

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ ПАРАЛЕЛНАТА РАБОТА НА ЦЕНТРОБЕЖНИ ПОМПИ, ПРИЛАГАНИ В ТРЮМНОБАЛАСТНИТЕ СИСТЕМИ НА КОРАБИТЕ

Никола Петров, Иван Иванов, Владимир Йорданов, Светослав Караиванов

Abstract: *The paper contains experimental research of the parallel operation of centrifugal pumps with different characteristics of the pumps and their pipelines. Such pumps work, is applied in ship ballast and bilge systems. The paper examines special features of the parallel operation of pumps with non-return valve after pump and without non-return valve after pump.*

Key words: *experimental research; ballast and bilge systems; parallel work; centrifugal pumps; non-return valve.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Особеност при проектирането на баластните системи е прилагането на паралелна работа на центробежни помпи с различни характеристики, при което клоновете на отделните помпи са с различна дължина, брой и тип на управляващата арматура, т.е. с различни загуби. Такъв е и случаят и при използването на осушителни помпи паралелно с баластните за по-бързо осъществяване на дебаластирането. За да се определи както общия дебит на системата, така и действителният дебит през отделните помпи, не е достатъчно да се построи съвместната характеристика чрез сумиране на дебитите на помпите при еднакъв напор, както е посочено в болшинството литературни източници [1, 2].

За построяване характеристиката, отразяваща паралелната работа на центробежните помпи с различни характеристики, както и за изследване влиянието на различните загуби в отделните им клонове, в лабораторията по „Системи на Морски Съоръжения (СМС)” на Технически университет - Варна е изграден експериментален стенд, който обаче имаше някои недостатъци изразяващи се в следното:

1. Невъзможност за реализиране на паралелна работа с или без невъзвратен клапан в клоната на по-нисконапорната помпа.

2. Поради голямото съпротивление на разходомера от турбинен тип, служещ за определяне на посоката на потока, подаван от по-нисконапорната помпа, общият дебит на

системата при паралелна работа незначително се различаваше от този при самостоятелна работа.

За да се избегнат горепосочените недостатъци при експерименталното изследване паралелната работа на помпите, се монтира по-голям разходомер с размер 1”, независимо, че системата е 3/4”. Освен това потокът в нагнетателната част на понисконапорната помпа се разделя на два клона, даващи възможност да се реализира експерименталната работа с , или без невъзвратен клапан.

