

OPERATION OF A SPECIAL SADDLE 3/3 DISTRIBUTOR BLAIN EV100 WITH ELECTROMAGNETIC CONTROL¹¹

Assoc. Prof. Ivaylo Nikolaev, PhD

Department of Heat, Hydraulics and Environmental Engineering,

“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: 082-888 582

E-mail: nikolaev@uni-ruse.bg

Abstract: This work is a continuation of the work entitled "Concerning the Design and Control of the Hydraulic Drive of Elevators". The operation and principle of operation of the special Blain EV100 electromagnetic saddle 3/3 distributor, used in elevator technology, are described in detail.

Keywords: Seat valve, hydraulic distributor, hydraulic lift.

ВЪВЕДЕНИЕ

В работа (Dimov, P., I. Nikolaev, 2022) са разгледани основните принципи и особености при проектиране на хидравлични системи за задвижване на асансьори. Описани са основните етапи на проектирането и изискванията в нормативните уредби, свързани с избора на параметрите на задвижване и системите за сигурна и безопасна работа. Представени са примерна кинематична схема, стъпкова циклограма и хидравлична схема на електрохидравлична следяща система за задвижване с пропорционален разпределител и открит резервоар. Изяснено е управлението по път с крайни изключватели и плавно потегляне и спиране в две степени на асансьорната кабина за по-точно позициониране. Разгледан е специализиран електромагнитен седлови 3/3 разпределител Blain EV100, напълно заменящ пропорционалния разпределител, както и предимствата на специализирания клапан пред пропорционалния. Настоящата работа е продължение на работа (Dimov, P., I. Nikolaev, 2022) и има за цел да се направи по-подробно и детайлно описание на действието на клапана, осъществено с помощта на включените в него съставни хидравлични елементи.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Управлението на разпределителя и неговата работа за постигане на плавно потегляне на асансьора в една степен и плавно спиране в две степени става ясно от фиг. 1, (а) и (б) (Blain Hydraulics).

Регулирането на дебита чрез отвеждане при движение нагоре се осъществява с регулируемия седлови 2/2 разпределител (U) с непряко управление и диференциален затвор (фиг. 1.а). За управлението му отговарят двата електромагнитни 2/2 разпределителя (А) и (В), запорният и дроселиращ клапан (W), механично свързан с регулируемия обратен клапан (V), както и регулируемите фини дросели (2), (3) и (4).

При движение надолу регулирането на дебита се осъществява дроселно чрез регулируемия седлови 2/2 разпределител (X) с непряко управление и диференциален затвор, който е механично свързан с регулируемия запорен и дроселиращ клапан (Y). Управляващи елементи тук са електромагнитните седлови 2/2 разпределители (C) и (D), регулируемият подпорен клапан (KS) и фините регулируеми дросели (6) и (8).

Към линия (P) се свързва помпата, линия (T) се свързва с резервоара, а линия (HC) се свързва с хидроцилиндъра. Линии (p) и (t) са предвидени за свързване на манометър и термометър. Ръчният кран (H) служи за ръчно задействане на разпределителя (X) и изпускане

¹¹ Докладът е представен на научната сесия на секция „Топлотехника, хидравлика и пневматика“ на 28 октомври 2022 г. с оригинално заглавие на български език: РАБОТА НА СПЕЦИАЛЕН СЕДЛОВИ 3/3 РАЗПРЕДЕЛИТЕЛ BLAIN EV100 С ЕЛЕКТРОМАГНИТНО УПРАВЛЕНИЕ

на работната течност от хидроцилиндъра към резервоара. Така се осъществява ръчно спускане на асансьорната кабина в аварийен режим. Предпазният клапан (S) и сливният филтър (F) на системата са вградени в разпределителя на Blain. Преди фините дросели (8) и (2) за разположени фини филтри за да не позволят облитерация и запушване.

Управлението и регулирането стават за сметка на малки обемни загуби в управляващите елементи на разпределителя. Това не оказва влияние върху ефективната му работа, тъй като регулирането на скоростите се постига чрез отвеждане на излишния поток към резервоара и този поток съвпада с посоката на обемните загуби.

