

Хидравлична задвижваща система с електронно регулиране на мощността на машина за инжектиране на бетонова смес

Илчо Ангелов

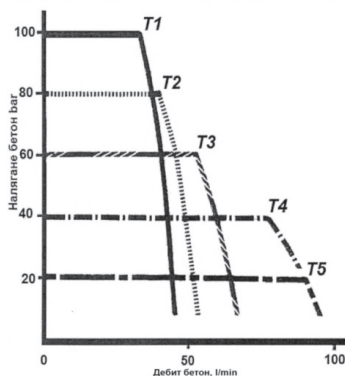
Electronically controlled hydraulic drive system with power control of the machine for injecting concrete mixtures: This work synthesized of electronically controlled hydraulic drive system with power control of the machine for injecting concrete mixtures. An analysis of how to set DFE1- regulator of the main hydraulic pump in order to achieve optimum system performance in terms of low energy cost.

Key words: Hydraulic System, Electronically Controlled Regulator, Power Efficiency, Concrete Pump

ВЪВЕДЕНИЕ

Внедряването на механизация в строителните работи налага използването на хидротранспорт при работа с редица строителни материали. Чрез тръбопроводи се транспортират предимно строителни разтвори и бетонови смеси [1,2]. Това е особено належащо при големи строителни обекти като язовири, металургични заводи, инжекционни системи за укрепване на свлачища и др. Модернизацията в строителните дейности спомага за облекчаване труда на работниците и ускоряване на строителния процес. За реализацията на инжекционни дейности с бетонови смеси са разработени специални бетон-помпи тип ZBE с хидравлично задвижване [4]. Помпата ZBE включва два главни сектора. Първият обединява захранване, електромотор, хидравлична система и разпределител. Вторият обединява бетон-помпа и клапани. Бетон-помпата се задвижва от хидравлична система с отворена циркулация. Хидравличната помпа засмуква работен течност от резервоар, който преминава през филтър и се нагнетява през разпределител в съответната област на хидравличен цилиндър. Буталният прът на хидравличния цилиндър и буталният прът на бетон-помпения цилиндър са твърдо свързани. Изтеглянето и прибирането на буталото на хидравличния цилиндър се контролира от разпределител. Самият разпределител е свързан към брояч, който отчита ходовете. Чрез регулиращ винт се осъществява ръчно регулиране на дебита на хидравличната помпа и съответно дебита на бетон помпата. Клапан за налягане регулира налягането в хидравличната система и съответно това на бетона. Работната характеристика на бетон-помпата е показана на Фиг.1, [1,4] – налягането на бетона като функция на дебита на бетона. Тестовете са проведени с вода. Налягането и дебитът са отчитани в напорния тръбопровод. Бетон-помпата ZBE е със стандартен цилиндър Ø110mm.

Недостатък се явява необходимостта от постоянна ръчна намеса на оператор в работата на бетон-помпата за настройване и определяне на подходящ режим на работа.

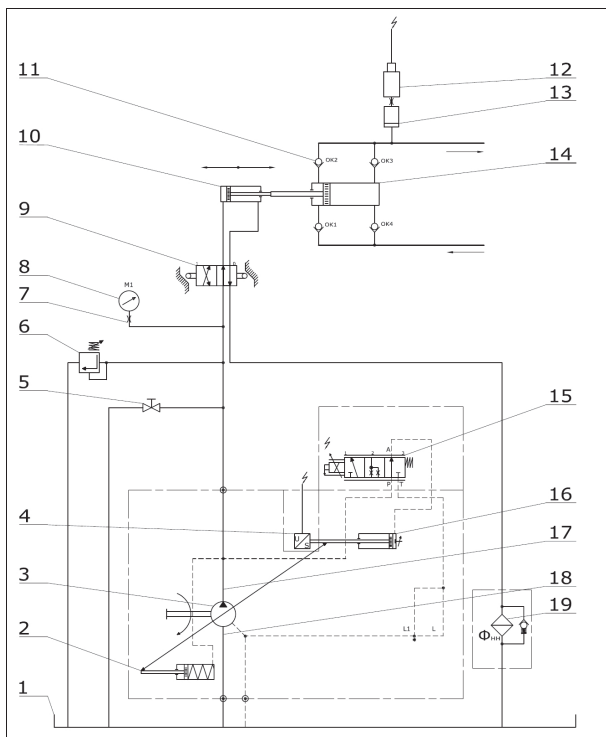


Фиг.1 Характеристика на бетон-помпа ZBE [4].