2. МЕТОДИКА НА ЕКСПЕРИМЕНТА

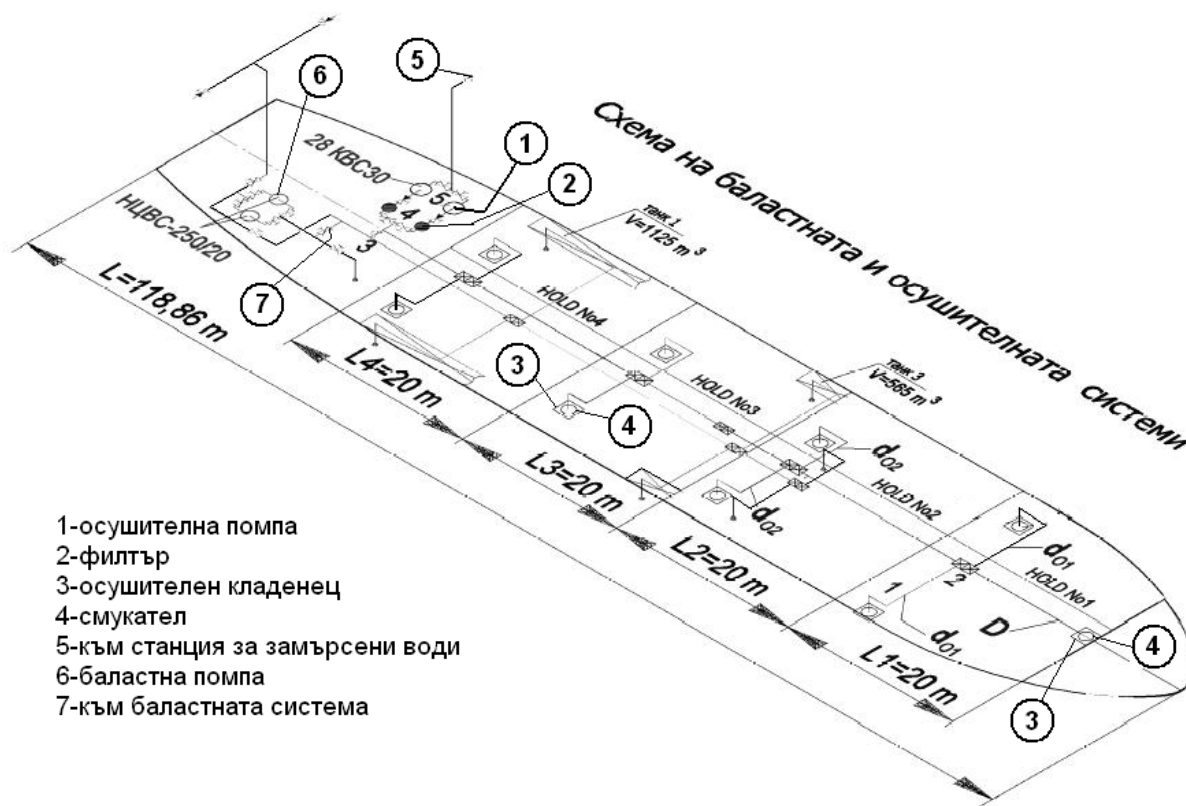
С цел съкращаване времето за дебаластиране е изследвана възможността за паралелна работа на осушителните и баластните помпи на универсален кораб за масови товари (УКМТ) с дедует 10000 t.. За целта са предвидени байпасни връзки както в смукателната, така и в нагнетателната част на системите (фиг. 1). Тези съединителни участъци между системите служат и за резервиране на системите и помпите в случай , че откаже някоя от тях. При заместване на системите трябва да се има предвид следното:

1. При използване на осушителната система в качеството на баластна, това ще доведе до съществено нарастване на времето за дебаластиране.

2. При прилагане на баластната система в качеството ѝ на осушителна е наложително силно дроселиране на потока, посредством притваряне на арматурата след баластната помпа , за да се работи с дебит

непревишаващ този на осушителната помпа. Този режим може да се постигне посредством стриктно следене показанията на вакууммера монтиран пред баластната помпа. Същите не

трябва да превишават допустимата вакууметрична височина на помпата по каталог, която е в границите 5 – 7 м.в.ст.

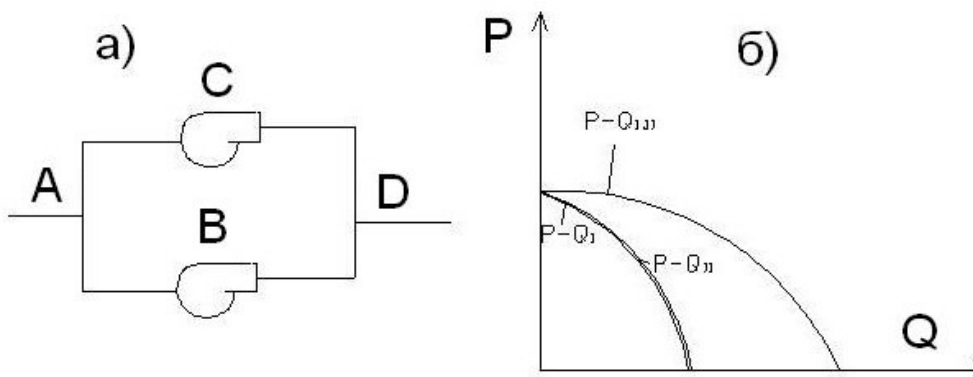


Фиг.1. Схема на баластната и осушителната системи на универсален кораб за масови товари с дедюейт 10000 t

Ако се остави помпата да влезе автоматично в работен режим , т.е. да се установи работна точка без допълнително регулиране , поради малкото сечение на осушителната магистрала и голямото съпротивление на арматурата ще се получат недопустимо големи загуби в смукателната част и помпата ще изпадне в режим на кавитация, което е недопустимо от гледна точка на надеждността и дълговечността на системата.

