

ЖИДКОСТНЫЙ ЭНЕРГОПРИВОД УСТАНОВКИ ГИДРОУДАРНОЙ ОБРАБОТКИ

В разработанном проекте энергопривода для установки гидроударной штамповки в качестве энергоносителя применена перегретая вода. Это позволяет решить проблемы, возникающие в процессе внедрения и эксплуатации существующих пороховых установок, связанные с тем, что порох является огне- и взрывоопасным веществом, образующим при сгорании экологически вредные химические соединения, а также тем, что вследствие дискретности подачи энергоносителя пороховые пресс-пушки не могут быть установлены в линии непрерывного производства.

К основным элементам жидкостного энергопривода относятся:

- энергоузел с рабочей камерой;
- узел герметизации рабочей камеры;
- узел компенсации давления.

Энергоузел установки с жидкостным энергоприводом разработан в двух вариантах: с непосредственным и с омическим нагревом рабочего тела. В первом варианте в рабочей камере энергоузла расположены электроды, подключенные к сети переменного тока, при пропускании которого происходит нагрев рабочей жидкости. Во втором варианте в рабочей камере энергоузла расположен нагревательный элемент, выполненный в виде никромовой спирали, подключенный к сети через трансформатор напряжения.

Начальный объем рабочей камеры ограничен разрывной мембраной, установленной между рабочей камерой и корпусом, соединенных при помощи муфты. Для обеспечения удобства в эксплуатации рабочая камера имеет левую резьбу, корпус - правую. Усилие при-

Последний обеспечивает герметизацию рабочей камеры. Металлический поршень в исходном положении фиксируется по конической поверхности при помощи обоймы, установленной в корпусе, в которой также установлен ствол. Конструкция установки позволяет использовать мембраны различной толщины и варьировать усилие зажатия поршня, тем самым обеспечивая изменение усилия разгерметизации рабочей камеры и, следовательно, изменение расходуемой технологической энергии установки.

Узел компенсации давления разработан в следующих вариантах:

- с ручным управлением давлением в рабочей камере;
- с автоматическим управлением давлением в рабочей камере.

Узел компенсации давления с ручным управлением разработан на базе авиационного гидроаккумулятора. Для предотвращения воздействия высоких температур рабочего тела на уплотнительные кольца поршня гидроаккумулятора последний используется как основной резервуар и располагается в вертикальном положении так, что его полость, связанная с рабочей камерой энергоузла, находится сверху. Гидравлическая полость гидроаккумулятора через кран и золотник подключена к гидросистеме. При открытии крана и соединении при помощи золотника гидравлической полости гидроаккумулятора с магистралью нагнетания гидросистемы установки вода подается в энергоузел. После наполнения рабочей камеры энергоузла кран закрывается, а гидравлическая полость гидроаккумулятора при помощи золотника соединяется со сливом. При нагреве соответствующие температуры и давления рабочего тела выдерживаются стравливанием последнего в полость гидроаккумулятора при частичном открывании крана. При этом благодаря наличию слоя нагретого рабочего тела в полости гидроаккумулятора уплотнительные кольца поршня последнего не испытывают воздействия высоких температур. Давление рабочего тела контролируется при по-

мощи манометра. При достижении рабочим телом в рабочей камере энергоузла заданные давления и температуры кран закрывается, что приводит к резкому повышению давления рабочего тела и выстрелу.

С целью упрощения обслуживания установки и оптимизации процесса нагрева для опытно-промышленной прессы-пушки разработано устройство компенсации давления с автоматическим управлением давлением в рабочей камере, содержащее гидроцилиндр с поршневым поршнем, перемещение которого ограничено упорным винтом.

При нагреве жидкости в рабочей камере образующийся пар преодолевая усилие пружины, перемещает поршень до соприкосновения с упорным винтом, после чего нагрев сопровождается повышением давления до расчетного и далее до освобождения поршня и разрушения герметизирующей мембраны. Таким образом, положение упорного винта определяет параметры начала процесса расширения, позволяя таким образом регулировать требуемую энерговооруженность установки.