ИЗЛОЖЕНИЕ

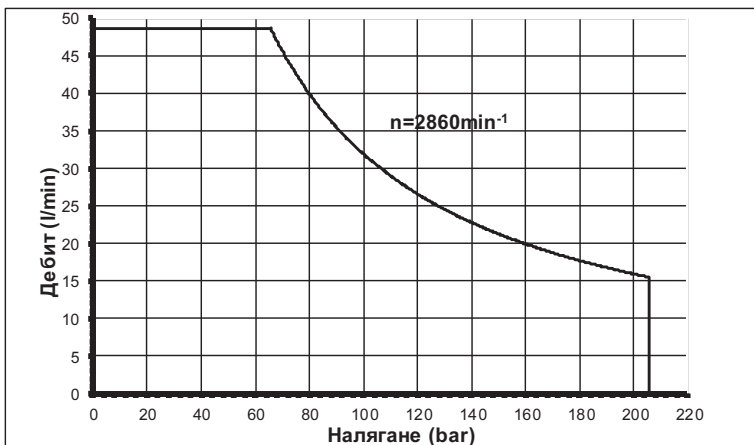
В [1] е синтезирана хидравлична задвижваща система с възможност за регулиране по мощност на бетон-помпа тип ZBE за инжектиране на бетонова смес, посредством използване на DFRLR – регулатор на хидравличната помпа тип A10VSO18. Основно предимство на тази система е възможността да се автоматизира работният процес, като по време на работа оператор задава основния режим на работа и наблюдава да не се влезе в аварийен режим.

С цел усъвършенстване на тази система и с оглед на автоматичното задаване и регулиране на работните параметри на бетон-помпата в основен режим на работа, хидравличната задвижваща система е пререструктурирана така, че регулируемата аксиално-бутална помпа A10VSO18 е с включен електронен регулатор тип DFE1 [3,5], както е показано на Фиг.2.



Фиг.2 Хидравлична задвижваща система на бетон-помпа ZBE с електронен регулатор тип DFE1.

Хидравлична регулируема помпа 3 засмуква работна течност от резервоар 1 и подава дебит на входа на разпределител 9, който е с механично превключване в края на хода на задвижвания бутален цилиндър 10. Този цилиндър задвижва помпата за бетон 14. Предпазно-преливен клапан 6 определя максималната стойност на налягането в разглежданата хидравлична система (Т.1, Фиг.1). Разпределител 15 с електронно-пропорционално управление управлява съответно регулиращото бутало 16 на помпата 3. Преместването на регулиращото бутало 16 се отчита от датчик за преместване 4. Това дава възможност да се реализира управление по мощност съгласно характеристиката „дебит-налягане“, показана на Фиг.3. Сигнал по налягане от бетон-помпата 14 се подава от датчик за налягане 12 с разделител 13 на течната фаза бетон-масло.

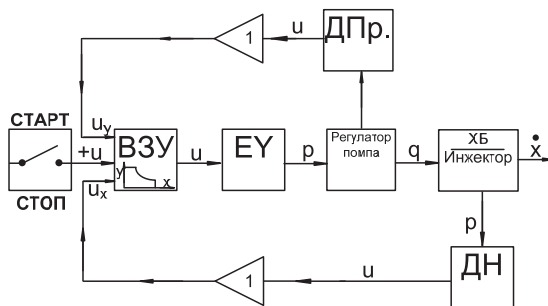


Фиг.3 Хидравлична характеристика $q\eta=q\eta(\Delta p\eta)$.

Така показаната характеристика (Фиг.3) е преизчислена на база на характеристиката от Фиг.1 и конкретните конструктивни параметри на бетон-помпата ZBE. Максималното работно налягане е повишено на 205bar, а максималният дебит е ограничен на 48l/min. При това положение законът, по който трябва да се осъществи регулирането на помпата в интервала $T.1\div T.5$ (Фиг.1), с оглед да се реализира и запази максималната задвижваща мощност, която е ограничена от задвижващия електродвигател се дава от следната емпирична зависимост:

$$q = 3206,5 \cdot p^{-1,001} \quad (1)$$

За да се реализира по-горе описаното управление на хидравличната задвижваща система е използван DFE1 регулатор с блокова диаграма показана на Фиг.4.