Анализирайки съвместната характеристика на баластния тръбопровод и помпата се вижда , че при сумарен дебит на двете помпи от 750 м³/час загубите в смукателната част ще превишат допустимата вакууметрична височина на баластната помпа. За това е решено да се увеличи диаметъра (d) на смукателната част на баластната система (гл. фиг. 1) , т.е. в участъци 2-3 и 3-4 от d=357 мм на d=368 мм.

Проведените експериментални изследвания показват, че след направената корекция може безпрепятствено да се прилага паралелна работа на помпите в режим на дебалансиране. Паралелната работа на две помпи (фиг.2.а) по принцип се налага в случаите когато дебитът на разполагаемия типоред помпи е по-малък от необходимия за дадената система. Такъв е случаят с използването на две или повече помпи при изхвърлянето на баласт от баластните танкове на кораби, плаващи платформи, плаващи докове, а така също и при товарните системи на танкерите. Паралелна работа се прилага понякога и при осушителните помпи, когато се използват в качеството им на баластни или водоотливни. Паралелната работа само на двете баластни помпи не предизвиква съмнения, тъй като са с еднакви характеристики. Характеристиката „P-Q” (H-Q) отразяваща паралелната работа на няколко помпи се получава, като сумираме



Фиг. 2. Паралелна работа на две центробежни помпи с еднакви характеристики

При паралелната работа на две центробежни помпи са валидни следните основни уравнения [3] :

$$P_I = P_{II} = P_{I+II}$$

$$Q_{I+II} = Q_I + Q_{II}$$

По особен е случаят на паралелна работа на две помпи с различни характеристики, например баластни и осушителни, тъй като осушителните помпи обикновено са с по-голям напор от баластните . Това се получава понякога заради изкуствено завишения напор на осушителните помпи от съображения свързани с възможността за изхвърляне на водата в баржи за отпадни води или приемни устройства на пристанищата. По тази причина независимо от необходимия по-нисък напор , те винаги се приемат с номинален напор 30 м.в.ст. Баластните помпи обаче не е удачно да са с излишен напор, тъй като те са с по-голяма мощност, и всяко презапаяване води до значителни загуби на електроенергия. Затова често са с номинален напор 20 м.в.ст и по малко. Такъв е случаят с баластната система на разглеждания кораб (фиг.1).

При такава постановка на задачата, обаче е от съществено значение дали в паралелния клон на по-нисконапорната помпа е включен или не невъзвратен клапан. При отсъствие на такъв клапан съществува опасност при по-малките дебити т.е. при притваряне на шибъра след помпите, когато налягането в системата достигне и надвиши максималното налягане на по-нисконапорната помпа, да възникне обратен поток през нея, което силно ще компрометира паралелната работа. Например може да се получи така , че изхвърляния с осушителните помпи баласт да

започне да се връща в дебалансираните вече танкове.

Затова при проектирането на опитната установка бе решено да може да се изследва именно случая на паралелна работа на центробежни помпи с различни характеристики (фиг.3). Ако към понисконапорната помпа няма включена невъзвратна арматура /клапан, захлопка/, тогава при налягане, превишаващо максималното на тази помпа е възможно връщане на течност през нея /отрицателен дебит /.

Ефективността от последователната работа на няколко центробежни помпи зависи от характеристиките на тръбопровода и помпите , като тя е по-голяма при относително „стръмни” характеристики на помпите и относително „полегата” характеристика на тръбопровода. Резултантният дебит, получен от пресечната точка на характеристиката на тръбопровода и съвместната характеристика, отразяваща паралелната работа на помпите винаги е по-малък от сумарния дебит на двете помпи, получен при самостоятелна им работа на същия тръбопровод.

Тъй като отделните клонове са с различна дължина и различни по вид и брой местни съпротивления, то те имат различни загуби. Те се отчитат още при построяване характеристиките „P-Q” на отделните помпи като от „чистия” напор на всяка помпа се извадят загубите в съответния клон (ABD или ACD, виж фиг.1.а), чрез който дадената помпа е включена паралелно в системата. В такива случаи, обаче, за да бъде коректно определена работната точка на системата,

при построяване характеристиката на тръбопровода „ $P_{\text{трб.}} - Q$ ” не трябва да се включват загубите в участъка A-D.

