использовать молоты со встречным ударом как в горизонтальном, так и в вертикальном положении.

На поршнях компрессорного и рабочего цилиндров устанавливаются клиновые взаимосвязанные регулируемые вставки (рис. 2), которые позволяют при угле клина около 6° обеспечить радиальное смещение вставок в сторону стенок цилиндра до 1–2 мм. Это позволит учесть износ поршней и корпусов цилиндров, снизить утечки сжатого воздуха в цилиндрах между их полостями и атмосферой. В некоторых случаях клиновые пары можно сочетать с поршневыми кольцами, имеющимися на молоте, что продлит межремонтный срок службы поршневых пар. На компрессорном цилиндре необходимо сохранить имеющуюся в ней прорезь для обеспечения системы управления молотом, штоковую полость компрессорного цилиндра нужно снабдить клиновой парой с регулируемой деформацией клиновой втулки в направлении штока [2, с. 176–181].

Такие технические решения для регулирования зазоров между поршневыми кольцами поршней и в уплотнениях штоков пневматических цилиндров можно применять не только для молотов, рассматриваемых в данной статье, но и для любых машин, в которых используются пневматические цилиндры. Эти решения целесообразны и для общетехнического использования.

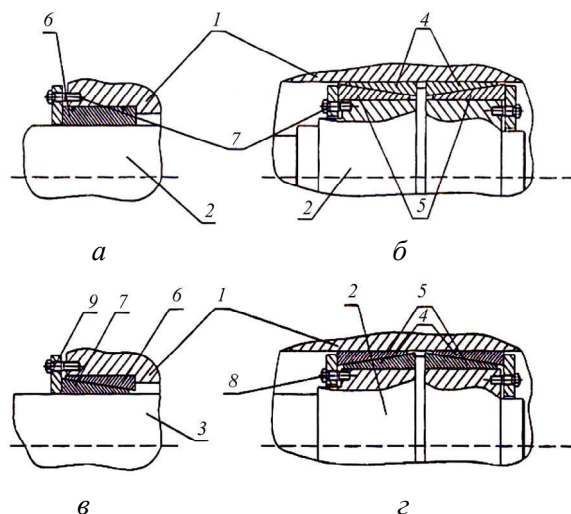


Рис. 2. Модернизация уплотнительных узлов компрессорного и рабочего цилиндра: а – узел штока с автоматической регулировкой зазора подачей жидкости под давлением; б, г – узел поршня с клиновыми системами регулировки зазора между поршнем и корпусом; в – узел штока с клиновой схемой регулировки зазора; 1 – корпус; 2 – поршень и шток; 3 – шток; 4 – внешние деформируемые втулки; 5 – внутренние клиновые втулки; 6 – внешние втулки штока; 7 – внутренние втулки штока; 8, 9 – узлы осевой фиксации

Таким образом, нами предложены конструктивные решения для модернизации пневматических молотов и пневматических цилиндров, применяемых в других машинах, которые обеспечат при их реализации снижение утечек сжатого воздуха, повышение КПД привода машины. При этом следует отметить сравнительно небольшие затраты на переделку молота и пневмоцилиндров.

При более серьезных затратах на модернизацию молота пневматический молот превращается в принципиально новую машину со встречным ударом соударяющихся баб.

Список литературы

1. Зелеский В.И. Оборудование кузнечно-прессовых цехов. – М.: Высшая школа, 1964. – 598 с.
2. Роганов Л.Л., Абрамова Л.Н., Абрамова Е.Н. Применение регулируемых направляющих в металлорежущих станках // Надежность инструмента и оптимизации технологических систем: сб. науч. тр. – Краматорск, 2007. – Вып. 21.

Получено 3.09.2012

Роганов Максим Львович – кандидат технических наук, ректор Института повышения квалификации и переподготовки кадров, Донбасская государственная машиностроительная академия (84313, Украина, Донецкая область, г. Краматорск, бул. Машиностроителей, 32, e-mail: www.ipk.dn.ua).

Роганов Лев Леонидович – доктор технических наук, профессор Донбасской государственной машиностроительной академии (84313, Украина, Донецкая область, г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72, e-mail: mto@dgma.donetsk.ua).

Пыц Владимир Ярославич – аспирант, Донбасская государственная машиностроительная академия (84313, Украина, Донецкая область, г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72, e-mail: vlad1m1rpyts@gmail.com).

Периг Александр Викторович – кандидат технических наук, ассистент, Донбасская государственная машиностроительная академия (84313, Украина, Донецкая область, г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72, e-mail: alexander.perig@dgma.donetsk.ua, olexander.perig@gmail.com).

Roganov Maksim Lvovich – Candidate of Technical Sciences, Rector of the Institute for Advanced Training and Retraining, Donbass State Engineering Academy (84313, Ukraine, Kramatorsk, Mashinostroiteley av., 32, e-mail: www.ipk.dn.ua).

Roganov Lev Leonidovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Donbass State Engineering Academy (84313, Ukraine, Kramatorsk, Shkadinova st., 72, e-mail: mto@dgma.donetsk.ua).

Pyts Vladimir Yaroslavich – Postgraduate Student, Donbass State Engineering Academy (84313, Ukraine, Kramatorsk, Shkadinova st., 72, e-mail: vlad1m1rpyts@gmail.com).

Perig Alexander Viktorovich – Candidate of Technical Sciences, Assistant Lecturer, Donbass State Engineering Academy (84313, Ukraine, Kramatorsk, Shkadinova st., 72, e-mail: alexander.perig@dgma.donetsk.ua, olexander.perig@gmail.com).