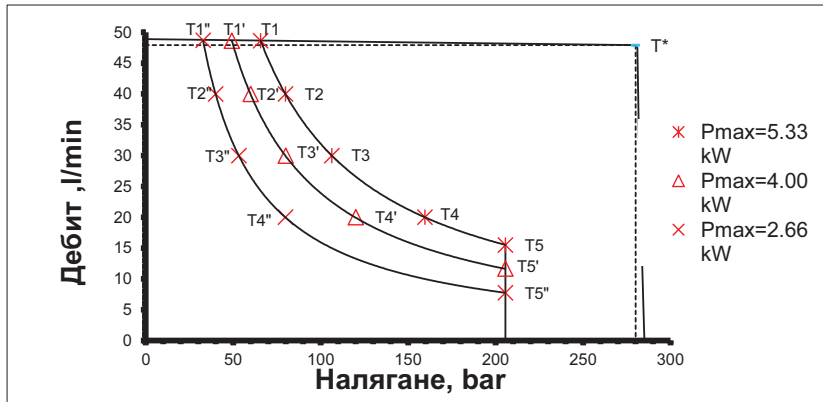
Фиг.4 Блокова диаграма на DFE1 регулатор.

Устройствата и сигналите, чрез които се извършва регулирането на хидравличната система, са съответно:

- ВЗУ- външно задаващо устройство (компютър);
- ЕУ- електронен усилвател;
- Регулатор помпа - DFE1;
- ХБ - Хидравлично бутало на инжектора;
- ДН - датчик за налягане на бетона;
- Д.Пр. - датчик за преместване на регулиращото бутало;

- +u - начален сигнал към ВЗУ;
- u_x - изменение на зададения закон по „x“;
- u_y - изменение на зададения закон по „y“;
- u - изходен сигнал от ВЗУ;
- p - сигнал към регулатора на помпата;
- q - дебит помпа;
- X - преместване на регулиращото бутало;

На Фиг.5 са показани характеристики за три експлоатационни режима реализирани с регулатор тип DFE1 при максимални задвижващи мощности – 5,33; 4,0 и 2,66kW. Без регулатор помпата ще работи в т.Т*.



Фиг.5 Експлоатационни режими при различни настройки на регулатора DFE1.

Таблица 1

Точка	Дебит	Налягане	P	t	E	Еу.е.ц
	l/min	bar	kW	s	kJ	kJ
T*	48	280	22,35	2400	56448	53648

Структурният К.П.Д е характеристика, която отразява ефективността на системата, служеща за преобразуване на енергия и се пресмята по следната зависимост [1]:

$$\eta = \frac{E_{\max} - E_{\text{еф}}}{E_{\max}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

където:

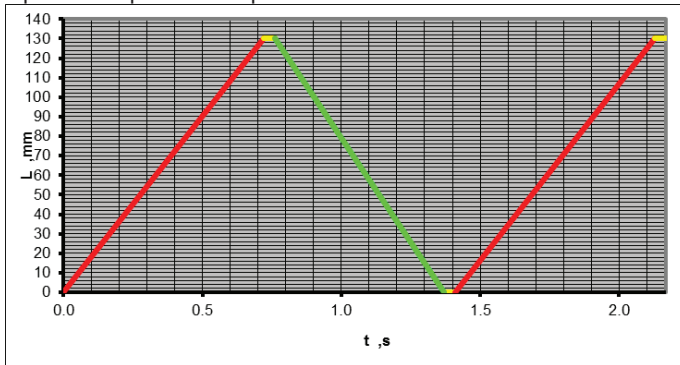
- η - структурен К.П.Д;
- E_{max} - енергията необходима на системата за един УЕЦ без регулатор;
- E_{еф} - ефективната използвана енергия с регулатор при различна настройка на P_{max};

В Таблица 2 са показани резултатите от пресмятането на η_{стр.} при три различни настройки на регулатор DFE1.

