Ограничение максимального давления в возвратных гидроцилиндрах гидравлических прессов

В настоящее время в металлургической промышленности широко используются гидравлические прессы с насосно-аккумуляторным гидроприводом.

Для ограничения повышения давления в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров подвижной траверсы таких прессов сверх давления в напорной гидролинии пресса некоторой допустимой величиной в гидросистеме пресса обычно применяют обратный клапан, соединенный своим входным каналом, выполненным со стороны его седла, с полостями возвратных гидроцилиндров, а выходным каналом, выполненным со стороны его запорного элемента, с напорной гидролинией.

Такое повышение давления возможно в следующих случаях:

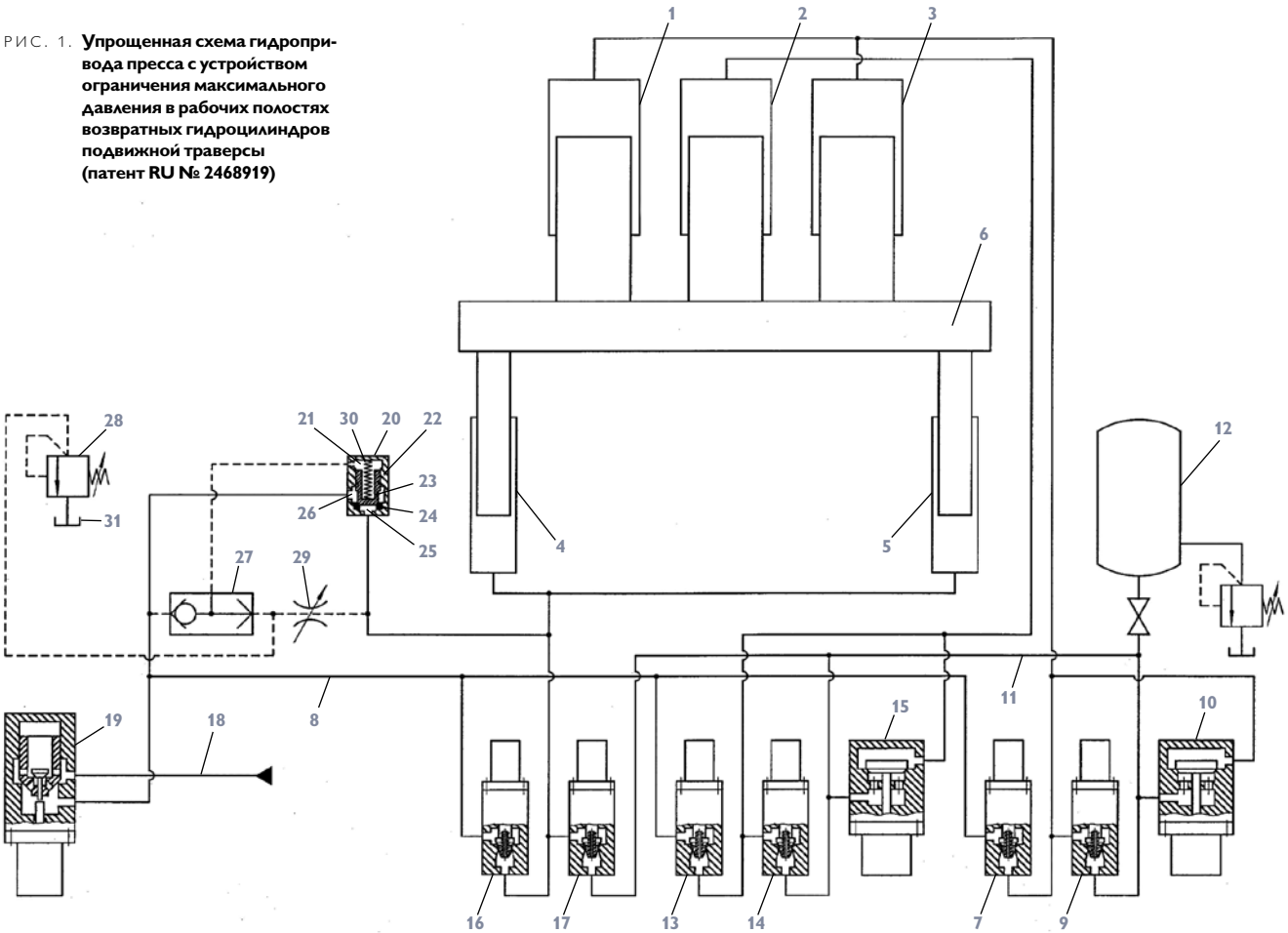
А || при резком торможении подвижной траверсы пресса и движущихся вместе с ней частей при быстром закрытии проходного сечения сливного клапана возвратных гидроцилиндров (вследствие чего кинетическая энергия подвижной траверсы и движущихся вместе с ней частей преобразуется в потенциальную энергию давления жидкости, сжимаемой в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров);

Б || при подаче жидкости высокого давления в рабочие полости рабочих гидроцилиндров при не открытых проходных сечениях рабочих окон сливного и напорного клапанов возвратных гидроцилиндров (и возникновении, соответственно, эффекта мультипликации давления);

В || при практически мгновенном снижении (исчезновении) рабочей нагрузки (силы сопротивления), преодолеваемой прессом в процессе его рабочего хода.

