

Р и с. 4. Переходный процесс в ЦС по давлению в сечениях (1, 2) и (3, 4)

УДК 621.005

В.М.Квасов, Ю.И.Кондрашов

УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ
В КЛАПАНАХ С ПНЕВМОПРИВОДОМ

Приведены результаты исследований режимов закрытия клапанов при различных скоростях срабатывания. Показана необходимость управления параметрами переходных процессов в клапанах с пневмоприводом реализацией различных конструктивных решений.

Отработка пневмоприводов клананов, определение их оптимальных конструктивных и силовых параметров, создание банка данных по конкретным типам и разновидностям приводов, а также оценка достовернос-

Динамические процессы в установках ЛА. Самара, 1994

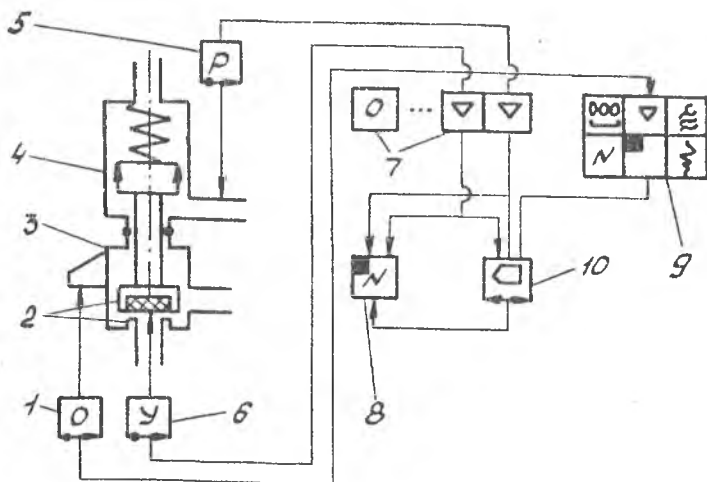
ти результатов расчетов немислимы без проведения испытаний и экспериментальных исследований. С этой целью и проводились экспериментальные исследования переходных процессов при срабатывании клапанов. Испытывались клапаны с пневмоприводом одностороннего действия как нормально открытого, так и нормально закрытого типов с сильфонными и кольцевыми резиновыми уплотнениями поршня.

Для упрощения эксперимента (облегчения монтажа датчиков, снижения многофакторности) испытания проводились без подвода рабочей среды. Давление в полости управления клапанов измерялось индуктивными датчиками типа ДДИ-20, монтируемыми при возможности непосредственно в стенке цилиндра пневмопривода или на его входном штуцере. Для измерения динамических перемещений подвижных элементов клапана использовался индуктивный датчик типа 1WT 302 (PII, ГДР). Корпус датчика, как правило, закреплялся на выходном штуцере или фланце рабочей полости с помощью обоймы. Сердечник датчика устанавливался непосредственно на затворе.

Использованная при испытаниях схема измерений показана на рис. 1. Согласно схеме, сигналы от индуктивных датчиков поступали на прецизионный измерительный усилитель 7 типа KWS 6A/5 (НВМ, ФРГ), а после усиления — на магнитофон 10 типа MP 5521 (*Schlumberger*, Франция) и осциллограф 8 типа СВ-17. Вибрации (главным образом реакция клапана на удар затвора о седло) воспринимались акселерометром 1 типа 225 или 2292, подключенным к системе для измерения ударов 9 типа SMART (*ENDEVCO*, США).

Исследованию подвергались режимы закрытия клапанов. При различных скоростях срабатывания клапанов, что дискретно регулировалось с помощью дросселирования проходного сечения магистрали управления, для разных режимов работы снимались осциллограммы синхронных реализаций управляющего давления и перемещения затвора, а также вибросигналы корпуса. По осциллограммам определялись количественные показатели законов изменения во времени соответствующих параметров.

Проведенные испытания показали, что параметры переходных процессов существенно зависят от конструктивного решения уплотнений. Так, для эластомерных (резиновых) кольцевых уплотнений поршня зависимость силы трения в уплотнении поршень-цилиндр от давления управляющей среды и скорости перемещения поршня ярко выражена. Это хорошо видно на примере клапана 704400.83007 (рис. 2) — площадь петли гистерезиса на диаграмме управляющее давление-перемещение затвора увеличивается бо-

