

УДК 664:(62-5)

ПНЕВМОГИДРОЦИЛИНДР С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ СИЛОВОГО ХОДА

© Борис Львович Саламандра, Галина Николаевна Орлова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук,
Москва, Россия

salamandra@recuper.ru

Аннотация. Приводится схема пневмогидроцилиндра, в котором за счет введения дополнительной загерметизированной зоны высокого давления, соединенной с гидрокамерой регулируемым дросселем и обратным клапаном, можно изменять скорость силового хода инструмента вплоть до ползучей. Дроссель и обратный клапан установлены в торце штока усилительного цилиндра.

Ключевые слова: пневмогидравлический усилитель, регулировка скорости силового хода, зона высокого давления, гидродроссель, обратный клапан.

PNEUMO-HYDRAULIC CYLINDER WITH CAPACITY FOR REGULATION OF POWER MOTION SPEED

© B. L. Salamandra, G. N. Orlova

Mechanical Engineering Research Institute of the Russian academy of sciences, Moscow, Russia

salamandra@recuper.ru

Abstract. The scheme of the pneumo-hydraulic cylinder is presented. One can change the speed of tool power motion to creeping speed in the pneumo-hydraulic cylinder due to introducing of additional sealing high-pressure zone connected to hydraulic chamber by means of controlled throttle and back-pressure valve. Throttle and back-pressure valve are installed in the face of booster cylinder rod.

Keywords: pneumo-hydraulic booster, regulation of power motion speed, high-pressure zone, throttle valve, back-pressure valve.

Пневмогидроцилиндры обеспечивают высокое усилие на выходном штоке при относительно небольшом его перемещении. Это позволяет использовать пневмогидроцилиндры при «коротких» технологических операциях типа зажима деталей, запрессовки, клепки и вырубки изделий из листа. Из всех перечисленных операция вырубки отличается неблагоприятной динамикой процесса. Дело в том, что после прохождения высечным пуансоном $\approx 0,5$ толщины листа происходит срез материала, нагрузка резко падает, и выходное звено с пуансоном, находясь под действием воздуха, как сильной пружины, «выстреливает». Накопленная в этой пружине энергия гасится ударом всей подвижной массы на внутреннем или наружном упоре. Этот недостаток существенно увеличивает динамические нагрузки на конструкцию в целом и, наряду с повышенным шумом на

производстве, приводит к преждевременному разрушению опорных и уплотнительных элементов.

Неравномерность движения инструмента при существенно нелинейной характеристике силы резания в пневмогидроцилиндрах можно практически полностью устранить путем организации в гидрокамере высокого давления усилителя специальной зоны, перетекание масла в которую осуществляется через дроссель с обратным клапаном. В результате при неизменно больших скоростях холостого хода можно изменять скорость силового хода вплоть до ползучей. Это новое техническое решение [1] рассматривается ниже.

Пневмогидроцилиндры, при всем своем разнообразии [2, 3, 4] по расположению рабочего цилиндра относительно усилительного, обладают одним общим конструктивным свойством: всегда при выполнении силового хода поршень рабочего цилиндра и шток усилительного находятся в замкнутой гидрокамере и взаимодействуют через несжимаемую жидкость. Давление, которое развивается в гидрокамере, пропорционально отношению эффективных площадей поршня и штока усилительного цилиндра, которое определяет коэффициент усиления пневмогидроцилиндра и достигает величины 25 и более. В результате усилие на выходном звене рабочего цилиндра может достигать десятки тонн при давлении воздуха 6 кг/см² [5].

