

Об уменьшении массы рабочей жидкости, приведённой к подвижной траверсе гидравлического пресса

Известно, что у мощных гидравлических прессов традиционного исполнения (с питанием от насосно-аккумуляторной станции и баком наполнения, расположенным около пресса и работающим под манометрическим давлением) суммарная масса подвижной траверсы и движущихся вместе с ней механических частей (плунжеров гидроцилиндров привода, инструмента и т.п.) намного меньше приведенной к подвижной траверсе массы рабочей жидкости, находящейся в гидроцилиндрах и соединённых с ними трубопроводах [1].

При относительно небольшой массе $m_{ж.тр}$ жидкости в трубопроводе скорость ее движения $v_{ж.тр}$ при прочих равных условиях значительно превышает скорость

движения $v_{тр}$ подвижной траверсы, а соотношение между приведенной $m_{ж.пр}$ и фактической $m_{ж.тр}$ массой рабочей жидкости имеет вид:

$$m_{ж.пр} = m_{ж.тр} (v_{ж.тр} / v_{тр})^2 = m_{ж.тр} (A_{ц} / A_{тр})^2,$$

где $A_{тр}$ — площадь проходного сечения трубопровода, в котором находится жидкость;
 $A_{ц}$ — суммарная эффективная площадь плунжеров (поршней) гидроцилиндров привода подвижной траверсы пресса, с которыми соединен трубопровод.

Очевидно, что величина массы жидкости, приведенной к подвижной траверсе пресса, зависит от выполняемой операции и различается для случаев хода приближения, рабочего (при работе пресса на каждой из возможных ступеней усилия) и обратного ходов траверсы, поскольку при выполнении этих операций изменяется коммутация некоторых трубопроводов между собой.

Так, для четырехколонного вертикального гидравлического ковочного пресса № 1-4657.00 с номинальным усилием 32 МН, выпущенного УралМашзаводом [2] и оснащенного модернизированной гидросистемой управления [3], значения расчетной массы рабочей жидкости, приведенной к подвижной траверсе, при выполнении подъема и холостого хода вниз («свободного» опускания) последней составляют соответственно 766000 кг и 719000 кг при суммарной массе самой подвижной траверсы и движущихся вместе с ней механических частей, равной порядка 81000 кг. Причем примерно 91% приведенной массы рабочей жидкости в указанных случаях приходится на жидкость, находящуюся в трубопроводах, посредством которых рабочие гидроцилиндры пресса соединяются с баком наполнения (бак наполнения располагается рядом с прессом и находится под манометрическим давлением). Для случая выполнения прессом рабочего хода на третьей ступени усилия расчетная масса рабочей жидкости, приведенная к подвижной траверсе, без учета приведенной массы жидкости на участке между гидробаллоном насосно-аккумуляторной станции и главным гидрораспределителем пресса составляет 472000 кг.