Работа на разпределителя при движение нагоре

За да се осъществи движение нагоре се пуска ел. двигателя (MOTOR) и се включват електромагнити (A) и (B) (фиг. 1.б). При включването разпределителят не подава дебит към хидроцилиндъра в рамките на 1...2 s (сработва със закъснение) за да се даде възможност на помпата да достигне номиналната си честота на въртене и да заработи в установен режим. През това време помпата е разтоварена и разпределителят отвежда целия дебит на помпата към резервоара. След като разпределителя сработи, той започва плавно да увеличава дебита към хидроцилиндъра, а от там и неговата скорост. Увеличаването на този дебит се постига за сметка на отвеждания дебит към резервоара и продължава докато целият дебит на помпата се насочи към хидроцилиндъра. Хидроцилиндърът започва да се движи с постоянна максимална скорост.

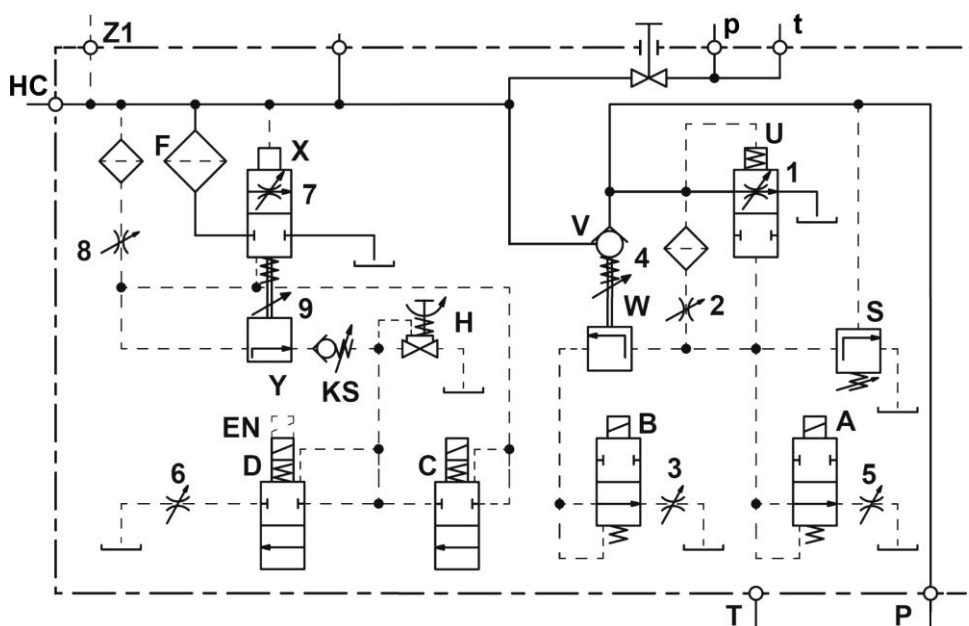
При изключване на електромагнит (B) започва първата степен на плавното спиране. Дебитът към хидроцилиндъра плавно намалява до зададена минимална стойност. Намаляването на дебита също се постига чрез отвеждане на излишния дебит към резервоара. След достигане на минималния дебит, той се запазва постоянен до изключването на електромагнит (A), когато започва втората степен на плавното спиране и продължава около 0.5 s до пълно спиране. Електродвигателят и помпата трябва да продължат да работят докато трае целият процес на спиране, затова ел. двигателя се изключва 1 s. след изключване на електромагнит (A).