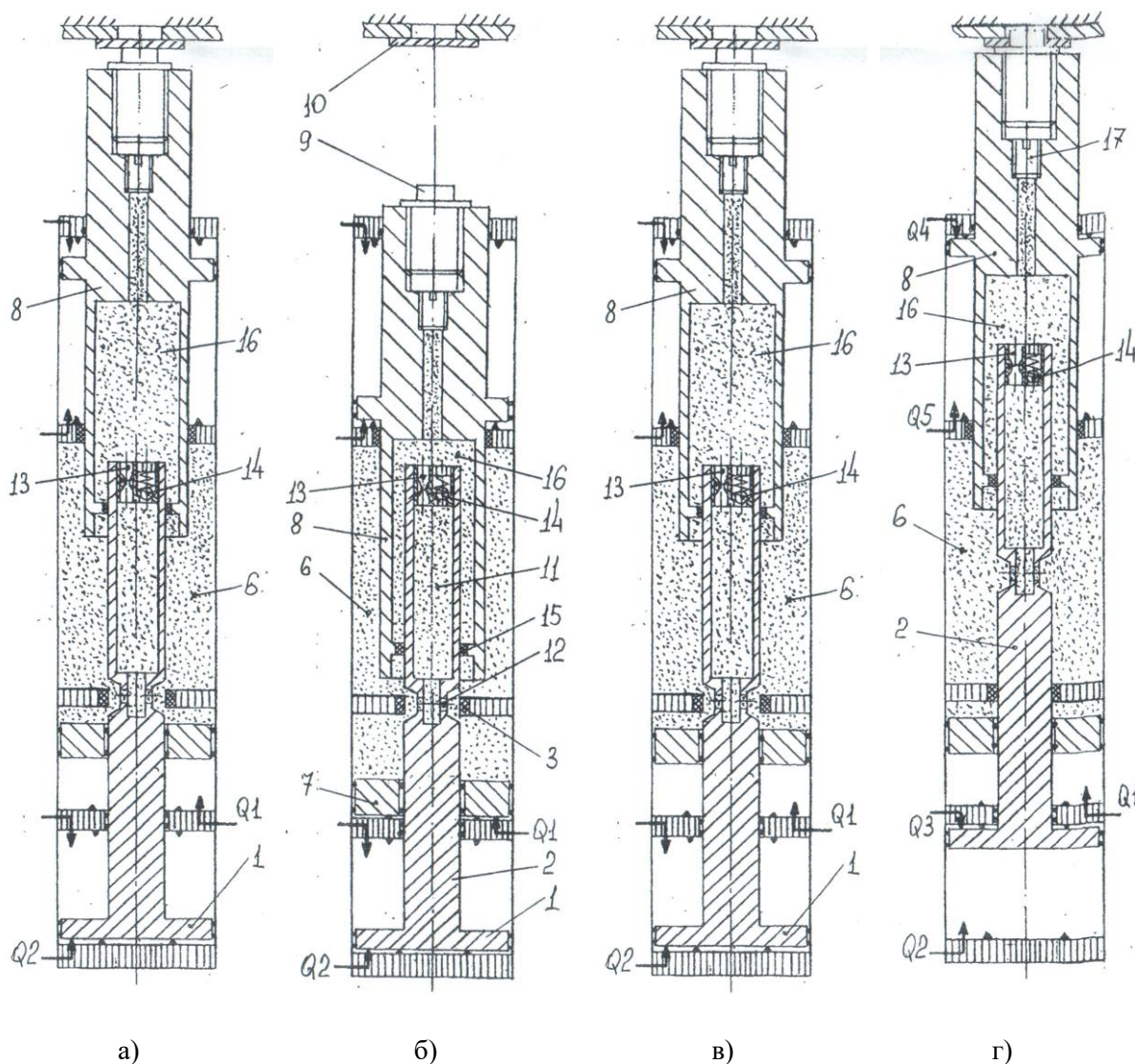


Рис 1. а – схема традиционного пневмогидроцилиндра; б, в, г – схемы пневмогидроцилиндра с возможностью регулировки скорости силового хода в

разных фазах движения: при быстром ходе вверх (б); при силовом ходе вверх (в); при возврате в исходное положение (г).

