

ГИСТЕРЕЗИС МЕХАНИЗМА КЛАПАНА

*(По вопросам аффилиации и ссылок на статью
обращайтесь по электронной почте bremsemaster@yandex.ru)*

В настоящее время существует высокая потребность в обеспечении безопасности коммерческого транспорта, поскольку дорожно-транспортные происшествия с участием данного вида колесных транспортных средств (КТС) имеют высокую тяжесть последствий. В данной ситуации важными факторами выступают характеристики отдельных аппаратов (подсистем).

подавляющее большинство КТС, составляющих коммерческий транспорт, оборудованы пневматическим приводом тормозных систем.

В настоящее время пневматический привод имеет довольно сложную структуру, состоящую из соединенных между собой аппаратов, имеющих, порой, достаточно сложное устройство и множественное управление, в том числе электрическое и электронное, ввиду чего усложнился процесс диагностирования современного пневмопривода тормозных систем коммерческого транспорта.

Углубленное диагностирование пневмоаппаратов тормозного привода осуществляется по значениям выходных характеристик, которые сравниваются с эталонными значениями [3]. Но, кроме выходных характеристик, работоспособность пневмоаппарата также может быть оценена по величине гистерезиса его исполнительных устройств.

Гистерезис - явление, характерное для упругих тел; заключается в том, что ДЕФОРМАЦИЯ тела при увеличении НАПРЯЖЕНИЯ меньше, чем при его уменьшении из-за задержки эффекта деформации [2]. Когда механическое напряжение удалено полностью, остается остаточная деформация. Применительно к пневмоаппаратам явление гистерезиса проявляется в запаздывании срабатывания исполнительных устройств пневмоаппарата при изменении уровня управляющего воздействия.

Рассмотрим определение гистерезиса на примере анализа статической и динамической характеристик пневмоаппаратов.

Для определения гистерезиса экспериментальным образом была определена статическая характеристика ускорительного клапана 9730110010 в режимах «торможение» и «растормаживание». Статическая характеристика определялась с использованием испытательного стенда К-245, схема подключения пневмоаппарата к стенду представлена на рис. 1. В табл. 1 приведены результаты измерений. На рис. 2 представлена статическая характеристика ускорительного клапана 9730110010 в режимах «торможение» (нижняя линия темной области) и «растормаживание» (верхняя линия темной области). На построенной характеристике четко отслеживается явление

гистерезиса: давление на выходе, при одном и том же управляющем давлении торможения и растормаживания, отличается на величину от 0,01 МПа до 0,03 МПа.

Стоит отметить, что характеристика клапана в режиме «торможение» соответствует эталонной [4].

