

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА РЕКУПЕРИРАНЕ НА ЕНЕРГИЯ ПРИ ДВИЖЕНИЕ В ПОСОКА НАДОЛУ НА ХИДРАВЛИЧЕН АСАНСЬОР

Тихомир ДИМИТРОВ¹ Георги Илиев¹ Калин Чучуганов¹

¹катедра „Инженерна логистика и подемно-транспортна и строителна техника”, Технически университет - София, България

e-mail: tichomir.dimitrov@gmail.com

e-mail: giliev@tu-sofia.bg

e-mail: chuchuganov@tu-sofia.bg

Резюме: Според събраните различни данни през последните 20 години в страната ни са монтирани и в момента работят над 2000 електрохидравлични асансьора, които представляват значителна част от всички новомонтирани асансьори в страната. Поради техният основен недостатък- липсата на уравновесяващ елемент (противотежест), потребяват електрическа енергия за издигане на полезния товар, носещата рамка и кабината на асансьора за разлика от електромеханичните асансьори. Това е основната причина необходимата мощност на задвижването при електрохидравличните асансьори да бъде относително висока в сравнение с други технически решения. От друга страна движението надолу се осъществява единствено посредством дроселиране на хидравличният флуид, при което се губи енергия. Направените в тази работа опитни изследвания, проведени на специализиран стенд на реален електрохидравличен асансьор доказват възможността за добиването на енергия от спускането на кабината при тези асансьори с цел повишаване на енергийната им ефективност. Резултатите от тази експериментална работа дават основа за по-нататъшни разработки в областта на рекуперирането на енергия при този тип асансьори.

Ключови думи: асансьори, хидравлични асансьори, рекупериране на енергия.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Напоследък понятието „Енергийна ефективност” се превърна в една много модерна и често използвана фраза от почти всеки жител на България и Европа. Появиха се и проекти и практически реализации на т. нар. „пасивни сгради”, които не потребяват или почти не потребяват външна енергия благодарение на използваните технологии в тях. Освен това на практика вече е факт Директива 2010/31 EU на ЕС която въвежда изискването за „Сгради с почти нулево енергийно потребление” (nZEB- nearly Zero-Energy-Buildings), която влиза в сила от 2019г. за обществени сгради и от 2021г. за всички новопостроени сгради. Тези изискванията към сградите се пренасят и към всички съоръжения в тях, включително за вертикален транспорт на хора- асансьори, ескалатори и движещи се пътеки. Нещо повече- изчисленията на Европейския институт по енергийните характеристики на сградите (BPIE) показват, че асансьорите и

ескалаторите консумират до 10% от електроенергията на сградата [4].

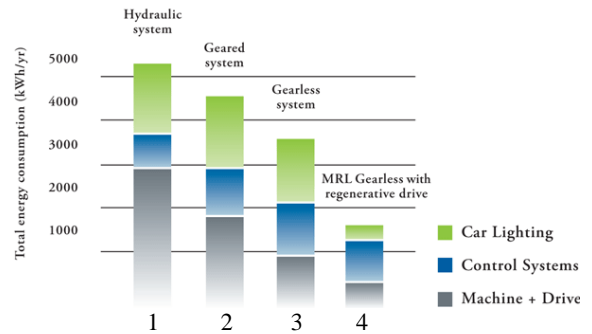
Липсват данни за точният брой работещи асансьори в страната ни, но по данни на различни институции и организации тези асансьори наброяват малко над 70 000. По-голямата част от тях са доста остарели конструкции и са енергийно неефективни от гледна точка на съвременното. От тези асансьори поне 2000 са електрохидравлични. Всички тези съоръжения очевидно скоро няма да се подменят с нови и ефективни такива поради ред причини, а ще продължат да се експлоатират още много години. Значителна част от движенията на съвременните асансьори са съпроводени с разсейване на известно количество енергия във вид на топлина- в зависимост от посоката на натоварване електромеханичните асансьори разсейват тази енергия директно във вид на топлина чрез т.нар. спирачни съпротивления, намотките на двигателя или в инверторите, а при електрохидравличните

при движение в посока надолу тази енергия се губи. В същото време тези електрохидравлични асансьори се характеризират със значително по-висока мощност в сравнение с всички други видове асансьори поради липсата на уравниващ елемент (противотежест). Ето защо е редно да се отдели специално внимание на съществуващите резерви и възможности при вече изградените и работещи асансьорни уредби с цел намаляване на консумираната от тях електроенергия от мрежата.

