

## Пневмомолоты

Приводные пневматические молоты [2 -4] работают с помощью воздуха, поступающего из окружающей атмосферы в компрессорный цилиндр и подвергающегося попеременному сжатию и разрежению при возвратно-поступательном движении поршня компрессора. Компрессор получает движение от электродвигателя через редуктор и кривошипно-шатунный механизм. Воздух, являясь рабочим телом, осуществляет только упругую связь между компрессорным и рабочим поршнями, обеспечивающую движение рабочего поршня в определенной зависимости от движения поршня компрессора. При работе молота число ходов в единицу времени рабочего и компрессорного поршней одинаково. Максимальное число ударов молота равно числу оборотов кривошипного вала (224 и 95 об/мин соответственно для мелких и крупных молотов).

Отечественная промышленность выпускает двухцилиндровые молоты двустороннего действия с двумя горизонтальными рабочими и одним холостым кранами (рис.1) с энергией удара 0,8—28 кДж и массой подвижных частей 50—1000 кг (согласно ГОСТ 712—75). Скорость перед ударом соответственно 5—7,5 м/с, кратность масс  $m_1/m_2 = 12$ .

Движение поршня компрессора является движением с одной степенью свободы, определяемой углом поворота кривошипа (рис.2). Рабочий поршень занимает самое нижнее положение; при этом боек находится на поковке, а компрессорный поршень — в самом верхнем положении. В этом положении верхняя и нижняя полости компрессорного цилиндра соединены с атмосферой, и начальное давление в них устанавливается равным атмосферному ( $p_0 = 0,1$  МПа). Такое же давление устанавливается в верхней и нижней полостях рабочего цилиндра, поскольку эти полости сообщаются с помощью кранов с соответствующими полостями компрессорного цилиндра.

При движении поршня компрессорного цилиндра вниз от начального положения давление в нижних полостях обоих цилиндров увеличивается, а в

верхних уменьшается. При возрастании давления в нижних полостях до величины, достаточной для преодоления силы тяжести подвижных частей,