– *Закъснение на сработването – линия 1 на фиг. 1.б*

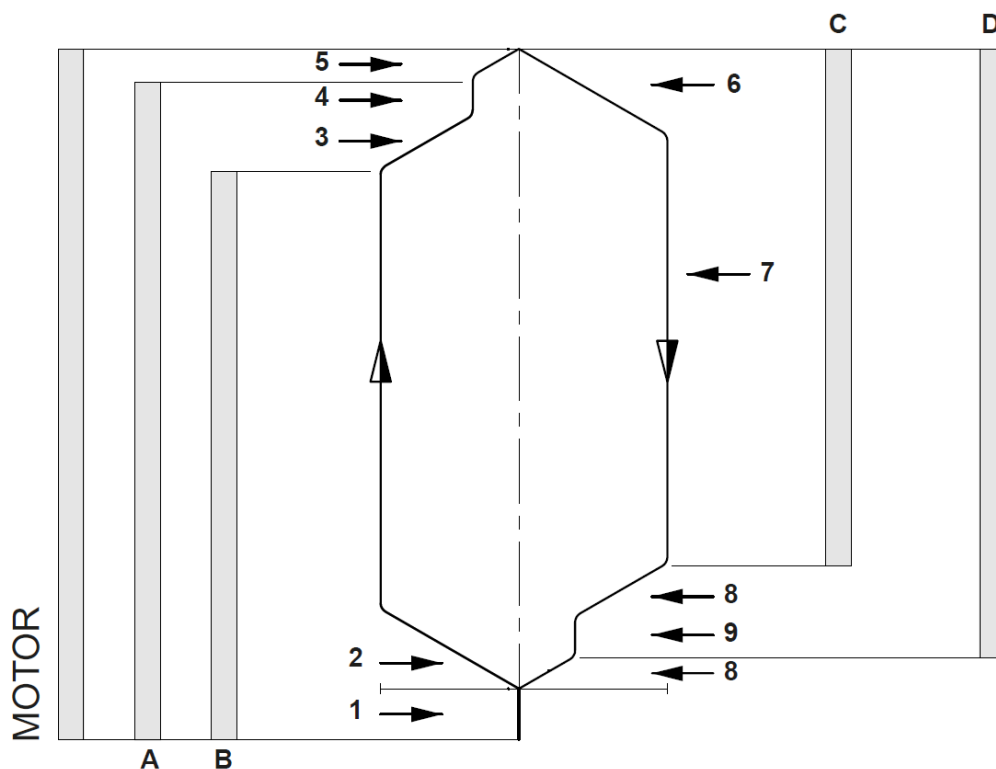
След включване на електромагнитните клапани (A) и (B), те затварят управляващите канали към дроселите (3) и (5) (фиг. 1.а). Дебитът през дросел (2) става нула, а от там и наляганията под и над затвора на клапан (U) се изравняват. Заради разликата в площите на диференциалния затвор на клапана възниква сумарна сила от налягане под затвора, която преодолява силата на пружината на клапана и той започва да затваря. Това затваряне се забавя от финия дросел (2). Благодарение на свободния ход на затвора на клапана (U) се получава по-късното му сработване. При този ход вследствие на дроселирането в (U) увеличаването на налягането пред паралелно свързания обратен клапан (V) не е достатъчно за да преодолее неговата мека пружина и да го отвори.

В същото време електромагнитите на клапани (C) и (D) са изключени и техните пружини ги държат затворени. Дебитът през регулируемия дросел (8) е нула, а от там и налягането под и над главния седлови клапан (X) е еднакво. Заради разликата в площите на диференциалния затвор на клапана възниква сила от налягане. Тази сила заедно със силата на пружината държат клапан (X) напълно и херметически затворен.

Времето за по-късно сработване се регулира като се регулира (ограничава) ходът (1) на затвора на клапана (U). По-малкият ход води до по-малко закъснение при сработване и обратно.



а). хидравлична схема на разпределителя;



б). закони за изменение на скоростта при потегляне и спиране и състояние на електромагнитите и ел. двигателя

Фиг. 1. Специален електромагнитен седлови 3/3 разпределител Blain EV100 (Blain Hydraulics GmbH, н.д.)

- Ускорение на хидроцилиндъра и движение с максимална скорост (платно потегляне) – линия 2 на фиг. 1.б

След като клапанът (U) сработи, той продължава да затваря, забавян от дросела (2). Това довежда до увеличаване на налягането пред клапана (V) и плавното му отваряне. Благодарение на механичната връзка между клапаните (V) и (W) последният плавно отваря линията към дросел (3). Плавното затваряне на клапан (U) и отваряне на клапан (V) довеждат до плавно

намаляване на отвеждания дебит през (U) и увеличаване на дебита през (V). Когато (U) затвори напълно, целият дебит от помпата се подава към линия (НС). В резултат на това хидроцилиндърът плавно увеличава скоростта си до максималната, след което продължава да се движи с постоянна максимална скорост.

Регулирането на ускорението на хидроцилиндъра се постига с регулируемия фин дросел (2), като при затваряне на (2) хидроцилиндърът ускорява по-бавно и обратно.

