

**ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПОКАЗАТЕЛИТЕ ЗА МАСА НА КОРАБНОТО ПОМПЕНО
ОБОРУДВАНЕ ЗА МАШИННО ОТДЕЛЕНИЕ**

Владимир Йорданов, Никола Петров

Abstract: The mass of pumping equipment in engine room, exerts significant influence on major technical and economic indicators of the ship's energetic plant and the ship itself. The initial stage design of engine room is connected with selection of different pumping equipment. The weight and position of the pump's equipment, directly influences the total mass and the center of engine room mass. In this regard, approximating dependencies for determination of the mass indexes of the pumping equipment are developed in the report.

Key words: pumping equipment, engine room, approximating dependencies, , mass indexes.

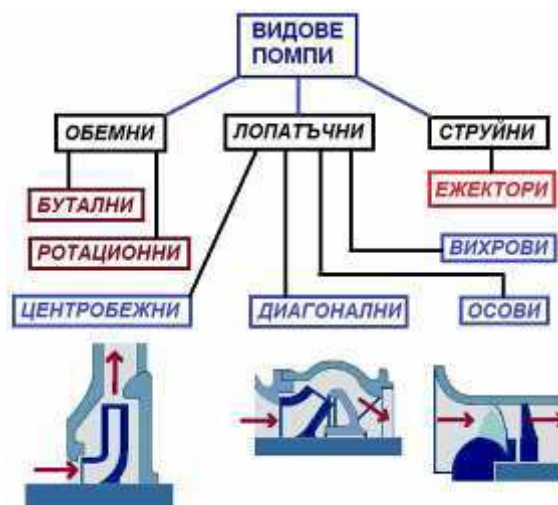
1. Въведение

Масата на помпеното оборудване в машинното отделение (МО) на кораба оказва значително влияние върху основните технико-икономически показатели на корабната енергетична уредба и на кораба, като превозоспособност, далечина на плаване и др. Етапът на началното проектиране е свързан с подбор на различни елементи от помпеното оборудване на МО и определянето на тяхната маса. Масата и разположението на помпеното оборудване на МО пряко влияят върху общата маса и центъра на маса на МО, които се определят съгласно разделите на корабостроителния класификатор 03-011-058. Масата на помпеното оборудване влиза в състава на конструктивните групи на два основни раздела на корабостроителния класификатор: раздел 4 – Механизми и системи за КЕУ и раздел 5 – Корабни системи.

Целта на настоящата работа е да се определят показателите за маса на различно помпено оборудване в МО в зависимост от производителността на помпите. На етапа на началното проектиране на МО при различни варианти на подбор и комплектация на помпеното оборудване в МО, показателите за маса на помпеното оборудване позволяват да се даде технико-икономическа оценка на различните варианти помпено оборудване. Освен това цената на оборудването е непосредствено свързана с неговата маса.

2. Основни видове помпено оборудване използвано в машинното отделение на кораба

Според принципа на действие помпите се подразделят на следните основни видове [1,2,3] съгласно фиг.1 и фиг.2.



Фиг. 1. Видове помпи

Центробежните помпи са едни от най-масово използваните в оборудването на машинното отделение на кораба и въобще в техниката. Предимствата на центробежните помпи са:

- многократно (около 10 пъти) по-малки маса и габарити в сравнение с буталните помпи при сравними характеристики;
- проста конструкция и голям моторесурс;
- възможност за висока производителност и различни налягания.

Недостатъци на тези помпи : те са несамозасмукващи, по-нисконапорни от буталните и силно диспергират транспортирания флуид.



Фиг. 2. Видове обемни помпи

Обемните помпи се използват главно при осушаване на отсеци, като техните предимства са:

- ❖ добра самозсмукаща способност;
- ❖ високи налягания;
- ❖ простота в обслужването;
- ❖ пожаробезопасност.

Недостатъци на тези помпи са големи маса и габарити, особено за буталните, при сравними характеристики с лопатъчните помпи.

