

Заменяв переменные по сечению деформации ε_0 и толщину стенки S постоянными среднеинтегральными их значениями, после интегрирования уравнений (I7) и преобразований получим

$$\varepsilon_0' = \frac{K \bar{\varepsilon}_0^n (1 - \bar{\varepsilon}_s)}{E \bar{\varepsilon}_s} \quad (18)$$

С учетом уравнений (I4), (I6), (I8) результирующая остаточная кривизна срединного слоя, согласно равенству (I5), будет определяться зависимостью

$$\frac{1}{\bar{R}_{ост}} = \frac{1}{\bar{R}_p} - \frac{E [S(1 - \varepsilon_s)]^3 A^n (n+2)(n+1) \left[1 + \frac{K \bar{\varepsilon}_0^n (1 - \bar{\varepsilon}_s)}{E \bar{\varepsilon}_s} \right]}{12K [(B^{n+2} - C^{n+2})(n+1) - (B^{n+1} - C^{n+1})(n+2)] D} \quad (19)$$

Экспериментальная проверка показала удовлетворительную сходимость результатов расчета, проведенных по формуле (I9).

Л и т е р а т у р а

1. И л ь ш и н А.А. Пластичность. М., Гостехиздат, 1948.
2. Л ы с о в М.И. Теория и расчет изготовления деталей методом гибки. М., "Машиностроение", 1966.
3. Ч и с т я к о в В.П., М и х е е в В.А. Исследование процесса обтяжки вогнутых обшивок двойной кривизны. Межвузовский сборник. КуАИ, 1977.
4. Ч и с т я к о в В.П. Теоретический анализ процесса обтяжки. Межвузовский сборник, КуАИ, 1978.

УДК 621.73.06: 061.43

А.И.Зимин, Ю.А.Зимин

АНАЛИЗ СИСТЕМ ЭНЕРГОТИПОВ ПРИВодОВ (ГИДРОПРИВодОВ) КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВЫХ МАШИН

Современный парк кузнечно-прессовых машин (КПМ) разнообразен как по принципиальным схемам, так и по типу и схемам приводов [1]. Широкое многообразие типов и схем приводов КПМ обуславливает необходимость их анализа, классификации и систематизации.

Привод, в частности гидропривод КПМ, представляет собой энергетическую цепь, состоящую из функциональных участков преобразования входной энергии, например электродвигателя, в выходную энергию (сжатия и движения рабочей жидкости, передаваемую приводом ис-

полнительным и рабочим органам (гидродвигателям) кузнечно-прессовой машины, совершающим механическую работу и пластическое деформирование поковки в соответствии с заданным машинным и технологическим циклом их работы.

На примере гидропривода КПМ в полном соответствии с "Периодической системой энерготипов кузнечно-прессовых машин" [2, 3] можно рассматривать процесс преобразования входной энергии гидропривода $E_{\beta x}^n$ в выходную работу сжатия жидкости $A_{жс}$ по месту контакта привода с кузнечной машиной как происходящий через промежуточную фазу, именуемую эффективной энергией гидропривода T_3^n . Характер преобразования энергии в гидроприводе КПМ определяется аналогичной [2, 3] энергетической цепью:

$$\underbrace{E}_{\text{I}} \rightarrow \underbrace{E_{\beta x}^n \rightarrow T_3^n}_{\text{II}} \rightarrow \underbrace{A_{жс}}_{\text{III}} \quad (1)$$

Первичный внешний источник энергии передает энергию по связям в привод КПМ. Входная энергия $E_{\beta x}^n$, поступающая в гидропривод, является как правило электроэнергией, питающей приводной электродвигатель. Эффективная энергия T_3^n определяет энергетический ресурс гидропривода за один цикл.

Аналогично [2, 3] при рассмотрении энергетической цепи (1) следует выделить три взаимосвязанных участка. Первый участок относится к источнику энергии E , находящемуся вне пределов гидропривода (привода) КПМ. Второй, $E_{\beta x}^n \rightarrow T_3^n$, характеризует гидропривод как "собственно машину", как "собственно гидропривод-агрегат". Третий участок, $A_{жс}$, характеризует гидропривод, как "орудие производства", как "рабочую машину для сжатия жидкости".

С принципиальных энергетических позиций гидропривод КПМ, рассматриваемый как самостоятельный агрегат, является аналогом собственно кузнечно-прессовой машины и следовательно, соответствует "Периодической системе" [2, 3].