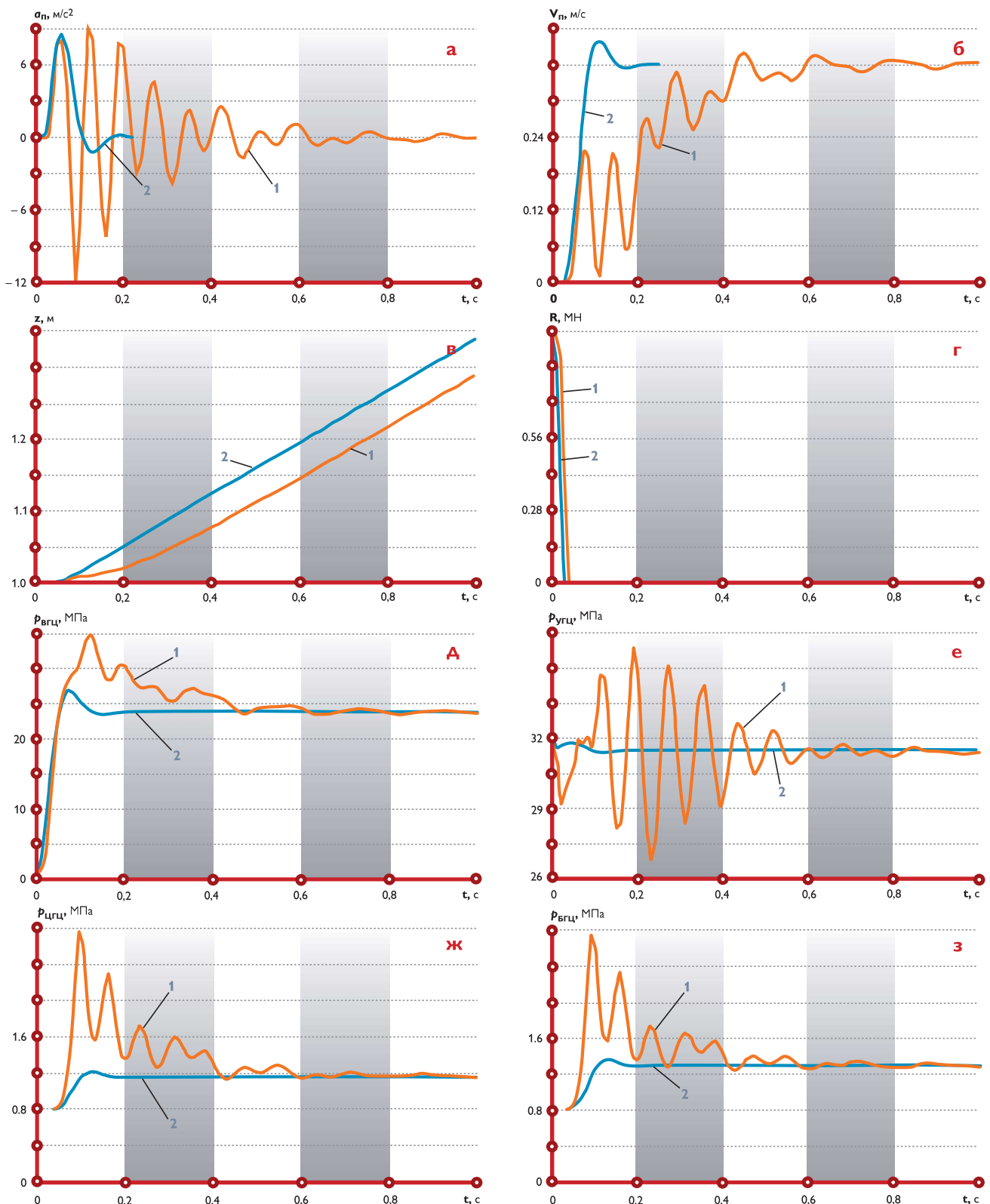


РИС. 1. Графики изменения во времени значений ускорения (а), скорости (б) и координаты (в) подвижной траверсы, силы ее взаимодействия с жестким упором (г), давлений в возвратных (д), уравновешивающих (е), центральном (ж) и боковых (з) рабочих гидроцилиндрах при подъеме траверсы с жесткого упора из среднего положения для случаев инерционной (1) и безинерционной (2) вязкой сжимаемой рабочей жидкости

Для оценки влияния величины приведенной массы рабочей жидкости на динамику работы прессы выполнены расчеты переходных процессов, протекающих при подъеме подвижной траверсы с жесткого упора из

среднего положения для случая, когда в момент открытия проходного сечения напорного клапана возвратных гидроцилиндров давление в полостях рабочих и возвратных гидроцилиндров определялось давлением

в баке наполнения (с учетом разности геометрических высот). Расчеты проведены при тех же допущениях и с использованием той же математической модели, что и расчеты, результаты которых приведены в работе [4].

Расчеты выполнены для двух вариантов: с учетом и без учета инерционных свойств вязкой сжимаемой рабочей жидкости. Они показали, что при отсутствии в процессе работы пресса инерционных перепадов давления в гидросистеме привода подвижной траверсы и прочих равных условиях продолжительность всех переходных процессов существенно сокращается (рис. 1), чего следовало ожидать. При этом значительно снижаются колебательный характер переходных процессов и пиковые значения давления в полостях рабочих, возвратных и уравнивающих гидроцилиндрах привода подвижной траверсы, а, соответственно, и динамические нагрузки на элементы гидросистемы и металлоконструкции пресса, что должно способствовать повышению их долговечности. В соответствии с полученными результатами для повышения быстроты протекания процессов (числа ходов подвижной траверсы в единицу времени) и плавности его работы целесообразно проведение мероприятий, направленных на уменьшение приведенной к подвижной траверсе массы жидкости.

