

## Изследване влиянието на амплитудата на входния управляващ сигнал върху вида на динамичните характеристики на налягането в система с бързо превключващ разпределител с дигитално управление, хидравличен акумулатор и подпорен клапан

Илчо Ангелов, Александър Митов

*Research of the influence of the amplitude of input control signal on pressure dynamic characteristics in system with fast switching digital control valve, hydraulic accumulator and over center 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 the amplitude of input control signal on the dynamic pressure variation in the experimental pipeline.*

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

### ВЪВЕДЕНИЕ

Повишаването на енергийната ефективност е световна тенденция обхващаща всички направления в техниката. Тя е една от основните причини за увеличаването на изследователските усилия в едно сравнително ново направление в хидравличните задвижващи системи приело наименованието дигитална хидравлика.

Идеята на дигиталната хидравлика се състои в използването на дву-пътни (три-пътни) двупозиционни клапани свързани в паралел, които да 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 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 [1]. Освен въвеждане на допълнителни хидравлични устройства е необходимо да бъде изследвано и анализирано влиянието на параметрите на входния управляващ (цифров) сигнал върху вида на динамичните характеристики на налягането, а оттам и върху изменението на дебита.

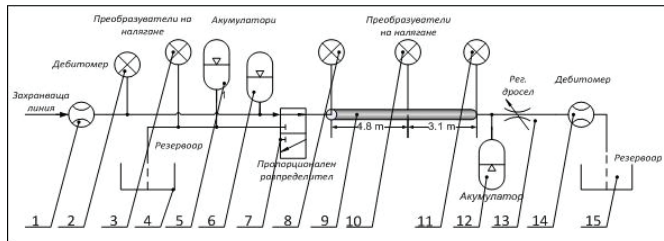
В настоящата работа се изследват динамичните процеси **на изменение на налягането** възникващи в хидравлична система включваща тръбопровод с предвключен 3/2 хидравличен разпределител с дигитално управление, хидравличен акумулатор и подпорен клапан.

Основна цел е да се изследва и анализира изменението на големината на амплитудата на входния управляващ сигнал върху широчината на изходящия сигнал на налягането в експерименталната система.

### 1. Схема и постановка на експерименталната уредба

На Фиг.1 е показана схема на експерименталната уредба [2,6], 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

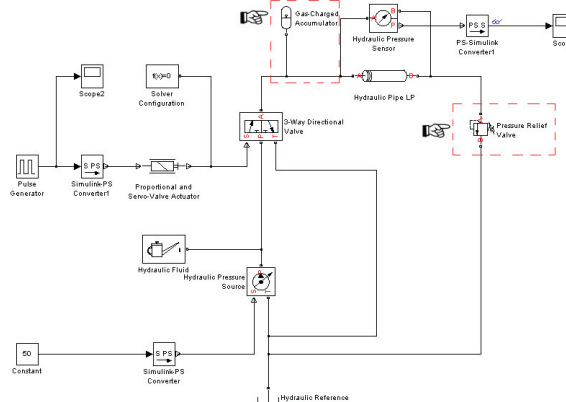
части, и регулируем дросел (13). Присъединени са три хидравлични акумулатора (5, 6, и 12) служещи за коректив на основните параметри системата – налягане и дебит. В системата има пет датчици за налягане отчитащи: захранващо (2) и разтоварващо (3) налягане, налягане на входа на експерименталния тръбопровод (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 захранващата линия, както и на изхода (14) на системата преди резервоара (15).



Фиг.1 Схема на експерименталната постановка.

## 2. Симулационен модел

За симулиране на налягането в експерименталния тръбопровод е създаден симулационен модел на разглежданата експериментална постановка [2], на базата на програмния пакет Matlab/Simulink. В [3,4] е извършен синтез на симулационен модел на база, на който са изследвани и анализирани влиянието на допълнително включени хидравлични устройства върху динамичните процеси възникващи в експерименталния тръбопровод на разглежданата система. Блок схема на симулационния модел с едновременно включени хидравличен акумулатор и подпорен клапан е представена на Фиг.2 (Виж [1]).