2. ОБОСНОВКА НА ИДЕЯТА ЗА РЕКУПЕРИРАНЕ НА ЕНЕРГИЯ ПРИ ХИДРАВЛИЧНИ АСАНСЬОРИ

От известно време в света се работи върху разработки за добиване на електрическа енергия именно при описаните по-горе движения на асансьорите и се постигат резултати. Тези разработки са основно в областта на разработване рекуперативни задвижвания при електромеханичните асансьори, тъй като в световен мащаб те са и най-разпространени. Може би поради същата причина електрохидравличните асансьори остават много слабо засегнати от разработването на такива технологии като единствено няколко тясно специализирани фирми предлагат пестящи енергия технологии при електрохидравличните асансьори (такива са например BLAIN [2], BUCHER [3], GMV [5]).

Като цяло може да се приеме че електроенергията, която асансьора консумира се разпределя по начин, показан на графика 1 (източник www.otis.com, посетен на 10.09.2013г.) [6] при различните видове асансьори- хидравлични (1), редукторни (2), безредукторни (3) и безредукторни със системи за рекупериране на енергия (4).



Графика 1 Консумация на електрическа енергия в зависимост от типа на асансьора, разпределена по консуматори в асансьорите

От графиката се вижда, че основната част от потребената от хидравличните асансьори енергия се консумира от задвижването на асансьора. Това задвижване обаче на практика работи само при движение в посока “Нагоре”, а спускането на кабината се осъществява под действие на собственото ѝ тегло и полезния товар. Скоростта на спускане се определя от настройките на съответните клапани на клапанният блок на хидравличната станция на асансьора.

Друго основно перо от тази графика е енергията, потребявана за осветление. В тази връзка при анализа на графиката е необходимо да се има предвид факта, че графиката отразява и хронологично развитието на асансьорната индустрия. Това на практика означава, че при първите три вида асансьори използваните осветителни технологии са конвенционални, а при последния вид са най-съвременни LED технологии в комбинация с автоматично изключване на осветлението в режим на готовност на асансьора. Поради тази причина при първите три вида асансьори (които всъщност са и най-разпространени в света) тази енергия е на практика една и съща, а при четвъртия вид е драстично намалена в сравнение с другите три вида. Тези технологии могат да се приложат и при първите три вида асансьори като

допълнителни енергоспестяващи мерки с аналогични резултати.

Тук е необходимо също да се отбележи, че от скоро съществува стандарт ISO 25745 [1], който определя класове на енергийна ефективност при асансьорите, както и предлага методика за определянето им за реални съоръжения. С този стандарт и при асансьорите се въвежда добре познатата ни от много електроуреди класификация в класове от А до G. По-долу в табл.1 и табл.2 е показана тази класификация.

табл. 1 Класове на енергийна ефективност според необходимата енергия за пътуване- ISO 25745

Spec. Energy-consumption in mWh/m kg	≤ 0,8	≤ 1,2	≤ 1,8	≤ 2,7	≤ 4,0	≤ 6,0	> 6,0
Class	A	B	C	D	E	F	G

табл.2- Класове на енергийна ефективност според необходимата енергия в режим на готовност- ISO 25745

Output in W	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	≤ 1600	> 1600
Class	A	B	C	D	E	F	G

В табл. 1 е показана класификация в седем класа на енергийна ефективност според необходимата специфична енергия за движение на асансьора, а в таблица 2 е представена класификацията според консумираната мощност от асансьора в режим на готовност.