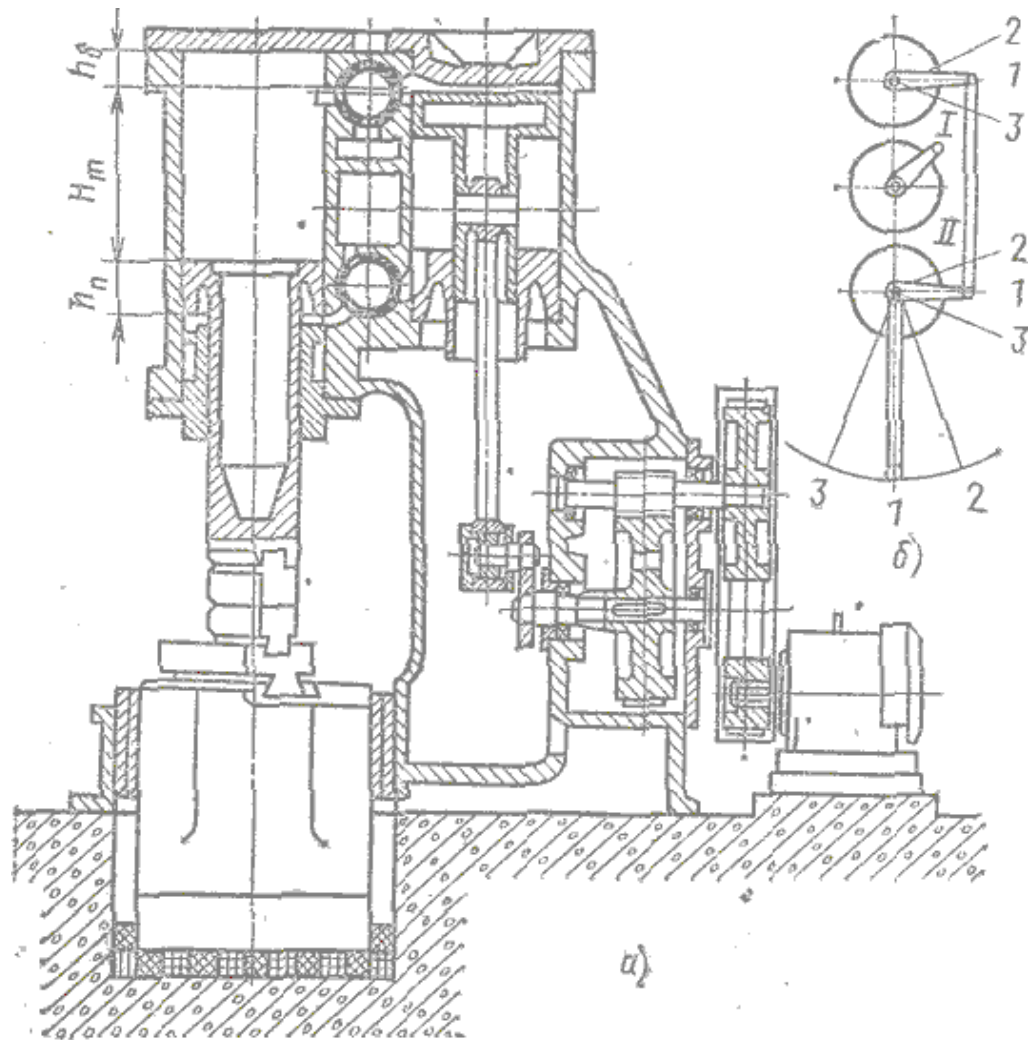


Рис. 1. Приводной пневматический двухцилиндровый молот с двумя горизонтальными кранами [2]:

- а) — общий вид;
- б) — схема расположения рукояток управления;
- 1—3 — положения рукояток

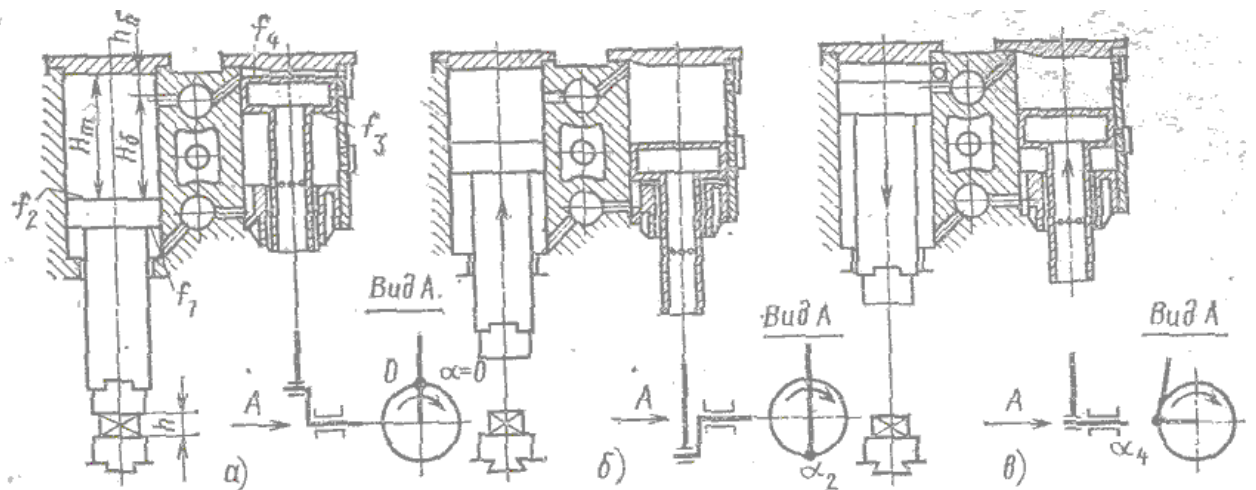


Рис.2. Схема движения поршней рабочего и компрессорного цилиндров [2]:

- а) — начальное положение;
- б) — движение рабочего поршня вверх;
- в) — движение рабочего поршня вниз.

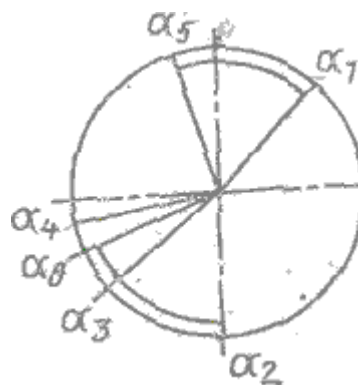


Рис. 3. Круговая цикловая диаграмма машинного цикла молота [2].

сопротивления трения и давления верхнего воздуха, рабочий поршень начнет движение вверх.

Угол поворота кривошипа, соответствующий моменту отрыва бойка от поковки, обозначен  $\alpha_1$  (рис.3). Принято, что изменение давления в нижних и верхних полостях будет в дальнейшем происходить по политропе в соответствии с изменениями объемов нижних и верхних полостей обоих цилиндров. При угле поворота кривошипа  $\alpha_2 = \pi$ , когда поршень компрессора займет нижнее положение, происходит соединение верхней полости компрессорного цилиндра с атмосферой (рис. 2б); в этот момент нижняя полость с атмосферой не соединяется.