На рис. 1,а показана традиционная схема пневмогидроцилиндра, в котором силовой и усилительный цилиндры расположены соосно в одном корпусе. Точечным муаром показана зона, заполненная маслом. В исходном положении усилительный цилиндр, образованный поршнем 1 и штоком 2, находится в крайнем положении. При этом канавка на штоке 2 образует зазор между штоком и уплотнением 3, установленным в перегородке 4. Зазор соединяет камеры низкого 5 и высокого 6 давления. При подаче сжатого воздуха в канал Q1 перемещается поршень 7 холостого хода, выдавливая масло через зазор из камеры 5 в камеру 6, тем самым выдвигая двухсторонний шток 8 рабочего цилиндра, несущего вырубной инструмент 9. Поскольку нагрузка отсутствует, происходит быстрый холостой ход вперед под действием давления воздуха в канале Q1. При достижении инструментом 9 обрабатываемой детали 10, что фиксируется датчиком изменения давления в канале Q1 или датчиком положения (на схеме датчики не показаны), будет подано давление воздуха в канал Q2, воздействующий на поршень 1 усилительного цилиндра. При перемещении поршня 1 его шток 2 перекроет зазор в перегородке 4, и в загерметизированной гидрокамере 6 будет возрастать давление. Максимальное давление, которое может быть достигнуто $p_{\max} = k p_v$, где p_v – давление сжатого воздуха, а k – коэффициент усиления, равный отношению площади $S1$ поршня 1 к площади $S2$ поперечного сечения штока 2. Очевидно, что в рассматриваемой традиционной схеме нет возможности регулировать скорость силового хода, т.к. она определяется только взаимодействием инструмента 9 и обрабатываемой детали 10.

На рис.1б, в, г в разных фазах движения показана новая схема пневмогидроцилиндра [1], в котором регулирование скорости силового хода осуществляется за счет деления камеры высокого давления на две зоны, перетекание масла между которыми происходит через регулируемый дроссель с обратным клапаном. Для этого шток 2 усилительного цилиндра выполняется полым – снабженным внутренним отверстием 11, с одной стороны соединенным с камерой 6 через радиальные отверстия 12, размещенные в канавке штока 2, а с другой стороны – со стороны торца штока 2 закрытым регулируемым дросселем 13 с обратным клапаном 14. В двухстороннем штоке 8 рабочего цилиндра также выполняется сквозное отверстие, в котором устанавливается манжета 15, контактирующая с наружной поверхностью штока 2. В результате в камере 6 высокого давления выделяется закрытая зона 16.

В исходном положении (рис.1,б) при подаче давления сжатого воздуха в канал Q1 поршень 7 холостого хода, продавливая масло через зазор уплотнения 3, обеспечит в камере 6 и, соответственно, в отверстии 11 большее давление, чем в зоне 16. В результате клапан 14 откроется, и рабочий цилиндр совершит быстрый холостой ход вперед до контакта инструмента 9 с заготовкой 10 (рис.1,в), после чего, как и в традиционной схеме, производится переключение на силовой ход.

При подаче давления сжатого воздуха в канал Q2 (рис. 1,г) усилительного цилиндра шток 2, перемещаясь вверх, уплотнением 3 загерметизирует камеру 6 высокого давления. Давление начнет возрастать, но всегда в силу действия силы со стороны усилительного цилиндра давление в зоне 16 будет несколько выше, чем в камере 6. Клапан 14 будет закрыт, а скорость движения инструмента 9 определится, в основном, гидросопротивлением дросселя 13. После вырубки изделия, когда усилие резания резко упадет, ситуация не изменится; обратный клапан 14 остается закрытым, и двухсторонний шток 8 рабочего цилиндра без удара, на малой скорости «сядет» на внутренний или наружный упор.

Важно отметить, что при любом относительном движении пневмоцилиндров, точнее их штоков 2 и 8, находящихся в гидрокамере, должна происходить перетечка масла между гидрозонами 6 и 16. Объем перетекаемой жидкости определяется отношением эффективных площадей штоков 2 и 8. При закрытом обратном клапане 14 и полностью затянутом дросселе

13 система лишается подвижности, и пневмоцилиндр «запирается». Поэтому регулировкой дросселя можно добиться сколь угодно малой скорости силового хода.

