

Изследване влиянието на едновременно включени хидравличен акумулатор и подпорен клапан върху динамичните характеристики на налягането в система с бързо превключващ разпределител с дигитално управление

Илчо Ангелов, Александър Митов

Research of the influence of simultaneously connected hydraulic accumulator and over center valve on pressure dynamic characteristics in system with fast switching digital control valve: This paper presents synthesized simulation model suitable for the theoretical research of the dynamic pressure variation in a straight pipeline to include three-way, two-position fast switching digital control valve. Based on this model analyzes the influence of simultaneously connected hydraulic accumulator and over center valve on the dynamic pressure variation in the experimental pipeline.

Key words: Hydraulic System, Digital Control, Simulation Model, Pressure, Dynamic Characteristics

Въведение

От началото на това хилядолетие прилагането на цифрови (дигитални) принципи в управлението на разпределителните устройства в хидравличните задвижващи системи се повишава прогресивно, като това доведе до обобщаване на ново направление – дигитална хидравлика.

Идеята на дигиталната хидравлика се състои в използването на дву-пътни (три-пътни) двупозиционни клапани свързани в паралел, които се превключват бързо от дигитален контролер чрез високо честотен скокообразен правоъгълен импулсен сигнал. Тоест постигането на висока ефективност на цялата система ще зависи главно от управлението на бързо превключващите клапани.

За да бъде максимално ефективна една хидравлична задвижваща система с дигитално управление е необходимо динамичната характеристика на изходната величина (налягането), в максимална степен да съответства по вид и форма на характеристиката на входния управляващ сигнал. По този начин освен, че постигаме високи нива на ефективност на регулирането, гарантираме и устойчиво поведение на изпълнителните механизми свързани на изхода на системата. Във връзка с това се налага в хидравличните системи с дигитално управление да бъдат включени допълнителни хидравлични устройства служещи за коректив на динамичното изменение на налягането, с оглед на по-добро съвпадение между динамичната характеристика на входния управляващ сигнал и тази на изследваната изходна величина – налягането.

Анализът и синтезът на хидравличните задвижващи системи се извършват посредством съответстващ математичен симулационен модел. Необходимо е разработеният математичен модел в максимална степен да има съответствие с физическата постановка и резултатите от него в максимална степен да съответстват на тези от реалния експеримент [1].

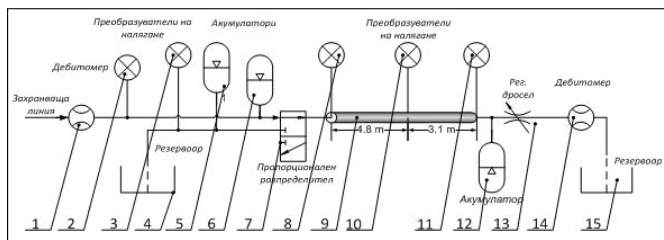
В [2] е представен синтезиран математичен симулационен модел (основен модел) представящ динамичното изменение на налягането в прав тръбопровод, който на входа си е свързан директно към три-пътен двупозиционен бързо превключващ хидравличен разпределител с дигитално управление. На базата на експериментални данни [1] този модел е верифициран, което е достатъчно основание да бъде използван за изследване на динамичните процеси в аналогични системи. Въз основа на този модел са изследвани и анализирани влиянията на поотделно включени хидравличен акумулатор и подпорен клапан, съответно преди и след тръбопровода [2, 3].

В настоящата работа се изследват динамичните процеси **на изменение на налягането** възникващи в относително дълъг тръбопровод с малко сечение (Виж

Таблица 1), при използването на бързопревключващ три-пътен двупозиционен (3/2) хидравличен разпределител с дигитално управление на входа му. Основна цел поставена от авторите е да се анализира влиянието на едновременно включени хидравличен акумулатор и подпорен клапан върху динамичните характеристики на налягането в експерименталния тръбопровод.

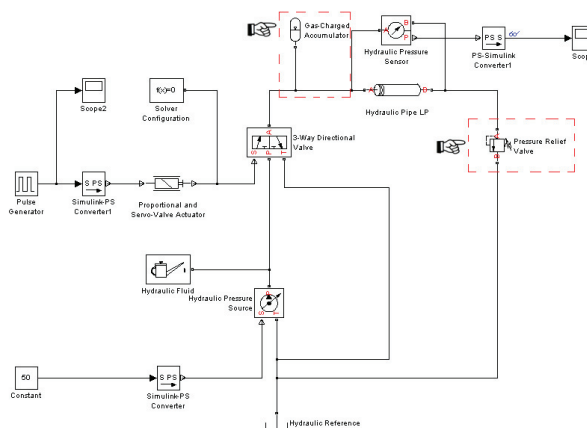
1. Схема и постановка на експерименталната уредба