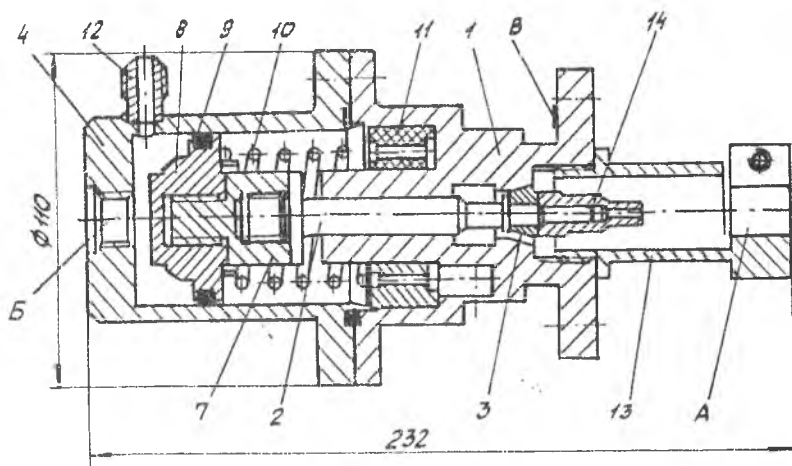


Р и с. 1. Схема измерений: 1 - акселерометр, 2 - КV, 3 - корпус клапана, 4 - пневмопривод, 5 - датчик давления, 6 - датчик перемещений, 7 - усилитель, 8 - осциллограф, 9 - система для измерения ударов, 10 - магнитопон

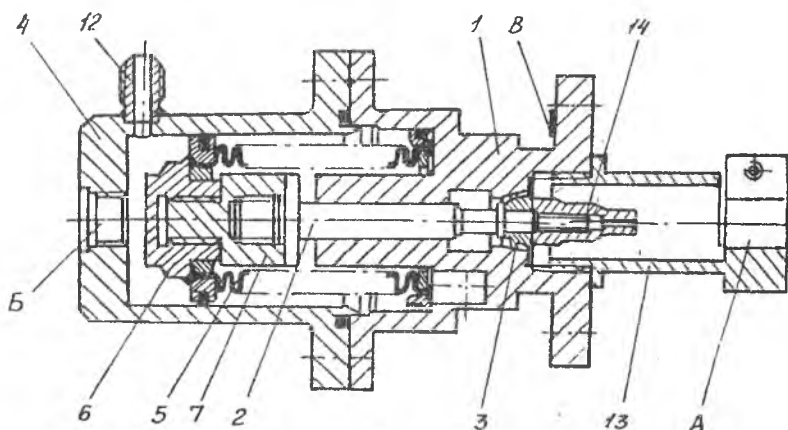
лее чем в два раза при возрастании средней скорости перемещения от 0,001 до 0,52 м/с, что свидетельствует о действии в системе кроме инерционных сил и сил сухого трения вязкой составляющей (рис. 3).

По осциллограммам синхронных реализаций управляющего давления и перемещения затвора видно, что управляющее давление из полости над поршнем при закрытии клапана убывает по экспоненциальному закону с незначительной площадкой на кривой, соответствующей перемещению поршня. Кривая перемещения поршня с затвором в начале имеет короткий отрезок разгона, а в дальнейшем, вплоть до посадки затвора на седло, близка к прямой (рис. 4). Для показанных на рисунке случаев начальная скорость соударения составляет соответственно 0,16 и 0,8 м/с.

Анализ виброграмм $d(t)$ корпуса клапана (рис. 5), наблюдаемых после удара затвора о седло, позволяет этот процесс отнести к разряду механических процессов с повторными затухающими соударениями. Получено, что посадка затвора на седло без отскока имеет место при на-