Возможны различные варианты уменьшения массы рабочей жидкости, приведенной к подвижной траверсе пресса. Например, в работе [5] предлагается конструкция ковочного пресса, содержащего: нижнюю и верхнюю неподвижные поперечины, стянутые колоннами, подвижную траверсу с центральным отверстием, три рабочих гидроцилиндра, размещенных со стороны верхней поперечины, возвратные и уравнивающие гидроцилиндры и переходную инструментальную плиту, которая выполнена с направляющими относительно колонн пресса и сопрягается с нижней плоскостью подвижной траверсы. При этом средний рабочий гидроцилиндр установлен в центральном отверстии подвижной траверсы и соединен с переходной плитой с возможностью их совместного перемещения по направляющим, смонтированным в отверстии подвижной траверсы и на переходной плите в местах ее сопряжения с колоннами, плунжер указанного гидроцилиндра прикреплен к верхней неподвижной поперечине, штоки возвратных гидроцилиндров соединены с подвижной траверсой, а штоки уравнивающих гидроцилиндров — с переходной плитой. Благодаря такому исполнению пресса, при его работе на первой ступени усилия, когда для деформации заготовки используется только средний рабочий гидроцилиндр, подвижная траверса пресса под воздействием возвратных гидроцилиндров занимает свое верхнее положение и, таким образом, в указанном случае исключается необходимость перемещения подвижной траверсы, плунжеров возвратных и боковых рабочих гидроцилиндров и жидкости в этих гидроцилиндрах и трубопроводах, соединяющих указанные гидроцилиндры с соответствующими гидрораспределителями и другими устройствами гидросистемы пресса.

Однако рассмотренное техническое решение предполагает внесение весьма существенных изменений в конструкцию существующих прессов и не является универсальным.

С учетом вышесказанного предпочтительным является исполнение гидросистемы пресса с баком на-



полнения, работающим под атмосферным давлением и располагаемым на архитраве пресса в непосредственной близости от рабочих гидроцилиндров. Такое исполнение широко используется в конструкции прессов, в гидросистемах которых в качестве рабочей жидкости применяются гидравлические масла. Причем на многих таких прессах насосные агрегаты и другое гидравлическое оборудование находятся также на архитраве пресса, что затрудняет их обслуживание, но сводит до минимума протяженность трубопроводов гидропривода подвижной траверсы пресса и, соответственно, приведенную к траверсе массу рабочей жидкости. В связи с наличием указанного противоречия в каждом конкретном случае при модернизации гидросистем прессов приходится принимать компромиссные технические решения [6].

Во всех случаях при создании и модернизации гидравлических прессов по возможности необходимо стремиться к сокращению протяженности трубопроводов гидропривода подвижной траверсы пресса и использованию трубопроводов с повышенными до определенного предела значениями внутреннего диаметра [7]. При этом, помимо снижения величины приведенной массы рабочей жидкости и связанного с этим снижения динамических нагрузок на элементы гидропривода и металлоконструкции пресса, создаются предпосылки для уменьшения гидравлических потерь энергии в процессе работы пресса. ●

Гойдо М.Е., Бодров В.В., Багаутдинов Р.М.,
УРАЛЬСКИЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР,
ЧЕЛЯБИНСК

Литература

1. Блик Ф.С. **Модернизация мощного кузнечно-прессового оборудования**. Екатеринбург: «Компания КОПИМАРКЕТ», 2013.
2. Карасев М.А., Баранов И.В., Блик Ф.С., Сошников В.С. **Кузнечно-прессовое оборудование Ураамашзавода**. Екатеринбург: Уральский центр ГР и рекламы, 2004.
3. Бодров В.В., Багаутдинов Р.М., Батуринов А.А., Гойдо М.Е. **Опыт модернизации гидроприводов и систем управления прессов // Гидравлика. Пневматика. Приводы**. 2014. № 1.
4. Гойдо М.Е., Бодров В.В., Багаутдинов Р.М. **Влияние уравнивающих гидроцилиндров на работу гидравлического ковочного пресса // Заготовительные производства в машиностроении**. 2008. №12.
5. Патент RU № 2080996. **Гидравлический ковочный пресс / Ф.С. Блик, В.И. Коирес, В.В. Шевелев и др. // Оpubл. в Б.И. 10.06.1997.**
6. Бодров В.В., Гойдо М.Е., Опарин С.В., Шляпин Е.А. **Использование унифицированных схемных решений при модернизации гидросистем штамповочных прессов // MetalRussia**. 2020. №2.
7. Гойдо М.Е. **Влияние диаметра гидролиний на быстродействие объемного гидропривода // Справочник. Инженерный журнал**. 2012. №12.