

# Вертикальный гидравлический пресс без бака наполнения

На вертикальных гидравлических прессах холостой ход подвижной траверсы вниз («свободное опускание» траверсы) осуществляется преимущественно под действием силы тяжести самой траверсы и движущихся вместе с ней частей пресса (например, плунжеров рабочих гидроцилиндров и закрепленной на траверсе штамповой оснастки). В связи с этим при холостом ходе траверсы вниз нецелесообразно создавать в рабочих полостях рабочих гидроцилиндров сколь-нибудь существенное манометрическое давление. Достаточно лишь обеспечить в рассматриваемом случае качественное (без нарушения сплошности) заполнение указанных полостей рабочей жидкостью.

Максимальная скорость холостого хода траверсы вниз, как правило, значительно больше скорости ее рабочего хода, и, соответственно, расход рабочей жидкости, который требуется для заполнения рабочих полостей рабочих гидроцилиндров во время холостого хода, превышает расход рабочей жидкости, необходимый для выполнения рабочего хода.

В случае использования на прессе насосного гидропривода подача насосов выбирается из условия обеспечения заданной максимальной скорости осуществления рабочего хода подвижной траверсы и недостаточна для заполнения рабочих полостей рабочих гидроцилиндров при выполнении холостого хода. В случае использования насосно-аккумуляторного гидропривода экономически нецелесообразно расходовать рабочую жидкость высокого давления для заполнения рабочих полостей рабочих гидроцилиндров при выполнении холостого хода, поскольку вся механическая энергия жидкости при этом преобразуется в тепловую энергию и, в конечном итоге, теряется.

На подавляющем большинстве прессов при выполнении холостого хода траверсы вниз рабочие полости рабочих гидроцилиндров заполняются рабочей жидкостью через так называемые клапаны наполнения из бака наполнения, в котором жидкость находится под небольшим манометрическим давлением (обычно от 0,5 до 1,0 МПа) или под атмосферным давлением (в этом случае бак наполнения располагается выше рабочих гидроцилиндров).

Для заполнения полостей рабочих гидроцилиндров при холостом ходе подвижной траверсы пресса вниз с повышенной скоростью возможно также использование центробежных насосов низкого давления, которые вводятся в гидросистему пресса в дополнение к силовым насосам [1]. Однако, при этом по сравнению со случаем использования бака наполнения при прочих равных условиях увеличиваются потери энергии в гидросистеме пресса.

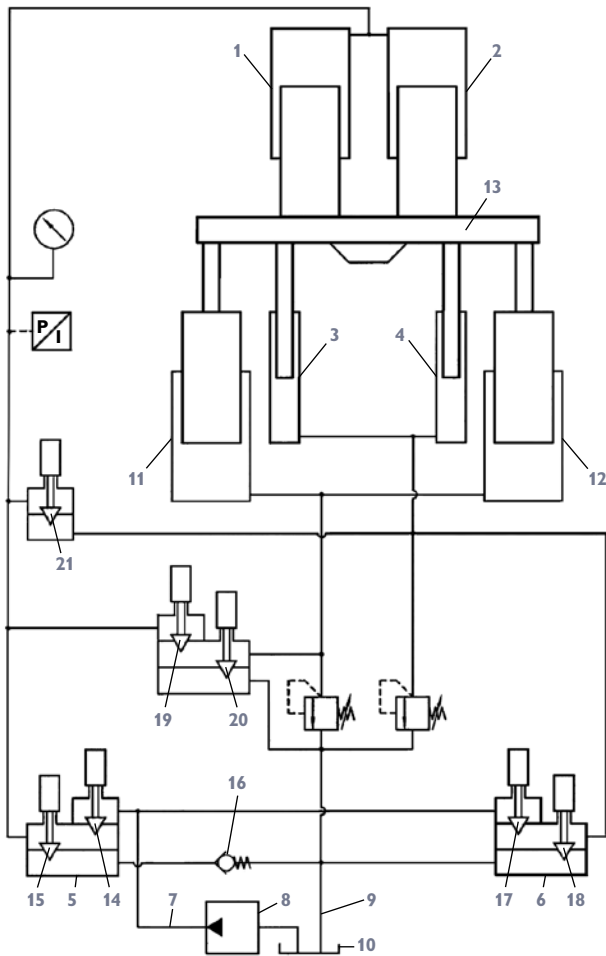
Скорость движения подвижной траверсы при ее холостом ходе вниз регулируется путем изменения площади проходного сечения сливного клапана подъемных гидроцилиндров (или другого дросселирующего гидроаппарата, установленного в гидролинии, соединяющей подъемные гидроцилиндры с гидробаком).