3. РЕКУПЕРИРАНЕ НА ЕНЕРГИЯ ПРИ ХИДРАВЛИЧНИ АСАНСЬОРИ

Целта на тази статия е опитно да бъде установена възможността за рекуперация на енергия при електрохидравличните асансьори. За постигането на тази цел към съществуващият стенд в лаборатория 4100 на Машиностроителен факултет на ТУ-София (фиг.1) бяха добавени и свързани по схемата на фиг.2 наличен хидродвигател (производство на М+С Хидравлик АД- гр. Казанлък, модел MLHT 200) с ролка за

натоварване и лостова система за реализиране на спиращен момент (фиг.3). За извършване на необходимите измервания беше реализирана и измервателна система, която включва тахометър за измерване на ъгловата скорост на хидродвигателя, тахометър за измерване на линейната скорост на асансьора, два датчика за измерване на налягането на входа и изхода на хидравличния двигател и регистрираща система на National Instruments. Данните от измерванията са записани посредством програмния продукт LabView на същата фирма.



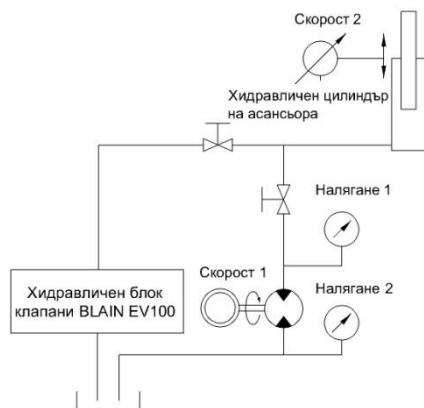
фиг.1 Стенд- хидравличен асансьор в лаборатория 4100 на МФ при ТУ- София

От тези схеми (фиг.4 и фиг.5) е изведено следното уравнение:

$$M_2 = G_2 * \frac{L_2}{L_1} * \mu * R \quad (1)$$

За целите на опита хидравличният флуид от цилиндъра посредством изпълненият с два крана разпределител се подава директно на входа на хидродвигателя, след което се отвежда директно в резервоара на хидравличната система на асансьора. За натоварване на хидродвигателя е използвано

решение с прониева спирачка. За да стане възможно измерването на въртящият момент на двигателя е необходимо да се определи коефициента на триене между стоманеният лост на спирачката и гумената ролка. След многократни опити на стенда и при използването на схемите на фиг.4 и фиг.5 беше определен този коефициент: $\mu=0,794$. Тази стойност е използвана по-нататък при пресмятане на мощностите.



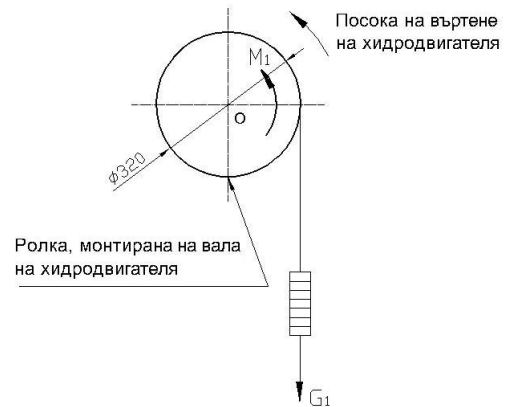
фиг.2 Хидравлична схема на свързване на опитния стенд

Това уравнение е използвано по-нататък при последващите пресмятания на въртящия момент на двигателя при различните режими на натоварване на асансьора и хидродвигателя както следва:

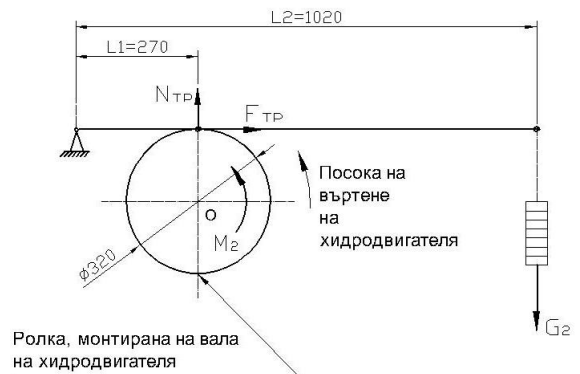
- 15,0 bar статично налягане, което приблизително отговаря на асансьор 4 лица с празна кабина за този стенд;
- 19,0 bar статично налягане, което приблизително отговаря на асансьор 6 лица с празна кабина за този стенд;
- 20,0 bar статично налягане, което приблизително отговаря на асансьор 8 лица с празна кабина за този стенд;