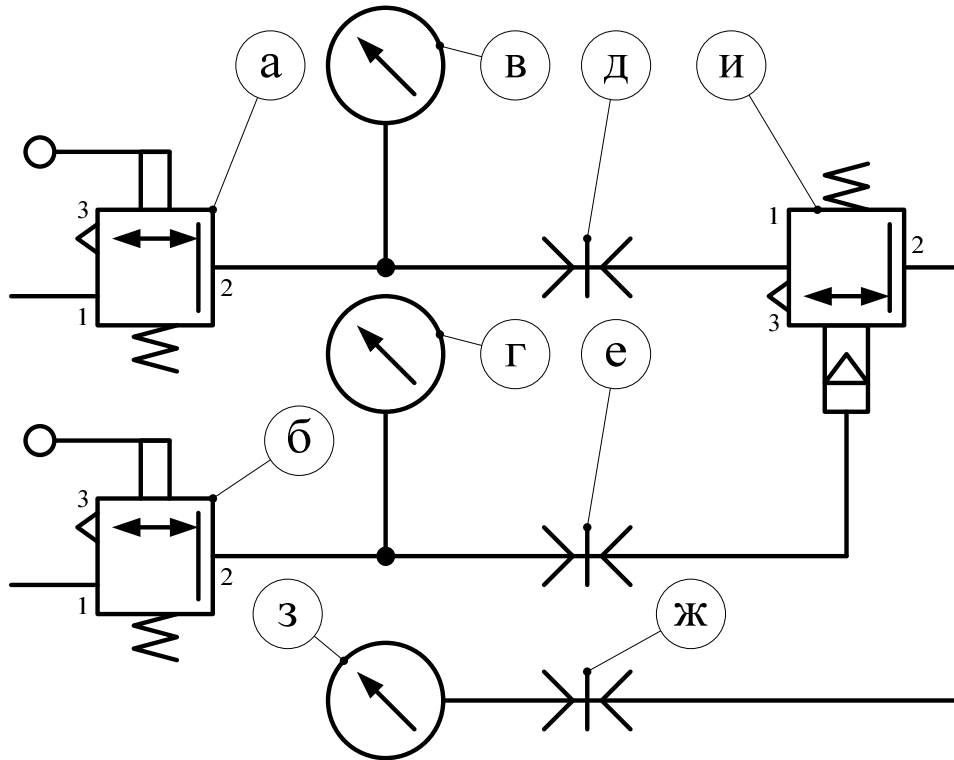


Рисунок 1 – Схема подключения ускорительного клапана 9730110010 при определении статической характеристики:

а, б – кран точного регулирования К-245; в, г – манометр давления на выходе крана точного регулирования д, е, ж – коммутационное подключение; з – манометр измерительного контура; и – ускорительный клапан 9730110010.

Таблица 1 – Результаты определения статической характеристики ускорительного клапана 9730110010 в режимах «торможение» и «растормаживание»

Управляющее давление $p_{упр}$, МПа		0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7
Давление на выходе $p_{вых}$, МПа	Режим торможения	0	0,01	0,07	0,12	0,18	0,24	0,29	0,35	0,41	0,47	0,52	0,575	0,63	0,685	0,7
	Режим растормаживания	0	0,04	0,1	0,14	0,205	0,26	0,31	0,37	0,43	0,48	0,53	0,585	0,64	0,695	0,7
Давление питания $p_{пит}$, МПа		0,7														