- *Първа степен на плавното спиране и движение с минимална скорост – линии 3 и 4 на фиг. 1.б*

В началото на този етап клапани (W) и (V) са отворени докрай, а клапан (U) е напълно затворен. Електромагнити (A) и (B) са включени. Целият дебит от помпата се подава (P) към хидроцилиндъра (НС) и той се движи с максимална скорост. След изключване на електромагнита на клапан (B) той отваря и през дросела (2), отворения клапан (W) и дросела (3) се появяват протечки към резервоара. Протечките през дросела (2) създават пад на налягане в клапана (U). В резултат на по-малкото налягане под диференциалния затвор на (U) силата от налягане под клапана намалява и пружината започва да го отваря. Тъй като клапани (U) и (V) са свързани паралелно налягането пред тях е еднакво. Затова при отварянето на (U) започва да затваря (V). Заради механичната връзка (4) между клапана (V) и дросела (W) последният също започва да затваря. Това довежда до намаляване на протечките през дросела (2) и намаляване на силата от налягане под клапана (U). Отварянето на (U) и затварянето на (V) и (W) продължава докато силата от налягане върху затвора на клапа на (U) се уравни със силата на неговата пружина. Така клапанът (U) се установява в междинно положение и започва да пропуска точно определен минимален дебит. Намаляването на дебита през клапана (V) към хидроцилиндъра довежда до плавното намаляване на скоростта на движение на цилиндъра до достигане на определена минимална скорост. След това цилиндърът продължава да се движи с тази минимална скорост.

Забавянето на движението на хидроцилиндъра се определя от регулируемия дросел (3), а минималната скорост на движение от дължината на механичната връзка (4). При затваряне на (3) забавянето се увеличава, а при удължаване на (4) се достига до по-малка постоянна скорост.

- *Втора степен на плавното и окончателно спиране – линия 5 на фиг. 1.б*

При изключване на електромагнита на клапан (A) той се отваря. Протечките през дросела (2) и неговия пад на налягане се увеличават. С това сумарната сила от налягане под затвора на клапан (U) намалява и под действие на неговата пружина той плавно се отваря докрай, забавян от дросела (5). При отварянето на (U) механично свързаните клапани (V) и (W) също плавно се затварят докрай. В резултат на тези действия се постига плавно намаляване скоростта на цилиндъра до пълното му спиране.

Регулирането на забавянето за окончателно спиране на хидроцилиндъра се прави с регулируемия фин дросел (5). С отварянето на дросела се постига по-малко забавяне и обратно.

Работа на разпределителя при движение надолу

За да се осъществи движение надолу ел. двигателя и помпата остават спрени. Включват се електромагнити (C) и (D) (фиг. 1.б) и разпределителят плавно започва да отваря линията към резервоара. Дебитът от хидроцилиндъра към резервоара плавно нараства до зададена максимална стойност. Започва движение на хидроцилиндъра надолу с плавно увеличаване на скоростта до достигане на предварително зададена максимална скорост, след което запазвайки тази скорост той продължава своето движение.

При изключване на електромагнит (C) започва първата степен на плавното спиране. Дебитът от хидроцилиндъра и неговата скорост плавно намаляват до зададени минимални стойности. Намаляването на дебита се постига чрез дроселиране в разпределителя. След достигане на минималните дебит и скорост, те се запазват постоянни.

С изключването на електромагнит (D) започва втората степен на плавното спиране и продължава около 0.5 s до пълно спиране.

– *Задържане на хидроцилиндъра в междинна позиция под налягане*

При изключени електромагнити на клапани (C) и (D) клапаните са затворени и липсват протечки през регулируемия дросел (8). Налягането под и над диференциалния затвор на седловия клапан (X) е еднакво и в следствие на разликата в площите възниква сумарна сила от налягане съвпадаща със силата на пружината върху клапан (X). Това държи клапана напълно и херметично затворен и не позволява връщането през него на течност от хидроцилиндъра в резервоара. Тъй като помпата е изключена обратният клапан (V) също затваря напълно и херметично под действието на налягането в хидроцилиндъра, като не позволява връщането на течност в резервоара и по тази линия. В резултат на това хидроцилиндърът остава в покой.