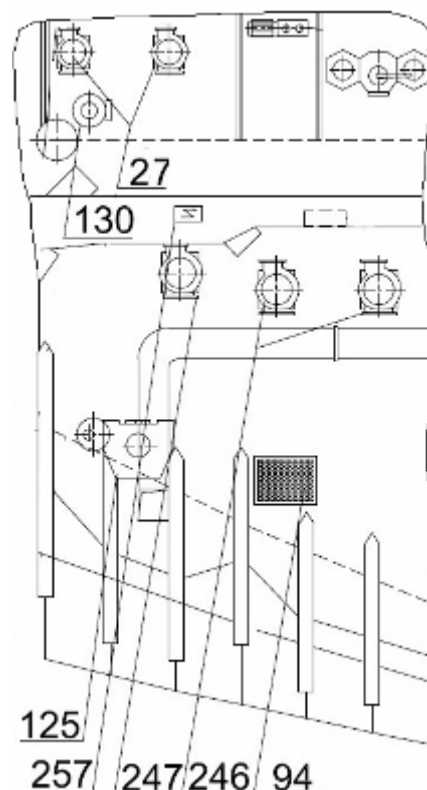
Обемните помпи в зависимост от принципа си на работа се делят на две групи (фиг.2) : бутални и ротационни.

Буталните помпи се прилагат главно за транспортиране на :

- задбордна вода – осушителни;
- за нефтопродукти – парни, бутални, зачистващи помпи при танкерите ;
- за питателна вода – при парните котли и др.

Ротационните помпи, зъбни и винтови херметични се прилагат в системите транспортиращи чисти от механични частици и притежаващи мазилни качества течности – хидрозадвижване на арматура и механизми. Буталните, винтовите нехерметични и едновинтовите помпи се прилагат и за слабо замърсени с механични частици течности, включително и задбордна вода или суров нефт. Пластинковите помпи с подвижни пластини се прилагат главно в качеството им на високомоментни хидромотори, задвижващи палубни механизми. Пластинковите помпи с неподвижни пластини се прилагат главно в качеството им на воднопръстенни вакуум-помпи, служещи за заливката на смукателните тръбопроводи на центробежните помпи.

В машинното отделение (фиг.3) на 43000 tdw кораб за насипни товари (на нивото на долна платформа) се използват основно центробежни помпи и по-малко - обемни помпи. Центробежните помпи на долна платформа в МО - на фиг.3, са със следните номера на позициите: 27 - 2 броя помпа охлаждаща за прясна вода към цилиндриите на ГД, 246 – 2 броя помпа охлаждаща прясна вода от нискотемпературния контур, ходови режим и 247 - 1 брой помпа охлаждаща прясна вода, от нискотемпературния контур, пристанищен режим.

