

УДК 621.567

М.С. КИЛИНА, В.А. ЧЕРНАВСКИЙ**АНАЛИЗ СПОСОБОВ ТОРМОЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИДРОАМОРТИЗАТОРОВ ДЛЯ МЕХАНИЗМОВ МАШИН ПОВЫШЕННОГО БЫСТРОДЕЙСТВИЯ**

Проанализированы способы торможения с применением гидроамортизаторов для механизмов машин повышенного быстродействия. Сформулированы задачи совершенствования гидроамортизаторов технологического оборудования.

Ключевые слова: тормозные устройства, технологическое оборудование, гидросистема, способы торможения, гидравлический амортизатор.

Введение. В настоящее время с развитием автоматизации производственных процессов функции гидроприводов расширяются и усложняются, так как происходит увеличение скоростей и масс движущихся частей оборудования, а это невозможно без обеспечения безударного торможения и разгона.

Кроме того, повышение скоростей увеличивает производительность, так как время реверса минимально, поэтому при проектировании машин и модернизации необходимо оптимизировать параметры регулирования переходных процессов [1].

Различные способы торможения с применением гидроамортизаторов. Среди многих способов торможения и позиционирования выходного звена необходимо выбрать наиболее подходящий. Каждая группа способов торможения имеет свою специфику, которую следует учитывать для того, чтобы при выборе получить лучшие результаты.

В технологическом оборудовании (автоматических линиях и агрегатных станках) применяют различные виды жестких упоров и амортизаторов. Чем больше количество циклов совершается механизмом, тем большее количество различных видов жестких упоров имеет оборудование. При значительных массах движущихся тел жесткие упоры не обеспечивают безударное торможение, не обеспечивают плавности разгона и торможения [2].

Простые амортизаторы, например, резиновые бамперы и витые пружины, не могут быть пригодны всюду, так как способствуют эффекту возвратного отражения: большая кинетическая энергия, поглощенная этим оборудованием, во время удара опять переносится на тормозимое тело и способствует неконтролируемому удару, который может привести к повреждению затормаживаемого тела.

Одним из известных способов контролируемого торможения движущихся тел является применение жидкостных амортизаторов, которые превращают кинетическую энергию в тепловую с последующим излучением тепловой энергии в атмосферу. Движение, действующее на поршень амортизатора, сдвигает жидкость внутри амортизатора, заставляя ее протекать через дросселирующие отверстия и способствует быстрому нагреву. Тепловая энергия переносится на корпус амортизатора, излучающий ее в атмосферу.

Применение возвратной пружины обеспечивает аккумуляцию части кинетической энергии, которая облегчает возврат поршня в начальное положение. Гидропневматический или газовый аккумуляторы применяют для точного регулирования времени, необходимого для возврата поршня в начальное положение, например, в промышленных роботах.

Амортизаторы можно разделить на двухтрубные гидравлические, однотрубные газогидравлические с газом высокого давления и двухтрубные газогидравлические с газом низкого давления (рис.1).

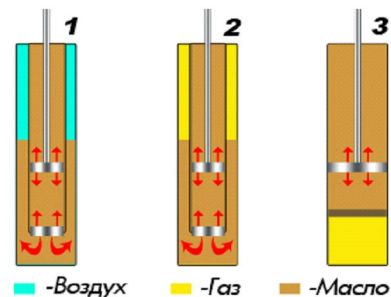


Рис.1. Гидроамортизаторы:
1 – гидравлический двухтрубный;
2 – газогидравлический двухтрубный с газом низкого давления; 3 – гидравлический однотрубный с газом высокого давления

Однотрубные амортизаторы состоят из рабочего цилиндра, в котором газ (как правило, азот) находится в цилиндре и отделен от масла плавающим поршнем под высоким давлением (2–3 МПа). Вся работа по управлению сопротивлением при сжатии и обратном ходе осуществляется поршнем. Такая конструкция амортизатора имеет высокие рабочие характеристики. Кроме того, однотрубные амортизаторы эффективнее охлаждаются, поскольку воздухом обдувается непосредственно рабочий цилиндр. Но однотрубные амортизаторы чувствительны к внешним воздействиям. При небольшой вмятине необходимо заменить амортизатор, тогда как двухтрубные защищены внешним цилиндром. Кроме того, высокая чувствительность к температуре приводит к тому, что при повышении температуры растет давление газового подпора, и амортизатор работает жестче.