– *Ускорение на хидроцилиндъра и движение с максимална скорост (плавно потегляне) – линии 6 и 7 на фиг. 1.б*

Тъй като помпата е спряна, обратният клапан (V) изолира елементите отговарящи за управлението при движение нагоре и те не участват в управлението при движение надолу. Етапът започва с включване на електромагнитите на клапани (C) и (D). През дросела (8) започва да протича течност и вследствие на дроселирането възниква пад на налягане в дросела. Заради понижено налягане под затвора на главния клапан (X) възниква сумарна сила от налягане, насочена срещу пружината на клапана и той започва да отваря. Благодарение на механичната връзка между клапани (X) и (Y) последният започва плавно да затваря. Дебитът през линията на клапан (D) намалява, а от там общите протечки през дросел (8) и налягането под затвора на клапан (X) също започват да намаляват. Комбинираната работа на тези елементи заедно с регулируемия фин дросел (6) определят скоростта на увеличаване на дебита и плавно увеличаване скоростта на хидроцилиндъра до зададена максимална скорост.

Ускорението при потегляне се регулира с помощта на финия дросел (6) – при затваряне на (6) хидроцилиндърът ще потегля по-бавно и обратно. Максималната скорост на движение се определя от степента на отваряне на главния седлови 2/2 разпределител (X) и се настройва от вградения в него ограничител (7). При развиване на ограничителя затворът на (X) се отваря повече, пропуска по-голям дебит и хидроцилиндърът достига по-големи скорости.

– *Първа степен на плавно спирание и движение с минимална скорост – линии 8 и 9 на фиг. 1.б*

След изключване на електромагнита на клапан (C) той затваря, а (D) остава отворен. Затворената линия предизвиква намаляване на протечките през дроселите (8) и (6), както и през механично управлявания запорен клапан (Y). Това отново довежда до комбинираното затваряне на главния клапан (X) и отваряне на механично свързания (Y). С отварянето на (Y) налягането под затвора на клапан (X) започва да расте, а от там и сумарната сила от налягане. Затворът на клапана (X) спира своето движение при уравновесяване на силите от налягане и силата на пружината. При тази позиция на затвора се установява зададения минимален дебит и хидроцилиндъра продължава да се движи с постоянна минимална скорост.

Регулирането на скоростта на изменение на дебита и промяната на скоростта на цилиндъра тук се постига с финия дросел (8), а степента на затваряне на главния клапан (X) и минималната скорост на движение – чрез регулиране дължината на механичната връзка (9). Със затварянето на (8) се постига по-плавно спирание и обратно, а с удължаването на (9) – по-малки скорости на движение и обратно.

– *Втора степен на плавно и окончателно спирание – линия 8 на фиг. 1.б*

За окончателното спирание на хидроцилиндъра освен клапана (C) се затваря и клапанът (D) като се изключи неговият електромагнит. Протечките през дросела (8) стават нула и поради по-голямата площ под затвора на клапан (X) сумарната сила от налягане нараства и заедно със силата на пружината клапанът се затваря докрай, забавян отново от дросела (8). Забавянето на хидроцилиндъра до окончателно спирание в този етап е същата както при първата степен на спирание и се определя от настройката на дросела (8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Даденото описание дава възможност в детайли да се разбере как работи клапанът и как се осъществява неговата функционалност с помощта на съставните хидравлични елементи включени в него. Изяснена е ролята на всеки елемент от клапана и взаимодействието му с останалите елементи за постигане закона за изменение на дебита през клапана, а от там и за изменение скоростта на движение на хидроцилиндъра, задвижващ асансьорната кабина – плавно потегляне и плавно спиране в две степени. Доброто и детайлно разбиране за функционирането на клапана дава възможност за прецизна настройка на неговите режими на работа и добра диагностика при неправилно функциониране.

REFERENCES

Dimov, P., I. Nikolaev. Concerning the Design and Control of the Hydraulic Drive of Elevators. IN: Proceedings of University of Ruse “Angel Kanchev”, Volume 61, book 1.2, THU-SSS-THPE, Ruse, University of Ruse “Angel Kanchev”, 2022, pp. 37-45, ISSN 2603-4123.

Blain Hydraulics GmbH, n.d. *Blain EV 100*. [Online] Available at: https://blain.de/downloadall/datenblatt/gb/ev_gb.pdf [Accessed 20 09 2022].