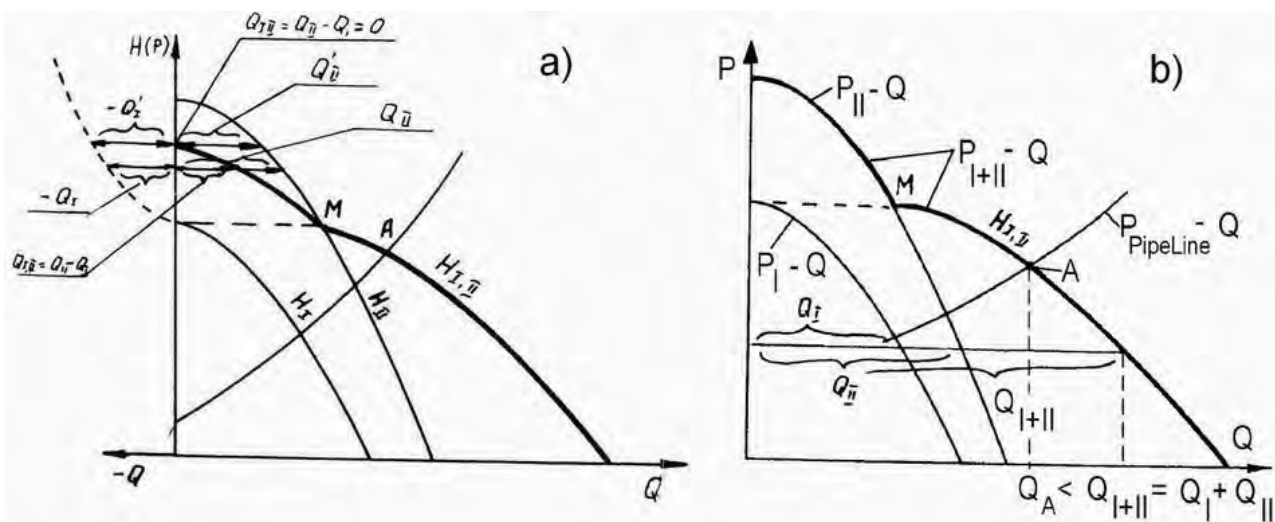
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН СТЕНД И ПОЛУЧЕНИ РЕЗУЛТАТИ

При построяване принципната схема и изграждането на експерименталния стенд (Фиг.4), стремежът е да се моделира относително най-сложната обстановка, т.е паралелна работа на помпи с различни характеристики, и с твърде различни загуби в клоновете на отделните помпи.

За построяване характеристиката, отразяваща паралелната работа на

центробежните помпи с различни характеристики, както и за изследване влиянието на различните загуби в отделните клонове в лабораторията по „Системи на Морски Съоръжения (СМС)” на Технически университет - Варна е изграден експериментален стенд, чиято принципна схема е показана на фиг.4.б със следните елементи:

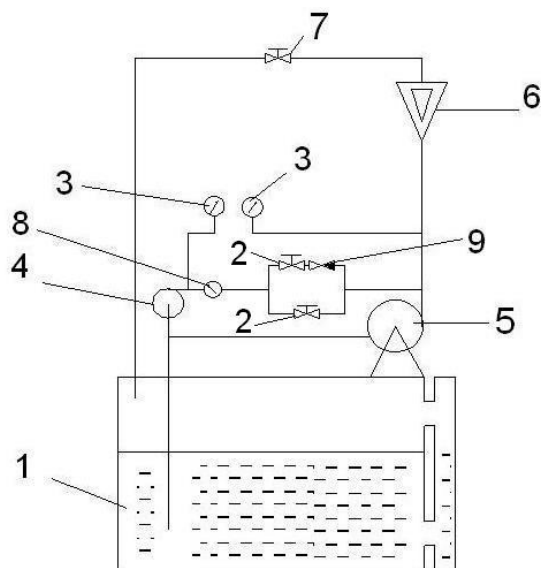
- 1-цистерна;
- 2-спирателен клапан;
- 3-манометри;
- 4-центробежна помпа „Вида 1”;
- 5-центробежна помпа „Вида 3”;
- 6-ротаметър ;
- 7-дроселен клапан;
- 8 - разходомер; 9 – невъзвратен клапан .