Поскольку при возникновении перегрузки по давлению перетекание жидкости из рабочих полостей возвратных гидроцилиндров в напорную гидролинию пресса через обратный клапан происходит практически без потерь давления и, соответственно, энергии, то рассматриваемое техническое решение выгодно отличается от стандартного способа ограничения максимального давления в каком-либо месте гидросистемы с помощью присоединенного к этому месту своим входным (напорным) каналом предохранительного клапана соответствующей

РИС. 1. **Упрощенная схема гидропривода пресса с устройством ограничения максимального давления в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров подвижной траверсы (патент RU № 2468919)**



1, **2**, **3** — рабочие гидроцилиндры; **4**, **5** — возвратные гидроцилиндры; **6** — подвижная траверса; **7**, **9**, **10** — соответственно напорный, сливной и наполнительный клапаны боковых рабочих гидроцилиндров **1** и **3**; **8**, **11** — соответственно напорная и наполнительно-сливная гидролинии пресса; **12** — бак наполнения; **13**, **14**, **15** — соответственно напорный, сливной и наполнительный клапаны центрального рабочего гидроцилиндра **2**; **16**, **17** — соответственно напорный и сливной клапаны возвратных гидроцилиндров; **18** — напорная гидролиния насосно-аккумуляторной станции; **19** — автоматический запорный клапан; **20** — перепускной клапан; **21**, **25**, **26** — соответственно полость управления, входной и выходной каналы клапана **20**; **22**, **23**, **24**, **30** — соответственно корпус, запорный элемент, седло и пружина клапана **20**; **27** — логический клапан «ИЛИ»; **28** — предохранительный клапан; **29** — регулируемый дроссель; **31** — гидробак, находящийся под атмосферным давлением.

пропускной способности, выходной (сливной) канал которого соединяется с гидробаком, находящимся под атмосферным давлением.

Однако, при падении (по какой-либо причине) давления в напорной гидролинии, от которой происходит питание пресса жидкостью высокого давления, и, соответственно, в напорной гидролинии пресса ниже некоторого порогового значения вышеуказанный обратный клапан не предотвращает вытеснение жидкости из рабочих полостей возвратных гидроцилиндров под действием силы давления, действующей на траверсу со стороны рабочих гидроцилиндров, в случае горизонтальных прессов и дополнительно силы веса подвижной траверсы и движущихся вместе с ней частей в случае вертикальных прессов. В результате, если траверса не находится на жестком упоре, в отмеченной ситуации происходит ее самопроизвольное перемещение, что может повлечь за собой поломку оборудования (например, инструмента) и возникновение опасности для обслуживающего персонала.

Исключение самопроизвольного перемещения подвижной траверсы пресса при чрезмерном падении давления в его напорной гидролинии и гарантированное ограничение величины максимального давления в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров при минимальном усложнении конструкции гидравлического привода достигается при использовании вместо обратного клапана перепускного клапана **20**, полость управления **21** которого соединена с выходным каналом логического клапана **27** типа «ИЛИ», один вход которого соединен с выходным каналом **26** перепускного клапана **20**, а другой вход — с напорным каналом управляющего предохранительного клапана **28** и посредством регулируемого дросселя **29** с входным каналом **25** перепускного клапана (РИС. 1). При этом входной канал **25** перепускного клапана **20**, выполненный со стороны его седла **24**, соединен с полостями возвратных гидроцилиндров **4** и **5**, выходной канал **26**, выполненный со стороны его запорного элемента **23**, с напорной гидролинией **8** пресса, а сливной канал управляющего предохранительного клапана **28** с гидробаком **31**. Причем диаметр направляющей части запорного элемента **23** перепускного клапана **20** выполнен не меньше наружного диаметра поверхности контакта запорных кромок его запорного элемента **23** и седла **24**.

Если давление в напорной гидролинии **8** пресса (и, соответственно, в выходном канале **26** перепускного клапана **20**) больше давления в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров **4**, **5** (и, соответственно, во входном канале **25** перепускного клапана **20**), то посредством логического клапана

27 типа «ИЛИ» полость управления 21 клапана 20 соединяется с его выходным каналом 26. При этом результирующее усилие, с которым запорный элемент 23 своими запорными кромками прижимается к ответным запорным кромкам седла 24, линейно увеличивается с увеличением перепада давления в выходном 26 и входном 25 каналах перепускного клапана, что гарантирует герметичное разделение указанных каналов внутри клапана 20.