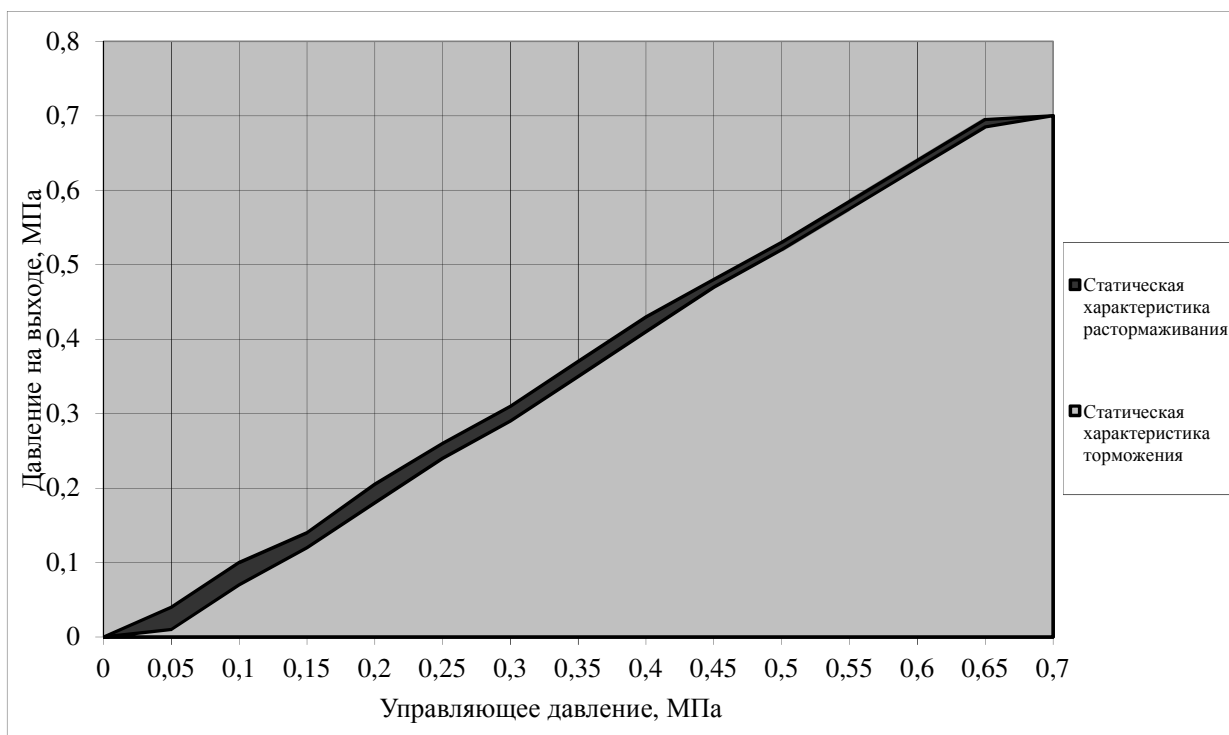


Рисунок 2 - Гистерезис управляющего поршня ускорительного клапана 9730110010

Определение гистерезиса по динамической характеристике было осуществлено при испытании ускорительного клапана АБС 4006004650. В целях повышения точности измерения гистерезиса в механизме данного пневмоаппарата экспериментальные данные снимались с применением измерительного комплекса на базе ЭВМ [1], созданного сотрудниками и студентами кафедры «Автомобильный транспорт» ВлГУ (см. рис. 3).

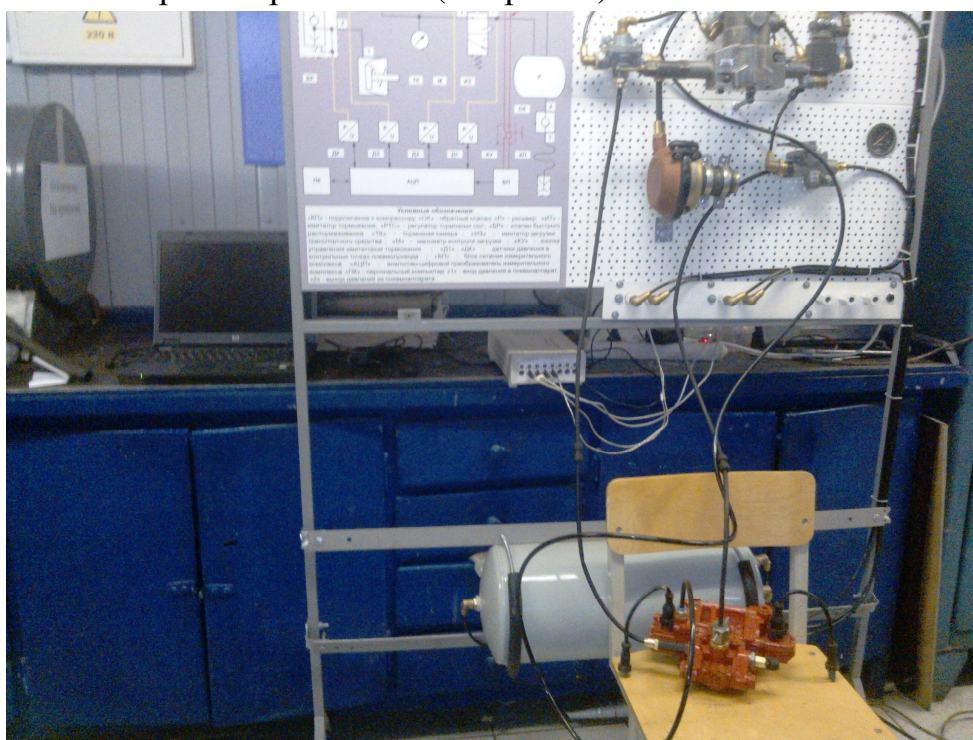


Рисунок 3 – Рабочий момент испытаний ускорительного клапана АБС 4006004650

Испытания проводились по описанной методике, в режимах «торможение» и «растормаживание», схема подключения ускорительного клапана АБС показана на рис. 4.