При отсутствии в составе гидропривода пресса уравновешивающих гидроцилиндров вся потенциальная энергия подвижной траверсы пресса при ее холостом ходе вниз теряется, поскольку частично расходуется на совершение работы против сил трения в подвижных парах направляющих траверсы и ее гидроцилиндров привода, а в основном преобразуется в тепловую энергию жидкости, вытесняемой из подъемных гидроцилиндров (подъемных полостей рабочих гидроцилиндров) в гидробак гидросистемы через сливной клапан подъемных гидроцилиндров (или другой дросселирующий гидроаппарат, установленный в гидролинии, соединяющей подъемные гидроцилиндры с гидробаком, и используемый для регулирования скорости движения подвижной траверсы при ее холостом ходе вниз).

Часть потенциальной энергии поднятой подвижной траверсы пресса при ее холостом ходе вниз может быть использована для обеспечения заполнения рабочих полостей рабочих гидроцилиндров жидкостью, если в качестве устройства наполнения применить гидропреобразователь, работающий как мультипликатор расхода и обеспечивающий получение необходимого расхода рабочей жидкости за счет энергии жидкости, вытесняемой из подъемных гидроцилиндров. При этом необходимость в использовании в составе гидросистемы пресса бака наполнения (с соответствующим объемом рабочей жидкости) отпадает, что в целом ряде случаев упрощает компоновку гидросистемы пресса и снижает стоимость гидросистемы.

Вышеупомянутый гидропреобразователь может быть выполнен как поступательного, так и вращательного движения [2].

В ряде случаев более рациональным представляется техническое решение, заключающееся в оснащении пресса дополнительными гидроцилиндрами низкого давления, выходные звенья которых соединены с подвижной траверсой пресса и имеют суммарную эффективную площадь  $A_{сдл}$ , равную с заданным запасом  $\Delta A_{зап}$  суммарной эффективной площади  $A_{срц}$  выходных звеньев рабочих гидроцилиндров за вычетом суммарной



**Упрощенная принципиальная схема гидропривода подвижной траверсы вертикального прессы с дополнительными гидроцилиндрами низкого давления:** 1, 2 — рабочие гидроцилиндры; 3, 4 — подъемные гидроцилиндры; 5 — гидрораспределитель рабочих гидроцилиндров; 6 — гидрораспределитель подъемных гидроцилиндров; 7 — напорная гидролиния; 8 — источник гидравлического питания (насосная или насосно-аккумуляторная установка); 9 — сливная гидролиния; 10 — гидробак; 11, 12 — дополнительные гидроцилиндры низкого давления; 13 — подвижная траверса; 14, 15, 17, ..., 21 — управляемые клапаны; 16 — подпорный обратный клапан

эффективной площади  $A_{с.пл}$  выходных звеньев подъемных гидроцилиндров, т.е.:

$$A_{с.пл} = A_{с.рц} - A_{с.пл} + \Delta A_{зап} \quad (0 < \Delta A_{зап} < A_{с.пл}).$$

На рисунке показана упрощенная принципиальная схема гидросистемы вертикального прессы, выполненного с такими дополнительными гидроцилиндрами.

В рассматриваемом случае рабочие 1, 2, подъемные 3, 4 и дополнительные 11, 12 гидроцилиндры выполнены плунжерными, и их выходными звеньями являются плунжеры.

Дополнительные гидроцилиндры 11, 12, как и подъемные гидроцилиндры 3, 4, установлены встречно по отношению к рабочим гидроцилиндрам 1, 2, вследствие чего при перемещении подвижной траверсы 13 изменение объема рабочих камер дополнительных и подъемных гидроцилиндров происходит в противофазе изменению объема рабочих камер рабочих гидроцилиндров.