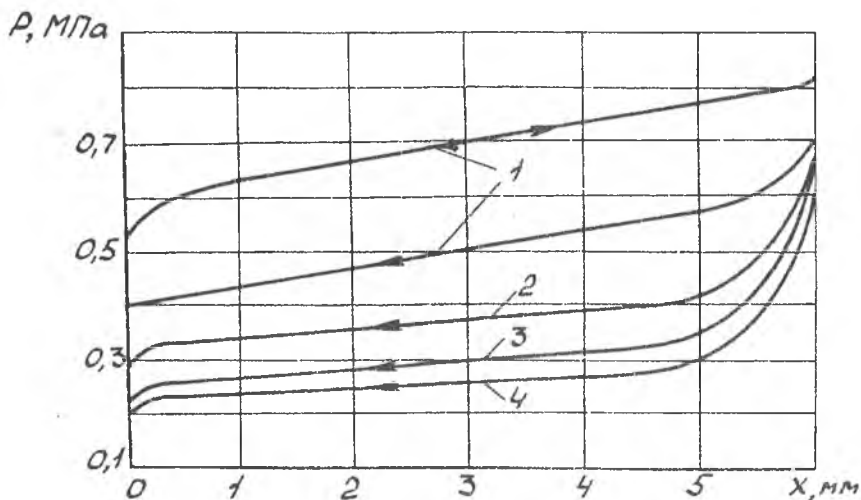


а

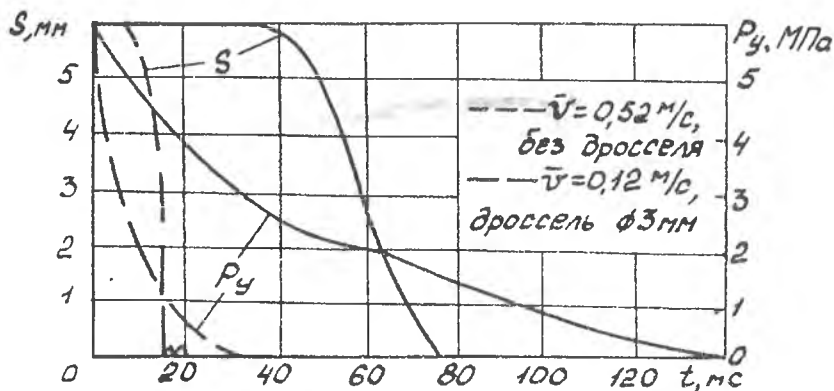


б

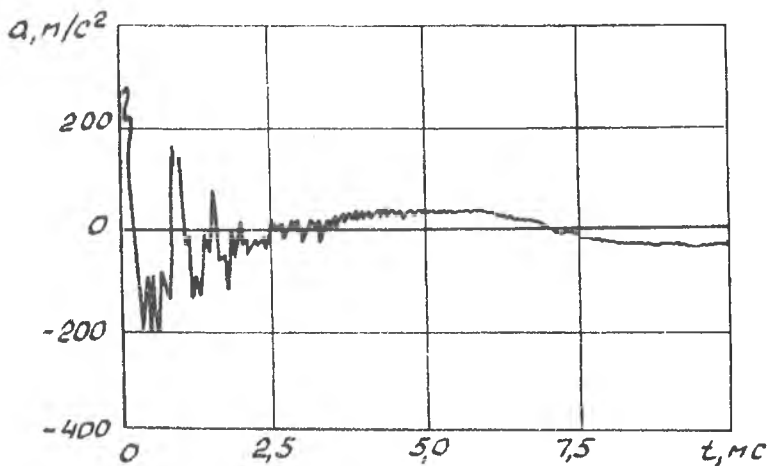
Р и с. 2. Клапан 704400.83007 (нормально закрытый) для динамических испытаний: а - с кольцевым резиновым уплотнителем поршня; б - с сильфонным уплотнителем поршня



Р и с. 3. Диаграммы управляющее давление—перемещение затвора для клапана 704400.83007 с резиновым уплотнением поршня для средних скоростей \bar{V} : 1 — 0,001 м/с; 2 — 0,21 м/с; 3 — 0,3 м/с; 4 — 0,52 м/с



Р и с. 4. Осциллограммы управляющего давления P_u и перемещения затвора S для клапана 704400.83007 с резиновым уплотнением поршня



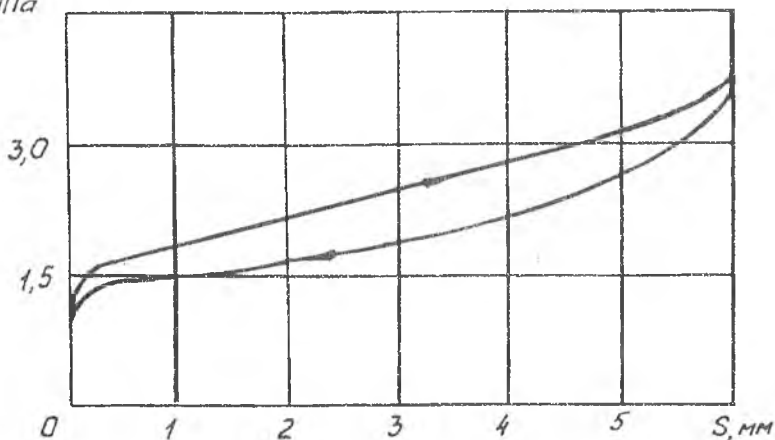
Р и с. 5. Виброграмма ускорения корпуса при закрытии клапана 704400.83007 с резиновым уплотнением поршня со средней скоростью $\bar{v} = 0,3$ м/с ($V_0 = 0,5$ м/с)

чальных скоростях соударения $V_0 \leq 0,1$ м/с; при скоростях выше 0,25 м/с уже имеют место два отскока, а выше 0,5 м/с – три. Это можно отнести и к другим конструкциям клапанов с резиновыми кольцевыми уплотнениями поршня, в том числе – и к нормально открытым.