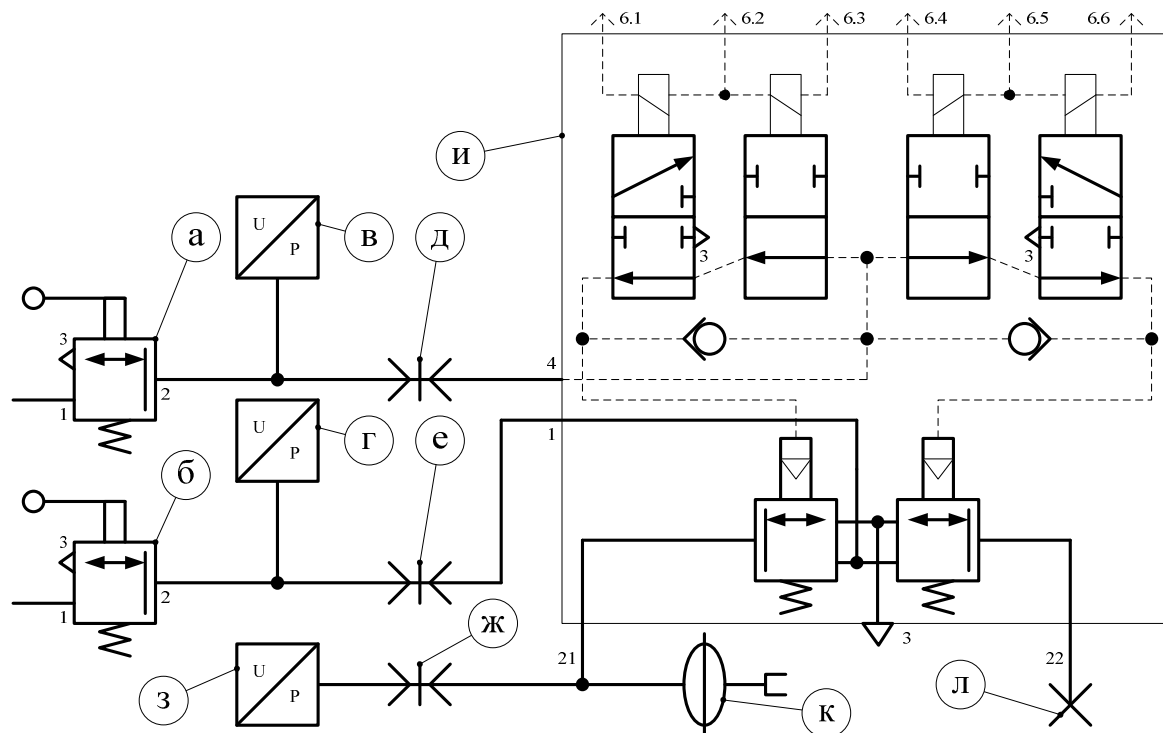


Рисунок 4 – Схема подключения ускорительного клапана АБС 4006004650 при испытании:

а, б – кран точного регулирования; в, г, з – датчики давления измерительного комплекса; д, е, ж – коммутационное подключение; и – ускорительный клапан АБС 9730110010; к – тормозная камера; л – заглушка.

При испытании устройства определялась динамическая характеристика исполнительных механизмов пневмоаппарата с выявлением влияния гистерезиса на время срабатывания устройства в целом. Установлено, что значение разницы давления на выходе в различных режимах работы пневмоаппарата с подключенным потребителем – тормозной камерой (см. табл 2) достигает до 0,35 МПа при управляющем давлении 0,4 МПа.

Таблица 2 – Определение разницы давлений на выходе ускорительного клапана АБС 4006004650 в режимах «торможение» и «растормаживание» при различном управляющем давлении

Управляющее давление, МПа	Давление на выходе, МПа		Разница давлений на выходе в различных режимах, МПа
	В режиме «торможение»	В режиме «растормаживание»	
0	0	0,04	0,04
0,1	0,01	0,2	0,19
0,2	0,04	0,32	0,28
0,3	0,1	0,43	0,33
0,4	0,2	0,55	0,35
0,5	0,31	0,65	0,34
0,6	0,48	0,72	0,24
0,7	0,66	0,78	0,12

Т.к. в пневмоприводах современных КТС к подобным модуляторам АБС подключается от четырех тормозных камер, можно предположить, что при работе пневмоаппарата на реальном автомобиле разница давлений на выходе в различных режимах будет значительно выше той, которая была определена при обработке результатов измерений.

Так же установлено, что из-за процессов, сопутствующих появлению гистерезиса исполнительных устройств клапанов время срабатывания ускорительного клапана АБС 4006004650 при неактивных электромагнитных клапанах в режиме торможения изменяется (см. рис. 5):

- с 0,04 с (разница между временем в точках с координатами C_{II} и B_I) до 0,1 с ($t(C_{IV})-t(B_{III})$) в режиме торможения;
- с 0,04 с (разница между временем в точках с координатами $t(C_{VI})-t(B_V)$) до 0,3 с ($t(C_{VIII})-t(B_{VII})$) в режиме растормаживания.