На Фиг.1 е показана схема на експерименталната уредба [1], състояща се от: бързо превключващ три-пътен двупозиционен (3/2) пропорционален разпределител (7), който е последователно свързан с прав тръбопровод (9), състоящ се от две части, и регулируем дросел (13). Присъединени са три хидравлични акумулатора (5, 6, и 12) служещи за коректив на основните параметри системата – налягане и дебит. В системата има пет датчици за налягане отчитащи: ذخائرващо (2) и разтоварващо (3) налягане, налягане на входа на експерименталния тръбопровод (8), налягане в точката на свързване на двете части на експерименталния тръбопровод (10) и налягане на изхода на експерименталния тръбопровод (11) преди хидравличния регулируем дросел (13). Дебитомер (1) е поставен на ذخائرващата линия, както и на изхода (14) на системата преди резервоара (15).



Фиг.1 Схема на експерименталната постановка.

2. Синтез на симулационен модел

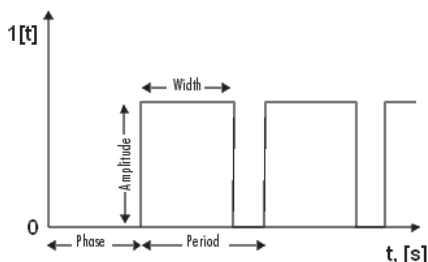


Фиг.2 Модел с присъединени хидравличен акумулатор и подпорен клапан.

За симулиране на налягането в експерименталния тръбопровод е създаден симулационен модел на разглежданата експериментална постановка [2], на базата на програмния пакет Matlab/Simulink. Блок схема на симулационния модел с едновременно включени хидравличен акумулатор и подпорен клапан е представена на Фиг.2 (Виж [3]).

При синтеза на модела са въведени следните параметри на входния управляващ сигнал показани на Фиг. 3 [4]. Реалните стойности на физическите величини въведени в симулационния модел са представени в Таблица 1 [5].

1. Амплитуда : 1, [-]
2. Продължителност на импулса : 50 %
(от периода)
3. Период: 0.1, s
4. Фазово закъснение: 0.001,s



Фиг.3 Входен управляващ сигнал.

Таблица 1

ρ , Плътност на работната течност	870 kg/m ³
ν (25 °C), Кинематичен вискозитет	40 cSt
f , Честота на превключване	варираща константа
l , Дължина на тръбопровода	7.9 m
d , Диаметър на тръбопровода	7.1 mm

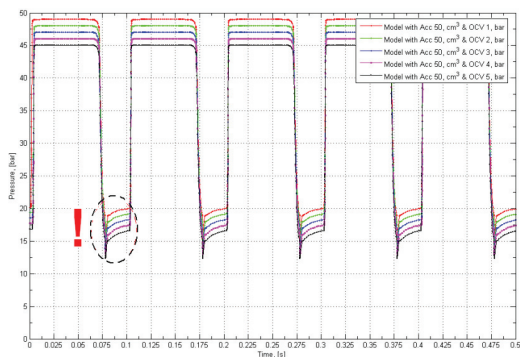
3. Влиянието на едновременно включени хидравличен акумулатор и подпорен клапан

За да се изследва и анализира влиянието на отделните параметри на двете едновременно включени хидравлични устройства, е приета следната методика за провеждане на числените експерименти (симулации) (Фиг.4÷6), състояща се от три конфигурации. Стойностите на параметрите от трите конфигурации са представени съответно в Таблице 2÷4.

3.1. Конфигурация I

Таблица 2

	ХИДРАВЛИЧЕН АКУМУЛАТОР		ПОДПОРЕН КЛАПАН
	Налягане на зареждане	Обем	Подпорно налягане
	[bar]	[cm ³]	[bar]
Вариант I	20	50	1+5
Вариант II		75	1+5
Вариант III		100	1+5

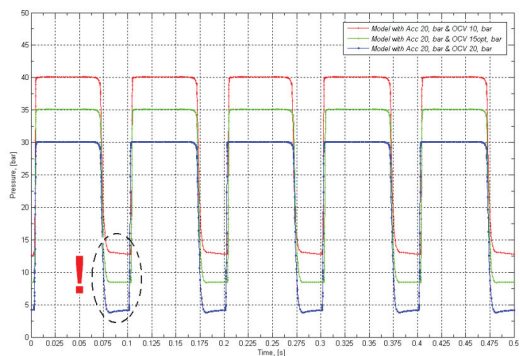


Фиг.4 Графичен резултат от симулацията проведена с параметрите от Вариант I на Конфигурация I.