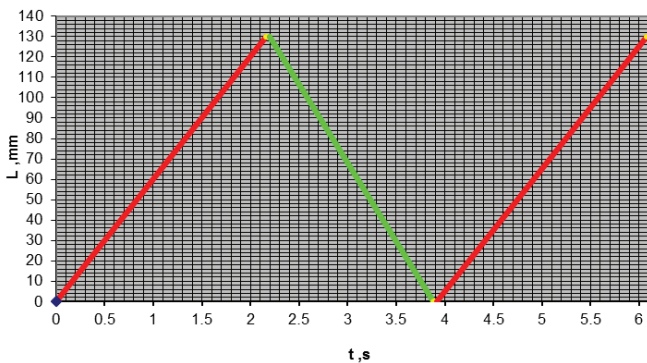
Таблица 2

P _{max}	E _{еф}	E _{max}	η _{стр.}
kW	kJ	kJ	%
5.33	12765,28	53648,00	76,16
4.00	9569,00	53648,00	82,16
2.66	6379,08	53648,00	88,11

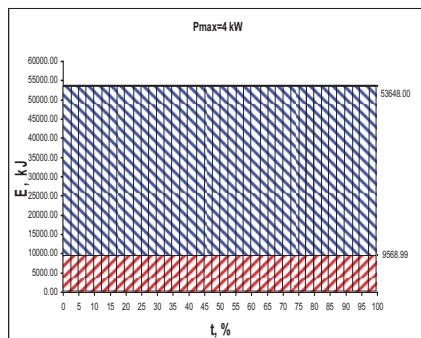
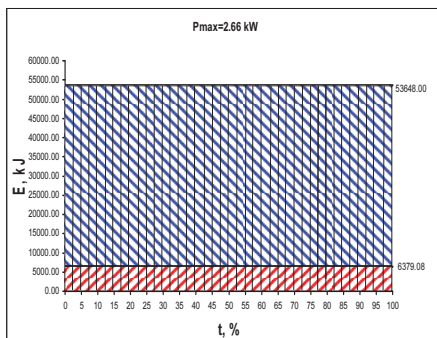
На Фиг.6 и Фиг.7 съответно са показани диаграми на експлоатационен цикъл на бетон-помпата тип ZBE с електронен регулатор DFE1 на хидравличната задвижваща система при различни режими на работа.



Фиг.6 Експлоатационен цикъл на бетон-помпата тип ZBE при различни настройки на регулатора DFE1.



Фиг.7 Експлоатационен цикъл на бетон-помпата тип ZBE при различни настройки на регулатора DFE1.



Фиг.8 Структурен К.П.Д на хидравличната система при различни настройки на регулатора тип DFE1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на така предложеното решение за управление с електронен регулатор тип DFE1 на задвижващата хидравлична система на бетон-помпа тип ZBE и извършения енергиен анализ на структурния К.П.Д на системата при условен експлоатационен цикъл и различни настройки на задвижващата мощност се дава основание да се направят следните основни изводи:

1. Включването на DFE1 регулатор в управлението на хидравличната система съгласно блокова схема (Фиг.4) дава възможност предварително да се избират и настройват режими на работа съответстващи на специфичното приложение на системата така, че бетон-помпата да работи винаги в оптимален режим на работа без да е необходима намеса на оператор.

2. Извършеният енергиен анализ показва, че ефективността на системата от гледна точка на енергопотреблението на инжекторната машина за един УЕЦ при задвижваща мощност от $5,33 \pm 2,66 \text{ kW}$ се повишава така, че структурния К.П.Д на системата съответно се изменя в граници от $76 \pm 8\%$ (Таблица 2).

3. Използването на DFE1 регулатор ще даде възможност да се оптимизира работата на бетон-помпата тип ZBE при работата и с бетонови разтвори с различна консистенция.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ангелов И., Хидравлична задвижваща система с регулиране по мощност на машина за инжектиране на бетонова смес, МНК на ИПФ – Сливен, 2013.

[2]. Грозев Г., Г.Иванов "Тръбен хидротранспорт и специални помпи", Техника, 1992.

[3]. Комитовски М., "Елементи на хидро и пневмо-задвижването", Техника, С., 1985.

[4]. Concrete mixture Injector, ZBN- Pump Catalog, Sweden, 1990.

[5]. Axial Piston Pumps and control devices, Bosch Rexroth, 1999.

За контакти:

Доц. д-р Илчо Иванов Ангелов, Катедра "Хидроаеродинамика и хидравлични машини", ТУ-София, e-mail: ilangel@tu-sofia.bg

Докладът е рецензиран.