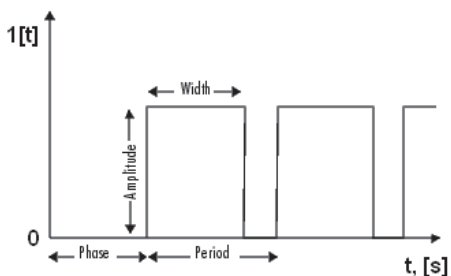


Фиг.2 Модел с присъединени хидравличен акумулатор и подпорен клапан.

При синтеза на модела са въведени следните параметри на входния управляващ сигнал показани на Фиг. 3.

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

4. Фазово закъснение: 0.001, s

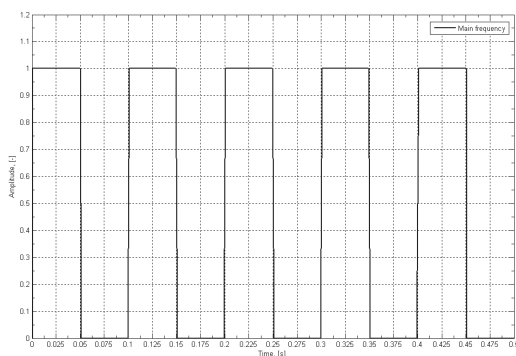


Фиг.3 Входно управляващо въздействие.

В основния модел (General Model) [3], въз основа, на който е синтезиран настоящия такъв, е включен допълнителен измервателен уред (Scope2), с цел да бъде отчитан графично входния управляващ импулсен сигнал (носеща тактова честота) параметрите, на който се задават от генератор на цифрови импулси (ГЦИ).

### 3. Влиянието на амплитудата на входния управляващ сигнал върху динамичната характеристика на налягането в разглежданата система.

На Фиг.4 е показан графичен резултат от симулация, онагледяващ динамичната характеристика на носещата (тактова) честота на разглеждания модел с двете едновременно присъединени хидравлични устройства.



Фиг.4 Входен управляващ (дискретен) сигнал.

Този вид управление е аналогичен на този на широчинно-импулсната модулация, при което регулирането на скоростта на изпълнителното устройство се осъществява в две възможни направления. Първото направление е чрез промяната на амплитудата на входния скокообразен правоъгълен импулсен сигнал, тоест амплитудно-импулсна модулация, като по този начин се променя хода на регулиращия орган в съответното разпределително устройство, пропорционално на големината на амплитудата. Второто направление е чрез промяната на честота на сигнала, а оттам и бързодействието на разпределителното устройство, тоест реализира се честотно-импулсна модулация. Частен случай на второто направление

се наблюдава при изменение на продължителността на импулса на задействане, тогава се реализира време-импулсна модулация.

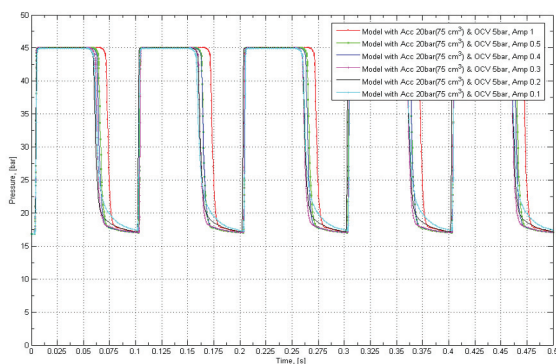
Във връзка с това, за да се онагледят влиянието на най-често срещаната форма на регулиране при хидравличните системи с дигитално управление, а именно амплитудно-импулсна модулация, в модела с хидравличен акумулатор и подпорен клапан е променена стойността на амплитудата на сигнала като пряко въздействие върху хидравличния три-пътен двупозиционен (3/2) разпределител, а оттам и върху динамичната характеристика на изследваната величина налягането в тръбопровода.