Газогидравлические двухтрубные амортизаторы с газом низкого давления применяются преимущественно в автомобилестроении. Вместо воздуха в них применяется азот под давлением от 0,4 до 2 МПа, меньшее давление необходимо при увеличении диаметра цилиндра. Газ под малым давлением не смешивается с маслом слишком активно, что улучшает работу амортизатора.

Гидравлический амортизатор (рис.2), содержит корпус 1 и размещенный в нем плунжер 2, компенсационную камеру, сообщаемую с источником питания 9, подплунжерную камеру, соединенную с компенсационной камерой клапаном и дроссельной щелью, сечение которой уменьшается с ходом поршня, и регулировочное устройство 6 дроссельной щели, где плунжер выполнен с осевым пазом, а регулировочное устройство в виде пластин, закрепленных в соответствующих пазах, и штока 8, установленного по оси плунжера и взаимодействующего с пластинами.

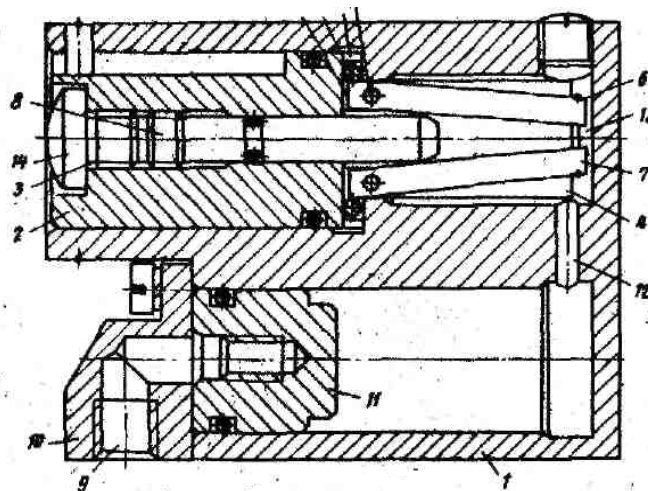


Рис.2. Гидравлический амортизатор [3]

Внутри клапанного амортизатора давление масла поддерживается встроенным предохранительно-переливным клапаном прямого действия.

Произведено исследование динамических процессов клапанного гидравлического амортизатора, моделирование оптимальных условий (масса подвижных частей оборудования, их скорость, давление жидкости и геометрические параметры гидравлического амортизатора) для обеспечения оптимального сочетания скорости торможения и динамических показателей технологи-

ческого оборудования, на котором применяется амортизатор.

Разработчиками гидроамортизаторов решаются следующие задачи:

- увеличение энергоемкости конструкции гидроамортизатора;
- автономность работы конструкции;
- плавное, без колебаний, изменение давления внутри амортизатора и усилия торможения;
- возможность регулирования пути торможения и величины тормозимой массы;
- уменьшение времени торможения.

Правильность постановки перечисленных задач подтверждает, например, анализ авторских свидетельств [4–14]. Однако решения всего комплекса задач каждая из существующих конструкций не обеспечивает. Некоторые устройства [4, 6, 9, 11, 14] не устраняют колебания тормозного усилия и давления внутри амортизатора.

В других [7, 8, 10, 12] предусмотрены меры по ослаблению колебаний тормозного усилия, однако это приводит к существенному усложнению конструкции. Также к усложнению конструкции приводят решения по регулированию пути торможения и величины тормозимой массы [4, 6, 10, 11, 13, 14].

Следует отметить решения, удачные с точки зрения внедрения сформулированных выше задач: использование программируемого изменения проходного сечения дроссельного отверстия

гидроамортизатора [10, 12]; стабилизация и регулирование усилия торможения с использованием клапана [7]; для регулировки сопротивления дроссельного отверстия применение линейного дросселя в виде резьбового канала [6]; для увеличения тормозного усилия в конце хода использование эффекта гидравлической пружины [5]; для ослабления колебания тормозного усилия и регулировки амортизаторов использование комбинированной отсечной кромки [4].