Дальнейшее движение обоих поршней происходит в одном направлении — вверх. При  $\alpha = \alpha_3$ , в момент включения буфера (см. рис. 2в и рис.3), рабочий поршень закрывает верхний канал и разобщает верхние полости цилиндров. В результате возрастания сопротивления воздуха в буфере и падения давления в нижних полостях движение рабочего поршня замедляется. Мгновенный останов поршня происходит при  $\alpha = \alpha_v$ . После этого под действием воздуха, сжатого в буфере, рабочий поршень начнет немедленно двигаться вниз.

Давление воздуха в буфере, изменяясь по политропе, отличается от давления воздуха в верхней полости компрессорного цилиндра. При опускании рабочего поршня давление в буфере понижается, и в момент, когда оно становится равным давлению в верхней полости компрессорного цилиндра, происходит соединение обеих полостей через обратный клапан (см. рис.2в). Угол  $\alpha_4$ , при котором это происходит, называется углом выхода поршня из буфера.

При дальнейшем вращении кривошипа поршень компрессора приближается к крайнему верхнему положению, а рабочий поршень подходит к крайнему нижнему. Удар бойка по поковке обычно происходит

при угле  $\alpha_5$ , который немного меньше  $2\pi$ . При повороте кривошипа на угол от  $\alpha_5$  до  $\alpha_1$ , рабочий поршень остается короткое время внизу в неподвижном состоянии, осуществляя так называемый прилипающий удар. Далее цикл повторяется.

В соответствии с приведенным принципом работы для пневматических молотов строят круговую цикловую диаграмму (см. рис.3), на которой обозначены следующие четыре участка:  $\alpha_1-\alpha_2$  – подъем рабочего поршня с момента отрыва бойка от поковки до момента соединения верхней полости компрессорного цилиндра с атмосферой;  $\alpha_2-\alpha_3$  – подъем рабочего поршня от предыдущего момента до момента включения буфера;  $\alpha_3-\alpha_4$  – подъем и последующее движение поршня вниз с момента включения буфера до момента выхода из него;  $\alpha_4-\alpha_5$  – движение рабочего поршня вниз по выходе из буфера до момента удара. Угол поворота кривошипа ( $\alpha_1-\alpha_B$ ) – соответствующий подъему рабочего поршня, значительно больше угла поворота ( $\alpha_B-\alpha_5$ ) при движении вниз.

В молотах отечественного производства  $\alpha_1 \approx 40^\circ$ ,  $\alpha_B \approx 270^\circ$  и  $\alpha_5 = 340^\circ \div 360^\circ$  [2 -4]. Рациональнее иметь  $\alpha_5 = 360^\circ$ , так как при этом выше КПД.

Не требуя больших капитальных затрат на установку и отличаясь простотой в управлении и обслуживании, пневматические молоты нашли широкое применение в кузницах небольших металлообрабатывающих заводов и мастерских, где их используют для изготовления широкой номенклатуры поковок [5,6]. По характеру воздействия воздуха на рабочий поршень пневматические молоты классифицируют на молоты одностороннего и двустороннего действия. Молоты подразделяют по числу цилиндров на одноцилиндровые и двухцилиндровые; по способу направления движения бабы – без направляющих и с направляющими; по расположению буфера – с верхним и нижним; по конструкции воздухораспределительного устройства – с кранами и золотниками; по типу станины – одностоечные и двухстоечные.

### Список использованных литературных источников.

1. Журавлев А.З., Резников Ю.Н. Ковка и объемная штамповка (Раздел 1 «Свободная ковка»).- Ростов – на – Дону: ДГТУ, 1973 – 102с.
2. Банкетов А.Н., Бочаров Ю.А., Добринский Н.С. и др. Кузнечно-штамповочное оборудование. -М.: Машиностроение, 1982 – 576 с.
3. Живов Л.И., Овчинников А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Молоты. Винтовые прессы. Ротационные машины и электрофизические машины. Изд. 2-е перераб. и доп. –Киев: Вища школа, 1985 - 279с.
4. Мансуров А.М. Специальные кузнечно-прессовые машины и автоматизированные комплексы кузнечно-штамповочного производства. Справочник. М.: Машиностроение 1990
5. Автоматизация проектирования технологии горячей штамповки. И.Я. Тарновский, Р.А. Вайсбурд, Г.А. Еремеев – М.: Машиностроение, 1991.– 203с.
6. Норицын И.А. и др. Проектирование кузнечных и холод-ноштамповочных цехов. Учебник для вузов. М.: Высшая школа 1977