В состав гидросистемы прессы входят клапанные гидрораспределители 5 (с напорным 14 и разгрузочно-сливным 15 клапанами) и 6 (с напорным 17 и сливным 18 клапанами) управления соответственно рабочими 1, 2 и подъемными 3, 4 гидроцилиндрами.

Рабочие полости дополнительных гидроцилиндров 11, 12 соединены между собой, посредством первого дополнительного двухлинейного двухпозиционного управляемого клапана 19 соединены с рабочими полостями рабочих гидроцилиндров 1, 2 и посредством второго дополнительного двухлинейного двух-

позиционного управляемого клапана 20 — со сливной гидролинией 9 гидросистемы прессы.

Посредством третьего дополнительного двухлинейного двухпозиционного управляемого клапана 21 рабочие полости подъемных гидроцилиндров 3, 4 соединены с рабочими полостями рабочих гидроцилиндров 1, 2.

Между сливным каналом гидрораспределителя 5 рабочих гидроцилиндров и сливной гидролинией 9 установлен подпорный обратный клапан 16.

В исходном состоянии гидропривода проходные сечения клапанов 14, 17, 18, 20, 21 закрыты, а клапанов 15, 19 открыты. При этом рабочие полости подъемных гидроцилиндров 3, 4 закрыты и подвижная траверса 13 находится в фиксированном положении.

Для осуществления холостого хода подвижной траверсы 13 вниз производится открытие проходного сечения клапана 21.

Под действием силы тяжести траверса 13 перемещается вниз со скоростью  $v_{х.х}$ , которая при прочих равных условиях определяется, главным образом, степенью открытия проходного сечения клапана 21. При этом рабочая жидкость из рабочих полостей подъемных гидроцилиндров 3, 4 через открытое проходное сечение клапана 21 и из рабочих полостей дополнительных гидроцилиндров 11, 12 через открытое проходное сечение клапана 19 вытесняется в рабочие полости рабочих гидроцилиндров 1, 2 при суммарном расходе  $Q_{рц} = A_{с.рц}v_{х.х}$ , а через открытое проходное сечение клапана 15, подпорный обратный клапан 16, сливную гидролинию 9 поступает в гидробак 10 при расходе (без учета утечек и перетечек рабочей жидкости):

$$Q_{бак} = (A_{с.пл} + A_{с.пл} - A_{с.рц})v_{х.х}.$$

С учетом того, что:  $A_{с.пл} = A_{с.рц} - A_{с.пл} + \Delta A_{зап}$  (см. выше) — расход рабочей жидкости в гидробак 10 через подпорный обратный клапан 16 составляет:  $Q_{бак} = \Delta A_{зап}v_{х.х}$ .

Благодаря протеканию рабочей жидкости через клапан 16, во время холостого хода подвижной траверсы вниз в рабочих полостях рабочих гидроцилиндров 1, 2 поддерживается гарантированное манометрическое давление, определяемое усилием предварительного поджатия пружины данного клапана, и, соответственно, обеспечивается качественное наполнение рабочих полостей рабочих гидроцилиндров рабочей жидкостью.

Рабочий ход подвижной траверсы 13 осуществляется при закрытых проходных сечениях клапанов 15, 17, 19 и 21 и открытых проходных сечениях клапанов 14, 18 и 20. Рабочая жидкость от источника гидравлического питания (насосной или насосно-аккумуляторной установки) 8 по напорной гидролинии 7 через открытое проходное сечение напорного клапана 14 поступает в рабочие полости рабочих гидроцилиндров 1, 2, вызывая перемещение их выходных звеньев (плунжеров) и соединенной с ними траверсы 13. При этом из рабочих полостей подъемных гидроцилиндров 3, 4 через полностью открытое проходное сечение сливного клапана 18 и из рабочих полостей дополнительных гидроцилиндров 11, 12 через полностью открытое проходное сечение клапана 20 рабочая жидкость вытесняется в сливную гидролинию 9 и по ней поступает в гидробак 10.