Выводы. Анализ схмотехнических решений по гидроамортизаторам показывает, что известные конструкции не решают всех задач регулирования торможения, поэтому работу по совершенствованию гидроамортизаторов следует продолжить.

Библиографический список

1. Чернавский В.А. Математическая модель и динамический расчет клапанных амортизаторов / В.А. Чернавский // Прогрессивные технологические процессы в металлургии и машиностроении. Экология и жизнеобеспечение. Информационные технологии в промышленности и оборудовании: сб. тр. науч.-техн. конф. (Ростов н/Д, 07–09 сент., 2005). – Ростов н/Д, 2005.
2. Сиротенко А.Н. Математическая модель клапанного гидравлического амортизатора / А.Н. Сиротенко, В.А. Чернавский // Гидропневмосистемы технологических и мобильных машин: сб. науч. тр. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 1998.
3. А. с. 715850 СССР. Гидравлический амортизатор / Б.И. Говзман, П.О. Водопьянов; опубл. 1980, Бюл. № 06.
4. А. с. 1597469 СССР. Гидравлический амортизатор / В.Г. Пруцков, В.А. Чернавский, А.Ф. Сидоров, Е.Я. Литвинов; опубл. 1990, Бюл. № 37.
5. А. с. 1337577 СССР. Гидравлический тормоз / Б.Н. Борисов; опубл. 1987, Бюл. № 34.
6. А. с. 1293405 СССР. Гидравлический буфер / В.В. Анисимов, В.А. Широков, А.В. Алексеев; опубл. 1987, Бюл. № 31.
7. А. с. 1252568 СССР. Гидропневматическое энергопоглощающее устройство / Н.Г. Зуб, Ю.К. Титов; опубл. 1986, Бюл. № 31.
8. А. с. 1132080 СССР. Пневматический демпфер / Г.В. Крейнин, К.С. Солнцева, И.Л. Кривц; опубл. 1984, Бюл. № 48.
9. А. с. 1067259 СССР. Демпфирующее устройство / В.М. Гуслиц; опубл. 1984, Бюл. № 02.
10. А. с. 1030599 СССР. Гидравлический амортизатор / Г.Ф. Робин, А.Ф. Сидоров; опубл. 1983, Бюл. № 27.
11. А. с. 996769 СССР. Гидравлический амортизатор / В.Г. Пруцков, А.Ф. Сидоров, В.Г. Пентегов и др.; опубл. 1983, Бюл. № 06.
12. А. с. 941755 СССР. Амортизатор / О.В. Бойков; опубл. 1982, Бюл. № 25.
13. А. с. 842296 СССР. Гидравлический демпфер / А.А. Рекиш, А.В. Горностай; опубл. 1981, Бюл. № 24.
14. А. с. 638767 СССР. Гидравлический буфер / Г.Е. Бурков, А.А. Горшков; опубл. 1978, Бюл. № 47.

References

1. Chernavskii V.A. Matematicheskaya model' i dinamicheskii raschet klapannykh amortizatorov / V.A. Chernavskii // Progressivnye tehnologicheskie processy v metallurgii i mashinostroenii. Ekologiya i jizneobespechenie. Informacionnye tehnologii v promyshlennosti i oborudovanie: sb. tr. nauch.-tehn. konf. (Rostov n/D, 07–09 sent., 2005). – Rostov n/D, 2005. – in Russian.
2. Sirotenko A.N. Matematicheskaya model' klapanного gidravlichesкого amortizatora / A.N. Sirotenko, V.A. Chernavskii // Gidropnevmosistemy tehnologicheskikh i mobil'nyh mashin: sb. nauch. tr. – Rostov n/D: Izdatel'skii centr DGTU, 1998. – in Russian.
3. А. с. 715850 SSSR. Gidravlichesкий amortizator / B.I. Govzman, P.O. Vodop'yanov; opubl. 1980, Byul. № 06. – in Russian.
4. А. s. 1597469 SSSR. Gidravlichesкий amortizator / V.G. Pruckov, V.A. Chernavskii, A.F. Sidorov, E.Ya. Litvinov; opubl. 1990, Byul. № 37. – in Russian.
5. А. s. 1337577 SSSR. Gidravlichesкий tormoz / B.N. Borisov; opubl. 1987, Byul. № 34. – in Russian.
6. А. s. 1293405 SSSR. Gidravlichesкий bufer / V.V. Anisimov, V.A. Shirokov, A.V. Alekseev; opubl. 1987. Byul. № 31. – in Russian.
7. А. s. 1252568 SSSR. Gidropnevmaticheskoe energopogloschayushee ustroistvo / N.G. Zub, Yu.K. Titov; opubl. 1986, Byul. № 31. – in Russian.