Для выполнения обратного хода (рис. 1,г) каналы Q1 и Q2 соединяем с атмосферой, а сжатый воздух подаем в каналы Q3 усилительного пневмоцилиндра и Q4 рабочего. При этом давление в гидрозоне 16 будет меньше, чем в 6, обратный клапан 14 откроется, и произойдет быстрый обратный ход в исходное положение (рис.1,б). Скорость быстрого обратного хода можно регулировать дросселированием выходного канала Q5 рабочего цилиндра.

Для возможности регулировки дросселя 13 в такой закрытой пневмогидросистеме осевое отверстие в двухстороннем штоке 8 рабочего цилиндра выполняется сквозным и со стороны рабочего инструмента заглушается пробкой 17. Это отверстие используется также наряду с другими отверстиями (на схеме не показаны) для заливки рабочей среды и удаления воздуха. Для регулировки дросселя пневмоцилиндр выводится в положение, в котором торец штока 2 наиболее близок к заглушенному отверстию, из штока 8 выворачивается насадка, несущая инструмент 9, удаляется заглушка 17, и через открытое отверстие стандартным длинномерным инструментом, например, отверткой, можно повернуть регулируемый элемент дросселя.

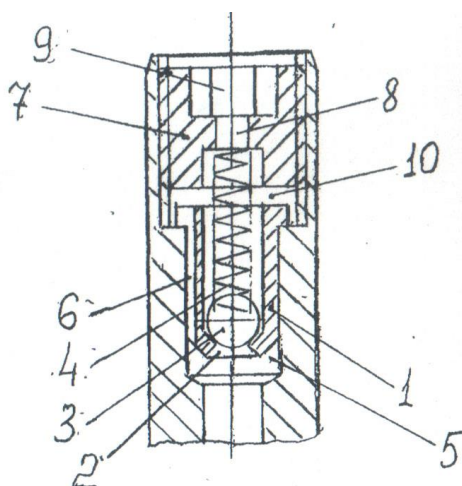


Рис. 2 Конструкция гидродросселя, выполненная на элементах обратного клапана.

На рис. 1, б, в, г дроссель 13 и обратный клапан 14 условно разделены и размещены в торце штока 8 усилительного цилиндра. На самом деле разместить там эти два элемента достаточно не просто, так как при проектировании пневмогидроусилителя стремятся сделать диаметр штока минимальным для увеличения коэффициента усиления системы. Эту задачу можно решить, выполнив дроссель на элементах обратного клапана так, например, как показано на рис. 2. Здесь гильза 1 клапана с отверстием 2, которое перекрывается шариком 3 под действием пружины 4, запрессовывается в отверстие 5 штока. Гильза 1 на своей наружной поверхности имеет две или три продольные канавки 6. Пружина 4 своим вторым концом опирается на торец резьбовой втулки 7, в котором выполнено сквозное отверстие 8 и профильное отверстие 9, например, внутренний шестигранник, для возможности поворота втулки. Таким образом, параллельно обратному клапану на его элементах выполнен канал перетечки жидкости, состоящий из отверстия 8, межторцевого зазора 10 и продольных канавок 6. При повороте резьбовой втулки 7 будет изменяться межторцевой зазор 10 и, соответственно, гидравлическое сопротивление дросселя.

Список литературы

1. Саламандра Б.Л. Пневмогидроцилиндр. Патент РФ № 2643278. Б.И. № 4. 31.01.2018.
2. Schuster G. Hydraulischer Druckubersetzer. Патент Германии DE 4221638. 02.07.1992.
3. Todd M. Brieschke. Oil intensifier cylinder. Патент США US 5526644. 18.06.1996.
4. Todd M. Brieschke. Air/oil intensifier having multiple sensors. Патент США US 5865029. 02.02.1999.
5. <https://de.tox-pressotechnic.com> // Дата обращения 28.05.2018

Дата поступления: 15 сентября 2018 г.