Конструктивный тип гидроприводов зависит от его энерготипа, что можно выразить в виде уравнения

$$K_c^n = f(T_3^n). \quad (2)$$

Как известно, гидроприводы различных энерготипов, различаются не только по своей компоновке и конструктивному использованию, но и по характеру воздействия на рабочие части КПМ. Это в одина-

ковкой мере относится к электро-механическому, пневматическому, электрическому, комбинированным приводам КПМ.

Следует различать три основные конструктивные компоновки приводов КПМ: встроенный (привод КГШП, ГКМ, встроенный насосный привод гидропресса и др.), самостоятельный (отдельная насосно-аккумуляторная станция и т.д.), частично встроенный (гидравлические прессы со встроенным мультипликатором системы В.Михеева и др.).

Самостоятельный привод может располагаться на уровне пола, выше или ниже уровня пола. Наконец, приводы (гидроприводы) могут быть индивидуальными, групповыми, агрегатированными.

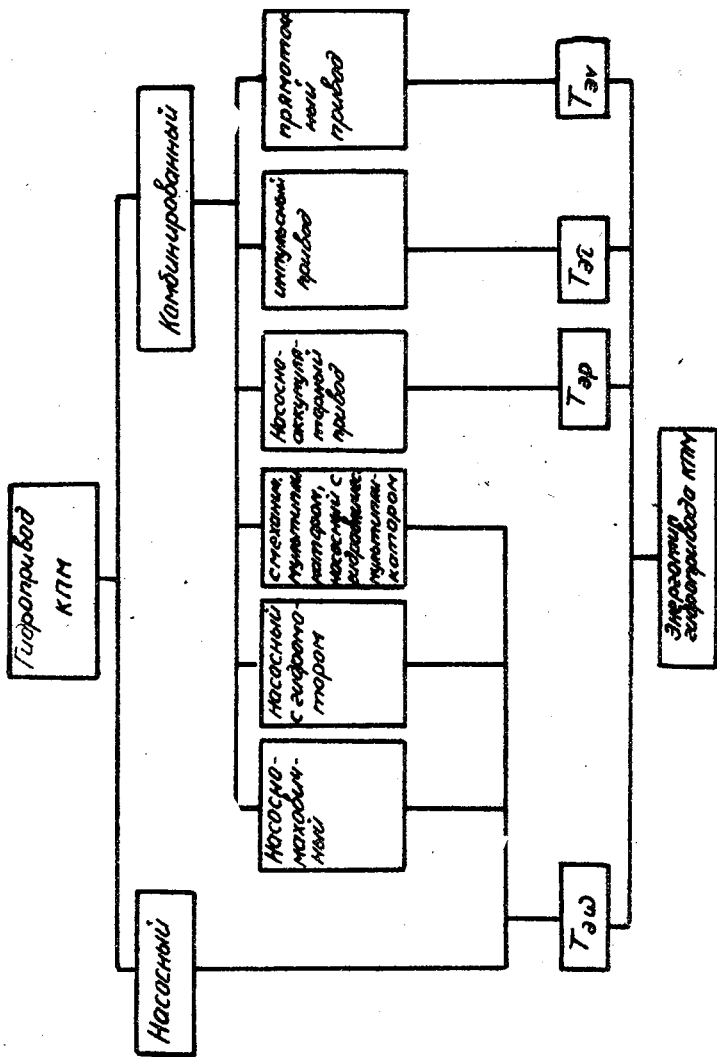
Необходимо отметить, что насос гидропривода, представляющий собой рабочую машину, можно рассматривать как полный аналог КПМ с той лишь разницей, что она предназначена для пластического деформирования заготовки - поковки, а насос - для сжатия (деформирования) жидкости. Можно также отметить, что пластически деформируемая поковка и жидкость относятся к сплошным средам, что дополнительно подтверждает эту аналогию. Поэтому при составлении энергетической цепи (I) для насоса он как и КПМ рассматривается с двух сторон: как собственно насос (машина) и как средство производства: машина - орудие для сжатия жидкости.

С целью дополнительного выявления аналогии насосов и КПМ приведем следующее сопоставление:

кривошипный плунжерный насос	- кривошипные КПМ (КГШП, ГКМ, автомат);
ротационно-плунжерный насос	- ротационно-радиально ковочные машины;
шестеренный, винтовой насос	- ковочные вальцы, прокатный стан.