фиг.3 Монтирани хидравличен двигател с ролка за натоварване, тахометър за измерване на ъгловата скорост на ролката, датчици за налягане на входа и на изхода на двигателя

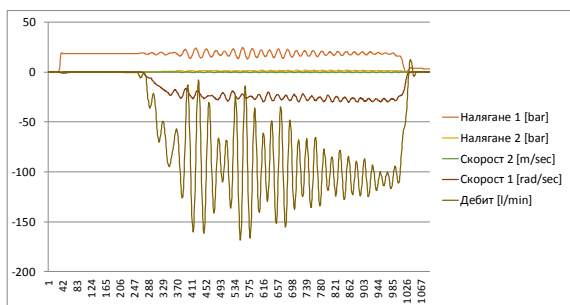


фиг. 4 Схема за определяне на въртящия момент при тариране на прониевата спирачка



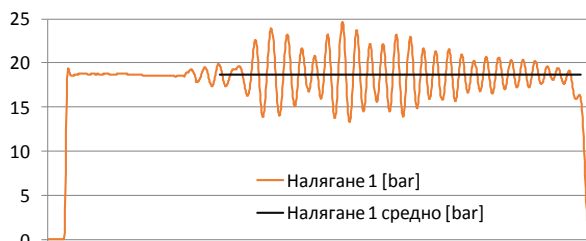
фиг.5 Схема за определяне на въртящия момент чрез използване на прониева спирачка

Получени са резултати в графичен вид за всички опитни натоварвания. Тези резултати от опита, проведен при статично налягане 20,0 bar при използване на програмният продукт LabView на National Instruments са представени по- долу.

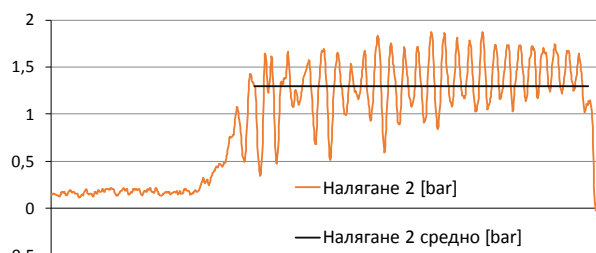


фиг.6 Графики при статично налягане 20,0 bar

Поради непрегледността на тази графика произтичаща от различните мащаби на измерваните параметри, на фиг. 7, фиг.8, фиг.9, фиг.10 и фиг.11 са показани графиките на входното и изходното налягане на хидродвигателя, скоростта на кабината, скоростта на хидродвигателя и дебита поотделно. На всички тези графики с плътна линия са показани средните им стойности в работния участък.



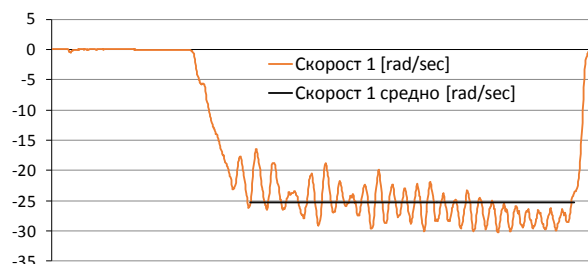
фиг. 7 Графика на Налягане 1- входно налягане на хидродвигателя