По окончании рабочего хода траверсы 13 жидкость в рабочих полостях рабочих гидроцилиндров 1, 2 обладает большой потенциальной энергией за счет упругой деформации собственно жидкости и металлических частей прессы. В связи с этим после завершения рабочего хода траверсы 13 производятся: закрытие проходных сечений клапанов 14, 18, 20 и открытие проходного сечения разгрузочно-сливного клапана 15. В результате, жидкость из рабочих полостей рабочих гидроцилиндров 1, 2, вследствие своего расширения и уменьшения напряжений в металлических частях прессы, поступает через открытое проходное сечение клапана 15 и далее по сливной гидролинии 9 в

гидробак 10 (происходит разгрузка рабочих гидроцилиндров от высокого давления). После снижения давления в рабочих полостях рабочих гидроцилиндров 1, 2 до установленного минимального значения открывается проходное сечение клапана 19, в результате чего все клапаны 14, 15, 17, ..., 21 оказываются в исходном состоянии, соответствующем зафиксированному положению траверсы.

Для осуществления обратного хода (подъема) подвижной траверсы 13 пресса производится открытие проходного сечения напорного клапана 17. Рабочая жидкость от источника гидравлического питания 8 по напорной гидролинии 7 через открытое проходное сечение напорного клапана 17 поступает в рабочие полости подъемных гидроцилиндров 3, 4, вызывая перемещение их выходных звеньев (плунжеров) и соединенной с ними траверсы 13 со скоростью  $v_{\text{под}}$ . При этом из рабочих полостей рабочих гидроцилиндров 1, 2 через открытое проходное сечение клапана 19 рабочая жидкость при расходе  $Q_{\text{дл}} = A_{\text{сдл}}v_{\text{под}}$  вытесняется в рабочие полости дополнительных гидроцилиндров 11, 12 и через открытое проходное сечение клапана 15, подпорный обратный клапан 16, сливную гидролинию 9 поступает в гидробак 10 при расходе (без учета утечек и перетечек рабочей жидкости):

$$Q_{\text{бак}} = (A_{\text{срц}} - A_{\text{сдл}})v_{\text{под}}$$

С учетом того, что:  $A_{\text{сдл}} = A_{\text{срц}} - A_{\text{спц}} + \Delta A_{\text{зап}}$  (см. выше) — расход рабочей жидкости в гидробак 10 через подпорный обратный клапан 16 составляет:

$$Q_{\text{бак}} = (A_{\text{спц}} - \Delta A_{\text{зап}})v_{\text{под}} \text{ (как отмечалось выше: } 0 < \Delta A_{\text{зап}} < A_{\text{спц}} \text{)}$$

Благодаря протеканию рабочей жидкости через клапан 16, при подъеме подвижной траверсы в рабочих полостях рабочих 1, 2 и дополнительных 11, 12 гидроцилиндров поддерживается гарантированное манометрическое давление, определяемое усилием предварительного поджатия пружины данного клапана.

Остановка подвижной траверсы 13 при выполнении ею обратного хода производится путем закрытия проходного сечения напорного клапана 17.

Как следует из вышеизложенного, при использовании рассмотренного технического решения обеспечивается качественное (без нарушения сплошности жидкости) заполнение рабочих полостей рабочих гидроцилиндров при холостом ходе подвижной траверсы вниз за счет потенциальной энергии поднятой траверсы и исключается необходимость в использовании в гидросистеме пресса бака на-  
●

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

## Литература

1. Реконструкция ковочного пресса «UNITED» силой 20 МН / М.Е. Гойдо, В.В. Бодров, Р.М. Багаутдинов, Л.Б. Шнайдер // Заготовительные производства в машиностроении. 2016. № 4. С. 20–25.
2. Патент № 2598410 (RU). Гидропривод подвижной траверсы пресса / М.Е. Гойдо, В.В. Бодров, Р.М. Багаутдинов // Оpubл. в Б.И. — 2016. — № 27.

## Уважаемые читатели!

Приглашаем вас оформить подписку на журнал **Metal Russia** следующим образом:

выслав запрос в произвольной форме на e-mail:  
**metallrussia@mail.ru**

либо отправив почтой по адресу:

**117208, Москва,  
Сумской проезд  
д.8, корп.3  
ООО «Медиапром»**