Если давление в напорной гидролинии 18 насосно-аккумуляторной станции и в соединенной с ней посредством автоматического запорного клапана 19 напорной гидролинии 8 пресса (и, соответственно, в выходном канале 26 перепускного клапана 20) меньше давления в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров 4, 5 (и, соответственно, во входном канале 25 перепускного клапана 20), то посредством логического клапана 27 типа «ИЛИ» полость управления 21 клапана 20 через проходное сечение дросселя 29 соединяется с входным каналом 25 клапана 20. Если при этом давление в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров 4, 5 меньше давления открытия проходного сечения предохранительного клапана 28, то течение жидкости через регулируемый дроссель 29 отсутствует и давление в полости управления 21 клапана 20 оказывается равным давлению в его входном канале 25. В данном случае результирующая сила, действующая со стороны жидкости, находящейся в полости управления 21, входном 25 и выходном 26 каналах клапана 20, на запорный элемент 23 последнего, направлена в сторону седла 24 и при прочих равных условиях тем больше, чем больше диаметр направляющей части запорного элемента 23 по сравнению с наружным диаметром поверхности контакта запорных кромок запорного элемента 23 и седла 24, что способствует герметичному разделению входного 25 и выходного 26 каналов внутри клапана 20.

В соответствии с вышесказанным при чрезмерном снижении давления в напорной гидролинии 18, от которой происходит питание пресса жидкостью высокого давления, и давлении в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров 4, 5, меньшем давления открытия проходного сечения предохранительного клапана 28, проходное сечение перепускного клапана 20 гарантированно является закрытым, что исключает (при закрытых проходных сечениях сливного 17 и напорного 16 клапанов возвратных гидроцилиндров 4, 5) самопроизвольное перемещения подвижной траверсы 6 пресса.

Если в рассматриваемой ситуации давление в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров 4, 5 превысит допустимое значение, на которое настроен предохранительный клапан 28, то проходное сечение последнего открывается и жидкость из рабочих полостей возвратных гидроцилиндров 4, 5 через дроссель 29 и предохранительный клапан 28 при незначительном расходе перетекает в гидробак 31. Вследствие перетекания жидкости через дроссель 29 на нем создается перепад давления, зависящий при фиксированном расходе от площади проходного сечения дросселя (чем меньше указанная площадь, тем больше перепад давления и меньше время, необходимое для открытия проходного сечения перепускного клапана 20, но при прочих равных условиях больше время, необходимое для закрытия его проходного сечения), и давление на входе предохранительного клапана 28 и, соответственно, в

полости управления 21 клапана 20 оказывается меньше, чем давление в его входном канале 25. При определенном перепаде давления на дросселе 28 результирующая сила, действующая со стороны жидкости, находящейся в полости управления 21, входном 25 и выходном 26 каналах клапана 20, на его запорный элемент 23, оказывается направленной в сторону полости управления 21 и достаточной для подъема запорного элемента 23 относительно его седла 24 и открытия относительно большого проходного сечения между каналами 25 и 26. В результате этого жидкость из рабочих полостей возвратных гидроцилиндров 4, 5 начинает перетекать через указанное проходное сечение в напорную гидролинию 8 пресса и далее в питающую напорную гидролинию 18 через автоматический запорный клапан 19, который не препятствует движению жидкости в указанном направлении даже при отсутствии управляющего сигнала на открытие его проходного сечения (в данной ситуации автоматический клапан 19 работает как обратный клапан). Перетекание жидкости через перепускной клапан 20 препятствует дальнейшему повышению давления в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров 4, 5. Поскольку перетекание жидкости из возвратных гидроцилиндров 4, 5 происходит в напорную гидролинию 8 пресса, то при нормальном рабочем давлении в ней потери давления при движении жидкости через открывшееся проходное сечение перепускного клапана 20 являются относительно небольшими, то есть защита возвратных гидроцилиндров 4, 5 от перегрузки по давлению в указанном случае происходит при несущественных потерях энергии.

При снижении давления в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров 4, 5 до величины, меньшей давления открытия проходного сечения предохранительного клапана 28, проходное сечение последнего закрывается, после чего закрывается и проходное сечение перепускного клапана 20.

Выполнение дросселя 29 регулируемым позволяет оптимизировать протекание процессов открытия и закрытия проходного сечения перепускного клапана 20.

В соответствии с вышеизложенным применение рассмотренной конструкции устройства для ограничения максимального давления в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров подвижной траверсы гидравлического пресса исключает самопроизвольное перемещение подвижной траверсы при чрезмерном падении давления в напорной гидролинии, от которой происходит питание пресса жидкостью высокого давления, и обеспечивает гарантированное ограничение величины максимального давления в рабочих полостях возвратных гидроцилиндров при минимальном усложнении конструкции гидравлического привода пресса.

Гойдо М.Е. к. т. н, Бодров В.В. к. т. н, Багаутдинов Р.М.,
«УРАЛЬСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР», Г. ЧЕЛЯБИНСК

Литература

1. Мюллер Э. Гидравлические прессы и их приводы. **Т. 1. Ковочные прессы** / Перевод с нем. — М.: Машиностроение, 1965. — 316 с.
2. Бодров В.В., Багаутдинов Р.М., Батурин А.А., Гойдо М.Е. **Опыт модернизации гидроприводов и систем управления прессов** // Индустрия. — 2014. — № 2. — С. 51–55.