Существующие гидроприводы КПМ можно отнести только к следующим четырем энерготипам (рис. I):

- Энерготип $T_{\text{др}}$, характеризующий энергию давления (насосно-аккумуляторный, насосно-аккумуляторный привод с гидравлическим мультипликатором).
- Энерготип $T_{\text{эв}}$, характеризующий кинетическую энергию вращательного движения (чисто насосный привод, насосно-маховичный, насосный с механическими или гидравлическими мультипликаторами, насосный привод с гидромотором).
- Энерготип $T_{\text{ст}}$, характеризуемый импульсной энергией (гидропривод к гидравлическим импульсным пресс-молотам и молотам).



Р и с. 1. Классификация существующих типов гидроприводов кузнечно-прессовых машин

привод, использующий эффект гидроудара (4) эффект Юткина, эффект взрывчатых веществ и др.)

4. Энерготип $T_{эV}$, характеризуемый энергией поступательного движения (гидромониторы, поточные насосы, и др.).

Отмеченная аналогия между приводами (гидроприводами) и кузнечными машинами, позволяет вести перспективное проектирование на основе следующих обобщенных параметров (1,2,3):

- 1 - максимальная энергоемкость привода;
- 2 - минимальная длина кинематической цепи привода;
- 3 - минимум изменения рода движения звеньев привода;
- 4 - минимальный энергетический балласт;
- 5 - минимальный всосовой балласт;
- 6 - минимальная регулируемость по всем выходным параметрам;
- 7 - минимальное вредное влияние работы привода на окружающую среду и человека.

Приведенные обобщенные параметры перспективного проектирования отражают объективные тенденции развития энергетических установок, машин и объектов: увеличение единичной мощности двигателя, установки; увеличение мощности на валу турбины, турбогенератора; увеличение эффективного КПД; использование новых источников энергии (атомная, термоядерная энергия); сокращение до минимума длины цепи преобразования энергии (МГД - генераторы, установки типа "Токамак" и др.); устранение вредного влияния работы установок на биосферу и окружающую среду, и поэтому могут рассматриваться как результат обобщенного опыта.

Определив энерготип насосов как $T_{э\omega}$, можно наметить пути совершенствования и дальнейшего развития насосостроения. С энергетической точки зрения, пневмо-гидравлические аккумуляторы относятся к энерготипу $T_{эp}$, а механические аккумуляторы (маховики) - к энерготипу $T_{э\omega}$.

На основе изложенного можно представить обобщенную энергетическую цепь "привод-КПМ" в виде

$$\left| E \rightarrow | E_{\beta x}^n \rightarrow T_3^n \rightarrow | A_{\underline{ш}} \right|$$

$$\left| E_{\beta x}^m \rightarrow T_3^m \rightarrow | A_m \rightarrow A_g \right| \quad (3)$$

и систему энерготипов приводов (гидроприводов) КПМ, аналогичную "Периодической системе энерготипов КПМ" (2,3), что раскрывает перспективы совершенствования приводов КПМ.

Совершенствование приводов кузнечно-прессовых машин позволит поднять культуру, качество и комфорт кузнечно-штамповочного производства.

В ы в о д ы

1. "Периодическая система" [2, 3] является обобщенной системой энерготипов КПМ, так как охватывает не только сами кузнечные машины, но весь привод, в частности гидравлический, а также насосы (компрессоры), аккумуляторы и мультипликаторы, и дает возможность приступить к разработке перспективных новых систем КПМ, гидравлических КПМ динамического ударного действия, гидромеханического привода, гидропривода кузнечно-прессовых машин, насосов (компрессоров), аккумуляторов, мультипликаторов.

2. Кузнечно-прессовую машину можно рассматривать как единственный взаимосвязанный динамический и энергетический комплекс, состоящий из собственно машины, привода (гидропривода) и системы управления.

Л и т е р а т у р а

1. З и м и н А.И., З и м и н Ю.А. О перспективах развития кузнечно-прессового оборудования для точной горячей объемной штамповки. "Кузнечно-штамповочное производство", 1974, № II.

2. З и м и н А.И. Периодическая система энерготипов кузнечно-прессовых машин. "Кузнечно-штамповочное производство", 1965, № IО.

3. З и м и н А.И. Периодическая система энерготипов кузнечно-прессовых машин. Сб.: "Машины и технология обработки металлов давлением". М., "Машиностроение", 1967.

4. З и м и н А.И. Гидроудар как энергоноситель кузнечно-прессовых машин. (Сб.:МВТУ) "Машины и технология обработки металлов давлением", М., "Машгиз", 1965.