3.2. Конфигурация II

Таблица 3

	ХИДРАВЛИЧЕН АКУМУЛАТОР		ПОДПОРЕН КЛАПАН
	Налягане на зареждане	Обем	Подпорно налягане
	[bar]	[cm³]	[bar]
Вариант I	20	50	10+20
Вариант II		75	10+20
Вариант III		100	10+20

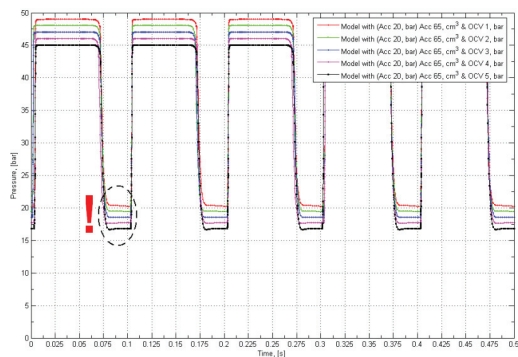


Фиг.5 Графичен резултат от симулацията проведена с параметрите от Вариант II на Конфигурация II.

3.3. Конфигурация III

Таблица 4

	ХИДРАВЛИЧЕН АКУМУЛАТОР		ПОДПОРЕН КЛАПАН
	Налягане на зареждане	Обем	Подпорно налягане
	[bar]	[cm³]	[bar]
Вариант I	20	60	1+5
Вариант II		65	1+5
Вариант III		70	1+5



Фиг.6 Графичен резултат от симулацията проведена с параметрите от Вариант II на Конфигурация III.

Разгледана е конфигурация, при която е ограничен диапазона на стойностите на обема на акумулатора ($60 \div 70 \text{ cm}^3$), с цел в максимална степен да се подобри зоната между правия и обратния скок (Виж Фиг.4÷6, !) в процеса описващ динамичното изменение на налягането в тръбопровода. Този диапазон е избран вследствие на извършените симулации и анализ в конфигурации I и II. На Фиг.6 се наблюдава максимално съответствие с поставената цел, постигната при обем равен на 65 cm^3 .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На база на синтезирания симулационен модел и получените от него резултати могат да бъдат направени следните по-важни изводи:

1. Изследваната комбинация на включени в системата хидравличен акумулатор и подпорен клапан при конструктивни и настроечни параметри показва, че е възможно да се постигне съответствие между вида и формата на входния (по управление) и изходния (по налягане) сигнали, което от своя страна ще доведе до високи нива на ефективност на регулирането, както в разглежданата хидравлична задвижваща система с дигитално управление, така и в други хидравлични системи реализирани с този начин на управление.

2. Представеният от нас симулационен модел може да послужи като база за усъвършенстване и по-нататъшни изследвания на хидравлични задвижващи системи с дигитално управление, като тези изследвания ще бъдат насочени главно към влиянието на параметрите на входния управляващ сигнал и на конструктивните параметри на разпределителя върху динамичните процеси възникващи в относително дълги тръбопроводни с малко сечение.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Ангелов, И., Ал. Митов, Анализ на динамичните характеристики на налягането в система с бързопревключващ разпределител с дигитално управление, Машинни Науки, ИПФ-Сливен, 2012
- [2]. Ангелов, И., Ал. Митов, Изследване влиянието на хидравличен акумулатор върху динамичните характеристики на налягането в система с бързо превключващ разпределител с дигитално управление, Научна конференция ЕМФ'2012,

Созопол 2012.

- [3]. Ангелов, И., Ал. Митов, Изследване влиянието на подпорен клапан върху динамичните характеристики на налягането в система с бързо превключващ разпределител с дигитално управление, Научна конференция ЕМФ'2012, Созопол 2012.
- [4]. Ангелов, И., Лекции по Дисциплината „Автоматично регулиране и управление на ХПТ”.
- [5]. Wang, P., Kudzma S., Johnston, N., *The Influence of Wave Effects on Digital Switching Valve Performance*, in The Fourth Workshop on Digital Fluid Power, Linz, Austria, 2011.

За контакти:

Доц. д-р инж. Илчо Иванов Ангелов, Технически Университет – София, Катедра Хидроаеродинамика и Хидравлични машини, 0887 857820, ilangel@tu-sofia.bg

Маг. инж. Александър Стоянов Митов, Технически Университет – София, Катедра Хидроаеродинамика и Хидравлични машини, 0886208937, alexander_mitov@mail.bg

Докладът е рецензиран.