

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ПРЕССАМИ С ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ПРИВОДОМ КЛАПАНОВ

А.Е. Браун, А.М. Упчер, С.А. Постников,

П.В. Шурыгин (ЗАО "Автоматизированные системы и комплексы")

Представлен опыт реализации АСУ гидравлическими прессами. Описаны основные принципы построения регуляторов, входящих в систему АСУТП. Предложены принцип построения и структура переключаемых регуляторов.

Ключевые слова: гидравлический пресс, гидропривод, траверса САР, регулятор положения клапана.

В настоящее время на нескольких металлургических и машиностроительных заводах проводится модернизация мощных (усилием 3...70 тыс. т) вертикальных и горизонтальных гидравлических прессов, работающих на водяной эмульсии. При этом механическая часть подвергается незначительному ремонту, а гидравлическая и электрическая, включая систему автоматического управления (САУ), меняется принципиально. Изменения гидравлической части прессов связаны в основном с внедрением пропорциональных управляемых клапанов с индивидуальным приводом, с помощью которых можно регулировать расход эмульсии, поступающей в рабочие цилиндры, и тем самым управлять скоростью подвижной траверсы пресса.

Водяные клапаны с индивидуальным сервоприводом от гидроцилиндров двойного действия, работающих на масле, внедряются вместо группового управления от эксцентрикового вала-распределителя.

Прессы с индивидуальным приводом каждого клапана имеют ряд преимуществ перед прессами с групповым приводом. Это прежде всего:

- высокое быстродействие (для ковочных прессов частота ударов достигает 70 раз в минуту);
- высокая точность ковки +1 мм;
- снижение гидроударов в водяных трубопроводах за счет плавного открытия и закрытия клапанов.

В типовой гидросхеме управления перемещением подвижной траверсы вертикального пресса задействованы шесть клапанов: по два напор-слив на центральный цилиндр, на боковые цилиндры и на подъемные цилиндры.

Сервоприводы всех клапанов, работающих на масле, выполнены одинаково и состоят из:

- цилиндра двойного действия, связанного через шток с водяным клапаном и датчиком положения клапана;
- пропорционального электрогидравлического усилителя с управлением от ПЛК, в котором реализован регулятор положения клапана.

В задачу контроллера входит быстрое и точное управление положением всех шести клапанов в зависимости от режимов работы пресса. Для этой цели в контроллер заводятся сигналы от:

- датчиков положения всех шести клапанов, которые регулируют расход воды, поступающей в цилиндры и выходящей из цилиндров пресса;
- датчиков положения подвижной траверсы пресса;
- датчиков давления эмульсии в рабочих цилиндрах для вычисления усилия прессования.

При работе вертикального пресса можно выделить около 20 различных вариантов приложения сил, под действием которых перемещается траверса. Варианты зависят от: направления перемещения траверсы (вверх или вниз); типа нагрузки (холостой ход или процесс деформации заготовки); выбранного числа рабочих цилиндров, участвующих одновременно в прессовании; режима работы (ковка или шлихтовка).

Для получения хорошего качества регулирования положения и скорости подвижной траверсы во всех режимах возможно применение регулятора с перестраиваемой структурой или адаптивного. Однако такие регуляторы сложны в настройке и чаще всего с их помощью не всегда удается получить переходные процессы нужного качества во всех режимах.

В данном случае предлагается использовать переключаемые регуляторы, смысл которых состоит в том, что для каждого конкретно варианта программируется и отлаживается отдельный регулятор, обеспечивающий для данного варианта наилучшее качество регулирования. Далее перед началом очередного перемещения траверсы, логически определяется вариант движения траверсы и подключается соответствующий регулятор.

На рис. 1 приведена структурная схема системы автоматического регулирования (САР), которая для всех случаев движения траверсы обеспечивает требуемое качество переходных процессов, то есть точность позиционирования +1 мм и необходимое быстродействие. САР состоит из трех контуров и строится по принципу подчиненного регулирования. Внутренний контур — это контур регулирования положения одного из шести водяных клапанов (во всех вариантах в пропорциональном режиме работает только какой-то один из шести клапанов, остальные пять находятся в состоянии или полностью открытым, или полностью закрытым). Регу-

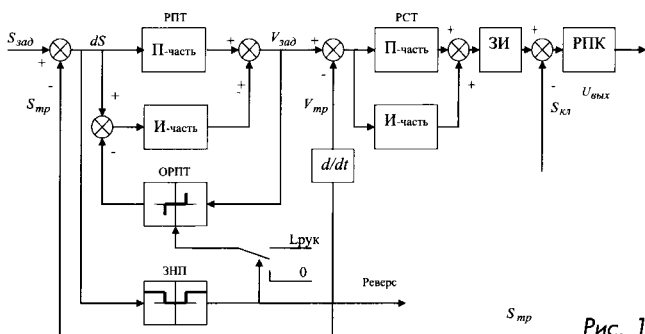


Рис. 1

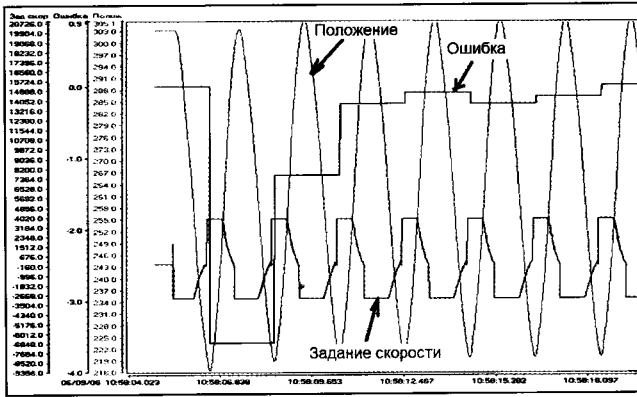


Рис. 2

лятор положения клапана (РПК) выбирается пропорциональным, так как от него требуется быстрое регулирование и не требуется точности.