Функционирование жидкостного энергопривода осуществляется следующим образом.

Рабочая камера энергоузла заполняется водой, после чего происходит процесс ее нагрева путем пропускания электрического тока между электродами либо по нагревательному элементу. С повышением температуры рабочего тела вследствие температурного расширения в нем возникает давление, препятствующее парообразованию. При этом некоторая часть рабочего тела удаляется из рабочей камеры таким образом, что термодинамические параметры рабочего тела в процессе нагрева изменяются вдоль линии насыщения (нижней пограничной кривой).

После достижения рабочим телом расчетных параметров давле-

ния (15..22 МПа) и температуры (340..374°C), удаление рабочего тела из рабочей камеры энергоузла прекращается, что приводит к быстрому росту давления в рабочей камере и срыву поршня. Вследствие увеличения надпоршневого объема происходит интенсивное парообразование, предотвращающее резкое падение давления, и образовавшаяся пароводяная смесь разгоняет поршень по стволу.

Проведенные эксперименты показали, что узел герметизации обеспечивает фиксацию поршня в исходном положении и герметизацию рабочей камеры до максимального давления жидкости в последней, равного 9,5 МПа, что недостаточно для получения расчетной энерговооруженности установки. Кроме того, в процессе эксплуатации возможна связанная с возникновением значительных инерционных сил деформация конической поверхности поршня, что неизбежно приведет к еще большему снижению герметизирующих свойств пары. В то же время коническая посадка обеспечивает фиксацию поршня при давлениях жидкости в рабочей камере, превышающих расчетное (около 25 МПа), при сохранении стабильности зависимости усилия срыва от усилия запираения.

Герметизация рабочей камеры при помощи разрывной мембраны выявило значительный разброс давлений жидкости в рабочей камере, при которых происходит разрушение мембраны, что связано с дисперсией прочностных свойств последней. Кроме того, повышение максимального давления жидкости в рабочей камере вызывает необходимость применения мембран большой толщины, что невыгодно из экономических соображений.

В связи с этим принято решение использовать в качестве герметизирующего элемента мембрану малой (0,3..0,8 мм) толщины, опирающуюся на верхний торец поршня, установленного в конической оправке. Таким образом, давление разгерметизации определяется усилием запираения поршня.

Трехэлектродный блок нагрева рабочего тела в связи со сложностью конструкции изоляции электродов не обеспечивал надежную герметизацию рабочей камеры, поэтому была применена двухэлектродная схема нагрева, причем одним из электродов являлся заземленный корпус рабочей камеры. В процессе нагрева фиксировались сила тока и время нагрева.

Время нагрева рабочего тела до расчетных параметров давления (22 МПа) и температуры (370°C) составило 80...90 секунд при межэлектродном напряжении 220 В, при этом сила тока изменялась в пределах 50...60 А. Таким образом, потребляемая мощность энергетического узла составила 11...13 кВт.

В связи с зависимостью силы тока от межэлектродного расстояния представляется возможным, уменьшив последнее, снизить напряжение питания без снижения мощности энергоузла, что позволит повысить уровень безопасности.

В процессе экспериментов выяснилось, что при нагреве рабочей жидкости при давлении около 12 МПа и температуре 320...350°C наблюдались пластические деформации поршня узла компенсатора давления с автоматическим регулированием давления в рабочей камере, что приводило к нарушению его герметичности. В связи с этим было принято решение использовать компенсатор давления с ручным регулированием, который обеспечивал поддержание в процессе нагрева необходимых параметров рабочего тела.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

В. К. Борисевич, С. В. Елисеев, В. С. Кривцов. Оценка энергетических возможностей перегретой жидкости для разгона поршня в установке импульсной обработки. Кузнечно-штамповочное производство, 1996, N 12.