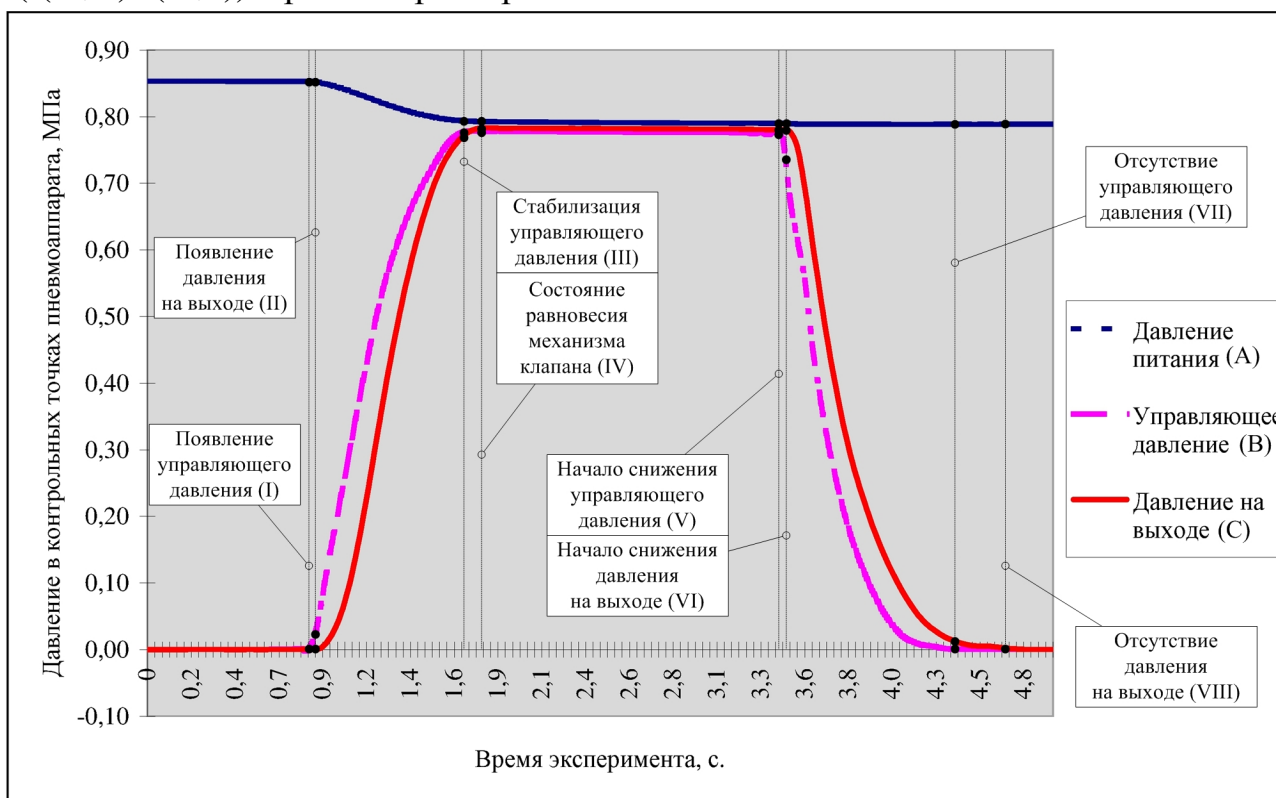


Рисунок 5 – Динамическая характеристика ускорительного клапана АБС 4006004650 при неактивных электромагнитных клапанах

Итоги приведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что при углубленном диагностировании пневмоаппаратов необходимо не только проводить сравнение реальных выходных характеристик с эталонными, но и проводить оценку величины гистерезиса, поскольку наличие данного явления значительно влияет на динамику работы пневмопривода. В свою очередь, для реализации процедуры оценки величины требуется более тщательное изучение и нормирование данного явления, для чего необходимо провести ряд исследований с использованием измерительных комплексов на базе ЭВМ, что позволит оценить

как качество рабочих процессов, так и их влияние на время срабатывания диагностируемого устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ***
2. Научно-технический энциклопедический словарь [Электронный ресурс]. М., «Словари и Энциклопедии» 2000-2015. URL: <http://endic.ru/sciencetech/Gisterezis-154.html> (Дата обращения: 28.08.2018)
3. ***
4. Ускорительный клапан 9730110010 [Электронный ресурс]. Brussels Belgium, WABCO Europe BVBA 2018. URL: ***