На вход РПК поступает сигнал разности между заданием на положение клапана и истинного положения клапана $S_{кл}$. Между входом контура регулирования положения клапана и выходом второго регулятора — регулятора скорости траверсы (РСТ) установлен датчик интенсивности (ЗИ), который настраивается на такой темп открытия-закрытия клапанов, чтобы исключить гидроудары в трубопроводах пресса. Сигнал обратной связи по скорости траверсы $V_{тр}$ вычисляется в контроллере как производная от сигнала положения траверсы $S_{тр}$. Структура РСТ выбирается в зависимости от режима работы пресса. Если вертикальный пресс работает как штамповочный (или это горизонтальный пресс), где важно обеспечить точное поддержание заданной скорости во время непосредственной прессовки (экструзии), то РСТ выбирается и настраивается как пропорционально-интегральный (ПИ). Во всех остальных режимах, в том числе когда вертикальный пресс находится в режиме непосредственнойковки или шлихтовки, РСТ настраивается как П-регулятор, так как здесь не требуется высокая точность по скорости, а важно получить высокое быстродействие при высокой устойчивости контура регулирования. Задание скорости на РСТ поступает с выхода регулятора положения траверсы (РПТ) и может ограничиваться с помощью ограничителя (ОРПТ), который представляет собой релейный элемент с зоной нечувствительности, включенный в обратную отрицательную связь РПТ. Изменения зоны нечувствительности, например, пропорциональные углу отклонения рукоятки управления траверсой пресса $L_{рук}$, будут приводить к изменению выхода РПТ и следовательно к разной скорости движения пресса вверх и вниз. Изменения зоны в ОРПТ может производиться программно, если по заданной программе надо менять скорость пе-

ремещения траверсы. Внешним контуром регулирования является контур по положению траверсы. Регулятор РПТ настраивается как ПИ-регулятор для вариантовковки и шлихтовки. В этих случаях требуется точный и быстрый подход траверсы к заданной нижней точке, которая определяет геометрический размер поковки. В остальных случаях РПТ может оставаться пропорциональным или И-часть может настраиваться относительно слабой только для организации работы ограничителя ОРПТ.

В режимахковки и шлихтовки важно точно и быстро подойти к заданной нижней точке положения траверсы с точностью 1 мм и сразу же начать перемещение траверсы вверх. Эта задача может быть решена с помощью блока зоны нижнего положения (ЗНП). ЗНП представляет собой релейный элемент с зоной нечувствительности, на вход которого подается сигнал разности dS заданного положения траверсы $S_{зад}$ и истинного $S_{тр}$ с датчиков положения траверсы. ЗНП своим выходным сигналом управляет переключателем, который устанавливает задание скорости равным нулю, когда траверса входит в зону, близкую к заданной нижней точке. Тем самым, не дожидаясь подхода траверсы к заданному нижнему положению, заранее дается команда на закрытие водяного клапана и команда на переключение регулирования на движение траверсы вверх (реверс). При этом предполагается, что траверса какое-то расстояние еще пройдет по инерции вниз и подойдет к заданной точке, после чего сразу же начнет подниматься вверх. В автоматическом или полуавтоматическом режимахковки, когда траверса многократно совершает движения вниз до одной и той же заданной точки, точность остановки в нижнем положении можно повысить, используя интегральный корректор задания положения, работающий по ошибкам положения траверсы в нижней точке при предыдущих ходах вниз. Для этого разрабатывается алгоритм определения ошибки в самой нижней точке положения траверсы, затем эта ошибка подается на интегральный элемент с постоянной времени, настраиваемой при наладке. Выходной сигнал интегрального элемента суммируется с заданием положения траверсы в нижней точке. На рис. 2 представлена оциллограмма работы ковочного пресса усилением 1500 тонн с корректором по предыдущим ошибкам. На нем представлены: положение траверсы, скорость траверсы и ошибка в нижней точке движения траверсы. Видно, что ошибка в нижней точке хода траверсы с 3,5 мм при первом ходе вниз практически сводится до нуля за три удара.

В соответствии с изложенными принципами управления прессами выполнены системы управления вертикальных прессов 6000 тс и 2500 тс (Шкода) на предприятии ОАО "Корпорация ВСМПО-АВИСМА".

Браун Александр Евгеньевич — главный инженер, **Упчер Александр Михайлович** — главный специалист, **Постников Сергей Александрович** — главный специалист, **Шурыгин Павел Викторович** — ведущий инженер ЗАО "Автоматизированные системы и комплексы".

Контактные телефоны: (343) 341-24-08, 360-05-01. E-mail: brawn@asc-ural.ru