8. A. s. 1132080 SSSR. Pnevmaticheskii dempfer / G.V. Kreinin, K.S. Solnceva, I.L. Krivc; opubl. 1984, Byul. № 48. – in Russian.

9. A. s. 1067259 SSSR. Dempfiruyushee ustroistvo / V.M. Guslic; opubl. 1984, Byul. № 02. – in Russian.

10. A. s. 1030599 SSSR. Gidravlicheskiy amortizator / G.F. Robin, A.F. Sidorov; opubl. 1983, Byul. № 27. – in Russian.

11. A. s. 996769 SSSR. Gidravlicheskiy amortizator / V.G. Pruckov, A.F. Sidorov, V.G. Pentegov i dr.; opubl. 1983, Byul. № 06. – in Russian.

12 A. s. 941755 SSSR. Amortizator / O.V. Boikov; opubl. 1982, Byul. № 25. – in Russian.

13. A. s. 842296 SSSR. Gidravlicheskiy dempfer / A.A. Rekish, A.V. Gornostai; opubl. 1981, Byul. № 24. – in Russian.

14. A. s. 638767 SSSR. Gidravlicheskiy bufer / G.E. Burkov, A.A. Gorshkov; opubl. 1978, Byul. № 47. – in Russian.

Материал поступил в редакцию 04.06.10.

M.S. KILINA, V.A. TCHERNAVSKIY

ANALYSIS OF BRAKING MODES WITH APPLICATION OF HYDROSHOCK ABSORBERS FOR MECHANISMS OF INCREASED OPERATION SPEED

Braking modes with application of hydroshock-absorbers for MECHANISMS OF INCREASED OPERATION SPEED are analyzed. Improvement tasks of hydroshock-absorbers for process equipment are formulated.

Key words: braking gear, process equipment, hydrosystem, braking modes, hydroshock-absorber.

КИЛИНА Мария Степановна, аспирант кафедры «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и тепловые процессы» Донского государственного технического университета. Окончила Донской государственный технический университет (2006).

Область научных интересов: гидропривод и гидропневмоавтоматика.

Автор трех публикаций.

mariya-kilina@yandex.ru

ЧЕРНАВСКИЙ Владимир Александрович (р. 1937), доцент кафедры «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и тепловые процессы» Донского государственного технического университета. Окончил Ростовский институт сельхозмашиностроения (ДГТУ) (1991).

Область научных интересов: гидропривод и гидропневмоавтоматика.

Автор 154 публикаций, 20 авторских свидетельств и патента.

tcher37@mail.ru

Maria S. KILINA, Postgraduate student of the Hydraulics, Hydropneumoautomation and Heat Processes Department, Don State Technical University. She graduated from Don State Technical University (2006).

Research interests: hydraulic drive and hydropneumoautomation.

Author of 3 scientific publications.

mariya-kilina@yandex.ru

Vladimir A. TCHERNAVSKIY (1937), Associate Professor of the Hydraulics, Hydropneumoautomation and Heat Processes Department, Don State Technical University. He graduated from Rostov Institute of Agricultural Engineering (1991).

Research interests: hydraulic drive and hydropneumoautomation.

Author of 154 scientific publications, 20 certificates of authorship and patents.

tcher37@mail.ru