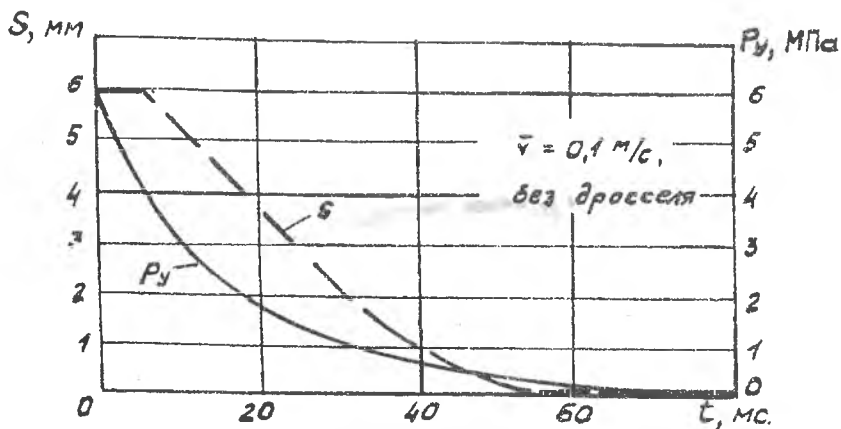
При проведении аналогичных испытаний для клапана с сильфонным уплотнением поршня (рис. 2,б) получена несколько иная картина: диаграмма управляющее давление–перемещение затвора во всем исследованном диапазоне скоростей (из-за достаточно высокой жесткости сильфона и значительного поглощения энергии при его деформировании этот диапазон составлял только 0,061–0,12 м/с) не изменяется, т.е. имеет место чисто гистерезисный характер внутреннего трения (рис. 6).

По-другому ведут себя и осциллограммы управляющего давления и перемещения затвора – перемещение затвора при закрытии примерно 70% пути проходит с постоянной скоростью и лишь потом замедляется (это обуславливается экспоненциальным законом убывания управляющего давления), из-за чего начальная скорость соударения элементов КУ достигает всего 0,041 м/с при средней скорости перемещения 0,12 м/с (рис.7). По этой же причине отскоки затвора от седла в виброграммах не наблюдались.

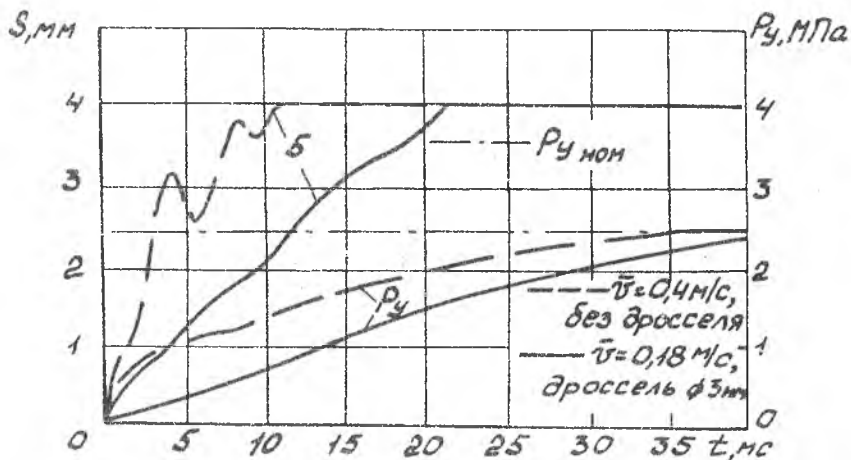
P_y , МПа



Р и с. 6. Диаграмма управления давление-перемещение затвора для клапана 704400.83007 с сифронным уплотнением поршня для средних скоростей $\bar{v} = 0,001-0,12$ м/с



Р и с. 7. Осциллограммы управляющего давления P_y и перемещения затвора S для клапана 704400.83007 с сифронным уплотнением поршня



Р и с. 8. Осциллограммы управляющего давления P_u и перемещения затвора S для клапана 88.630.000

При исследовании других конструкций клапанов с сильфонным уплотнением поршня (клапан 88.620.000 – нормально открытого типа) получены аналогичные результаты. Своеобразный "колебательный" характер проявил клапан 88.630.000 – при срабатывании его поршень совершает колебания с частотой около 240 Гц (рис. 8). При этом колебания поршня возникают даже при малых скоростях его перемещения. Очевидно, это является следствием его недостаточной демпфированности. При эксплуатации этот клапан может проявить чрезмерную чувствительность к колебаниям давления рабочей среды в фазе срабатывания. Поэтому управление параметрами переходных процессов данного клапана в первую очередь требует конструктивных изменений.

Таким образом, краткий анализ результатов экспериментальных исследований убедительно показывает на необходимость изучения возможностей управления параметрами переходных процессов в пневмоприводах клапанов и поиска конструктивных решений реализации заданных параметров управления [1].

Библиографический список

1. Квасов В.М., Кондрашов Ю.И. Динамическая нагруженность элементов клапанов //Авиационная промышленность. № 8. 1987. С. 30-31.