Въведена е следната методика за изследване на влиянието на амплитудата изложена в Таблица 1, съгласно която са извършени симулации с промяна на стойността на амплитудата като първоначалната стойност "1" е стойността ѝ в основния модел [3], за да послужи за база за сравнение.

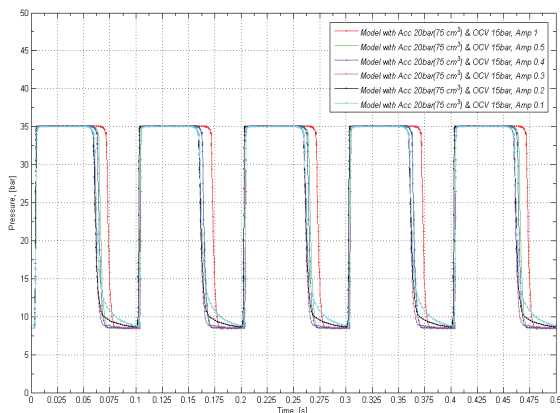
Таблица 1

	ХИДРАВЛИЧЕН АКУМУЛАТОР		ПОДПОРЕН КЛАПАН	ГЦИ
	Налягане на зареждане	Обем	Подпорно налягане	Амплитуда
	[bar]	[cm <sup>3</sup> ]	[bar]	[-]
Вариант I	20	75	5	1±0.1
Вариант II			15	1±0.1

На база на изложената по-горе методика и синтезирания модел са извършени симулации, като резултатите от тях са показани на Фиг.5 и Фиг.6 .



Фиг.5 Графичен резултат от симулацията получен с параметрите от Вариант I на Таблица 1.



**Фиг.6** Графичен резултат от симулацията получен с параметрите от Вариант II на Таблица 1.

В графичните резултати се наблюдава постепенно намаляване ширината на сигнала по налягане при отваряне на разпределителя, вследствие постепенното намаляване на стойността на амплитудата на генератора на цифрови (дискретни) импулси. Това от своя страна довежда до постепенно припокриване на динамичните характеристики на входния управляващ сигнал и динамичната характеристика на налягането в експерименталния тръбопровод, от което следва, че поставената цел е постигната при амплитуда равна на 0.1.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На база на синтезирания симулационен модел и извършените въз основа на него изследвания могат да бъдат направени следните по-важни изводи:

1. С изменението големината на амплитудата на входния сигнал се оказва пряко влияние върху широчината на изходния сигнал (налягането) в изследваната система.
2. Изследваната комбинация от варианти на стойностите на амплитудата в интервала  $1.0 \div 0.1$  показва, че широчината на изходния сигнал относително се променя в интервала  $1.0 \div 0.75$ . Като се вземат под внимание изводите за съответствието на сигналите по налягане и дебит [5], този резултат показва, че така е възможно да се осъществи дигитално управление на скоростта на изпълнителното устройство.
3. Постигнатото съответствие между вида и формата на входния (по управление) и изходния (по налягане) сигнали от своя страна води до по-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.

### ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Ангелов, И., Ал. Митов, Изследване влиянието на едновременно включени хидравличен акумулатор и подпорен клапан върху динамичните характеристики на налягането в система с бързо превключващ разпределител с дигитално управление,
- [2]. Ангелов, И., Ал. Митов, Анализ на динамичните характеристики на налягането в

- система с бързопревключващ разпределител с дигитално управление, Машинни Науки, ИПФ-Сливен, 2012
- [3]. 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.
- [4]. 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.
- [5]. Ангелов, И., Ал. Митов, Изследване на преходните процеси на изменение на дебита в система с бързо превключващ разпределител с дигитално управление, Научна конференция МТФ'2012, София 2012.
- [6]. 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](mailto:ilangel@tu-sofia.bg)

Маг. инж. Александър Стоянов Митов, Технически Университет – София, Катедра Хидроаеродинамика и Хидравлични машини, 0886208937, [alexander\\_mitov@mail.bg](mailto:alexander_mitov@mail.bg)

**Докладът е рецензиран.**