Фиг.3. Паралелна работа на две центробежни помпи с различни характеристики: а/ без наличие на невъзвратен клапан; б/ с наличие на невъзвратен клапан в клона на по-нисконапорната помпа.

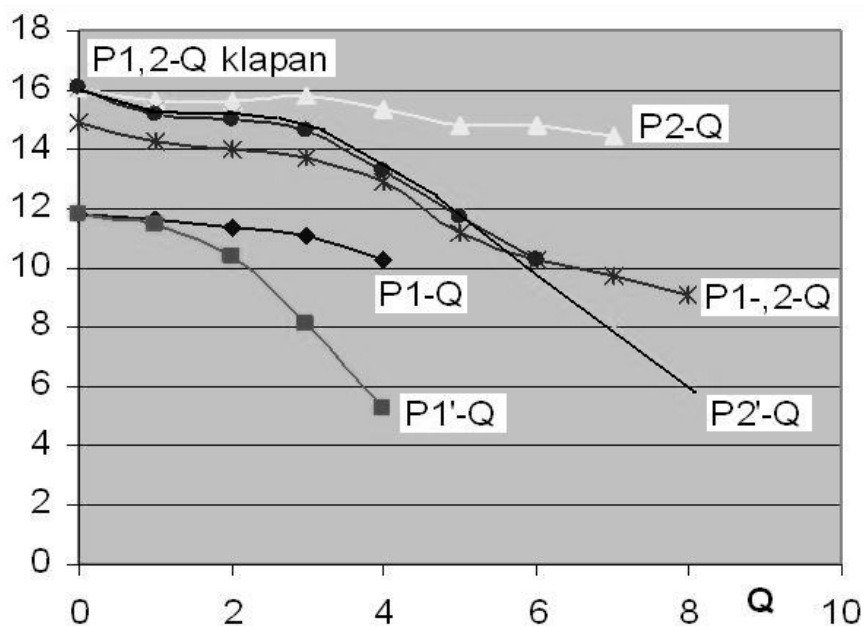


а/



б/

Фиг.4. Експериментален стенд



Фиг.5. Експериментални резултати

4. ИЗВОДИ:

Анализ на получените резултати

1. Характеристиката, отразяваща паралелната работа на двете помпи, отговаря на теоретичните разсъждения.

2. При реализиране на паралелна работа, тъй като в клон няма невъзвратен клапан, се вижда, че при дебит по-голям от 5 м³/ч съвместната характеристика минава под тази на по-голямата помпа, поради наличие на „отрицателен“ дебит през по-нисконапорната помпа.

3. Наличието на обратен „отрицателен“ дебит може да бъде проследено по посоката на въртене на разходомера, монтиран на паралелния клон.

4. При нулев дебит на работа на двете помпи и липса на невъзвратен клапан, целият дебит на високонапорната помпа минава през по-нисконапорната помпа. Това може да бъде проследено на стенда, като се изключи двигателя на по-нисконапорната помпа. Експериментът показва, че след спирането на електродвигателя и той започва да се върти в обратна посока, при което помпата се превръща във водна турбина.

ЛИТЕРАТУРА :

- Геров В. – Помпи, компресори и вентилатори, София, ДИ “Техника”, 1969.
- Златарев П.Н., Иванов И.В., Джонов БС., Иванов И.Т. Справочник по помпи, София, “Техника”, 1988.
- Хараланов Х., Петров Н. Корабни системи. Ръководство за курсово проектиране, Варна, ВМЕИ-Варна, 1987.
- Yordanov V.A., Petrov N.I. Some peculiarities for determination the applicability of pumps used in ship's bilge pumping systems.-Seventh International Conference of Marine Science and Technology Black Sea 2004 Proceedings, Varna, Bulgaria, October 7-9, 2004, Volume I, p.239-243, ISBN 954-90919-6-1.

За контакти:

**Технически университет - Варна,
Корабостроителен факултет**
доц., д-р Никола ПЕТРОВ, e-mail:
n_petrov@abv.bg; тел: 052/ 383 428
доц., д-р Иван ИВАНОВ, E-mail:
ivanivanov@tu-varna.bg ; тел: 052/
383 500
д-р. Владимир ЙОРДАНОВ, E-mail:
v_jord@yahoo.com; тел: 052/ 383 521
маг.- инж. Светослав Караиванов