фиг. 8 Графика на Налягане 2- налягане на изхода на хидродвигателя



фиг. 9 Графика на Скорост 2- скорост на кабината



фиг. 10 Графика на Скорост 1- ъглова скорост на хидродвигателя



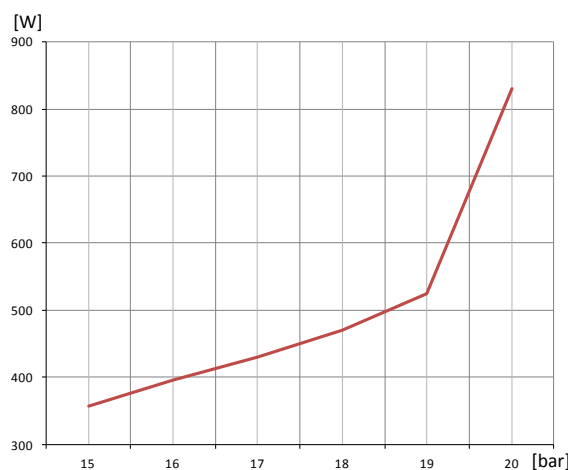
фиг. 11 Графика на Скорост 1- ъглова скорост на хидродвигателя

Получените резултати от всички извършени опити са обобщени и показани в табличен вид в табл.3. Същите тези

резултати са представени в графичен вид на фиг.12.

табл. 3 Таблично представяне на получените резултати

Измерено статично налягане в хидравл. система	Измерено налягане на входа на двигателя	Измерена ъглова скорост на двигателя	Получена мощност
bar	bar	Rad/sec	W
15.00	14.52	15.36	361.61
19.00	17.98	19.16	541.13
20.00	18.64	25.24	831.80



фиг.12 Графично представяне на получените резултати- връзка между входното налягане на двигателя и получената мощност

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализирани са възможности за повишаване на енергийната ефективност на хидравличните асансьори чрез рекупериране на енергия при движение на кабината на асансьора надолу.

2. Изграден е опитен стенд за рекупериране на енергия при движението надолу на хидравличен асансьор при възможност за реализиране на различни дебити на хидравличната течност и различни натоварвания на хидравличният двигател.

3. Изградена е измервателна система за компютърно измерване на параметрите на движение на база на продуктите на National Instruments в среда на LabView.

4. Получените експериментални данни са предпоставка за по-нататъшна работа и разработки в областта на рекуперирането на енергия при електрохидравличните асансьори.

Литература

1. Стандарт ISO 25745.
2. www.blain.de. Посетен на 05.09.2013г.
3. www.bucherhydraulics.com. Посетен на 20.08.2013г.
4. www.bpie.eu. Посетен на 26.08.2013г.
5. www.gmv.it. Посетен на 20.08.2013г.
6. www.otis.com. Посетен на 10.09.2013г.

RESEARCH OF POSSIBILITIES FOR ENERGY REGENERATION DURING THE DOWNWARD TRAVEL OF HYDRAULIC ELEVATOR

Tihomir DIMITROV¹ George ILIEV¹ Kalin CHUCHUGANOV¹

¹Engineering logistics, material handling, building and roadbuilding machines department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: tichomir.dimitrov@gmail.com

e-mail: giliev@tu-sofia.bg

e-mail: chuchuganov@tu-sofia.bg

Abstract: During the last 20 years according to the collected different data in Bulgaria were installed and now they are in operation more than 2000 hydraulic elevators, as they represents considerable part from all newly installed elevators in the country. Because of their major disadvantage- missing balancing weight (counterweight), they use electrical energy for hoisting the load, carrying frame and car structure in difference from the electric traction elevators. That is the main reason why the necessary electrical power of the hoisting machine of hydraulic elevators is comparatively high compared to other technical solutions. On the other hand the downward travel is realized by means of throttling the hydraulic fluid, dissipating energy by this means. The performed experimental research, done on specialized experimental bench of real

electrohydraulic elevator proves the possibility to getting the energy from downward car travel of these elevators with purpose for improving their energy efficiency. The results from this experimental work provide the basis for further developments in the field of energy regeneration for this type of elevators.

Keywords: elevators (lifts), hydraulic elevators, energy regeneration.