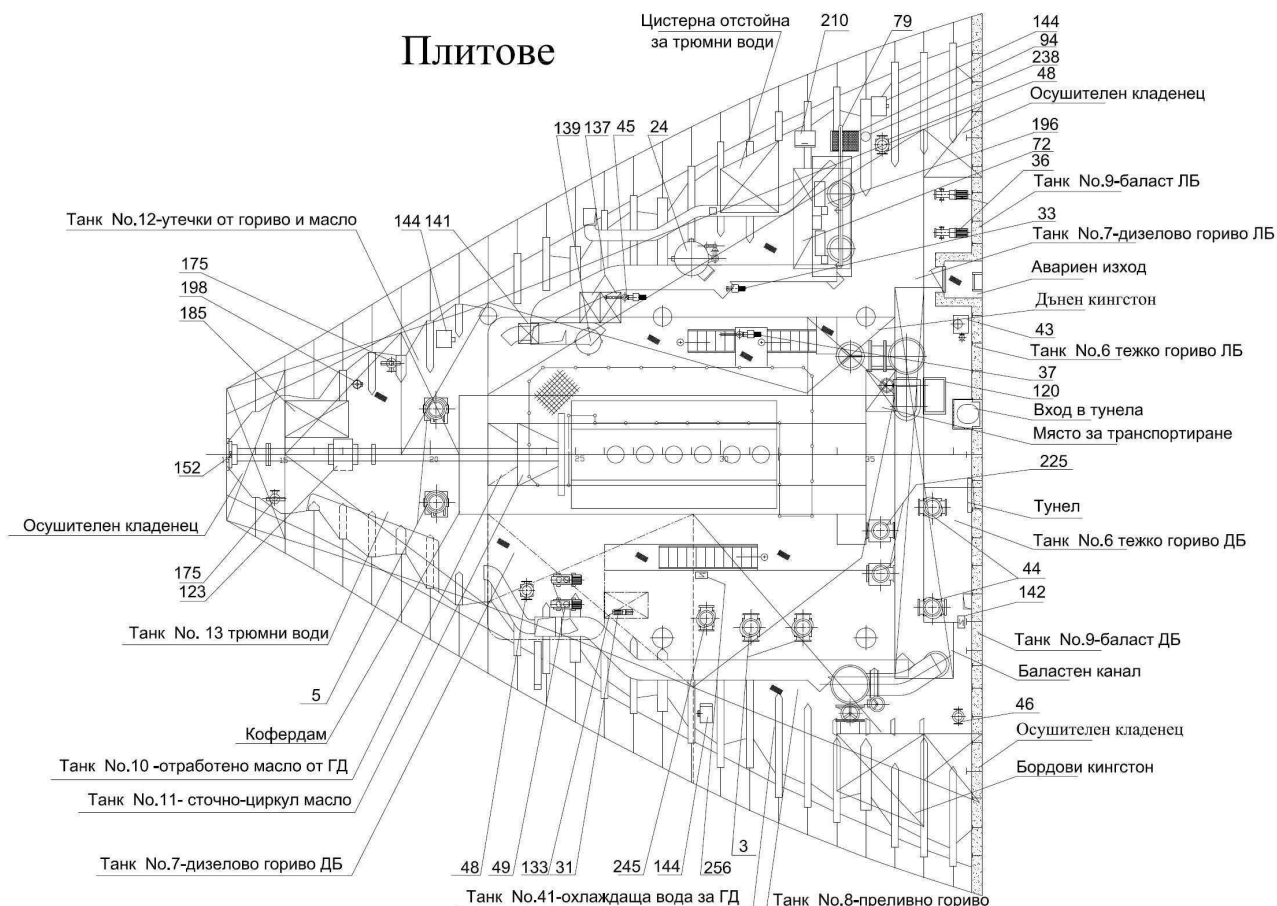


Фиг. 3. Разположение на помпено оборудване на долна платформа в МО

В машинното отделение на нивото на плитовите (фиг.4) на 43000 tdw кораб центробежни помпи са помпите около баластния канал и помпите от охлаждащата система на главния двигател: 3 - помпа охлаждаща за морска вода, ходови режим, 44 - помпа баластно-осушителна, 225 - помпа осушителна, 46 - помпа морска вода за изпарителната уредба, 48 - помпа противопожарна, а позиция 43 е помпа осушителна бутална.

3. Зависимости за определяне на показателите за маса на центробежни помпи използвани в МО

За определяне на показателите за маса на помпите използвани в МО използваме данните за съответните помпи и чрез средствата на EXCEL и MATCAD разработваме съответните апроксимиращи зависимости. За тази цел прилагаме полиномиална апроксимация по метода на най-малките квадрати [4]. Полиномите имат предимство да се пресмятат непосредствено по правилото на Хорнер и освен това винаги може да се прекара единствен полином от степен $\leq n$ през всички $n+1$ зададени точки с различни абсциси.



Фиг. 4. Разположение на помпено оборудване на плитовете в МО

3.1. Определяне на показателите за маса на центробежни помпи VIPOM тип "KVS"

Корабните центробежни вертикални помпи VIPOM тип "KV" и самозасмукващи тип "KVS" с електрозадвижване са показани на фиг.5. Те са предназначени за транспортиране на прясна вода, морска вода или други течности, с близки до водата вискозитет. Помпите от типа KV са предназначени за работа в корабните системи като:

- циркуляционни
- охлаждащи
- противопожарни и др.

Помпите от тип "KVS" са предназначени за работа в корабните системи като:

- осушителни
- баластни
- охлаждащи
- противопожарни и др.

Помпите са едностъпални центробежни двуделни вертикални с едностранно втичане на течността в

работното колело. Посоката на въртене на работното колело е обратна на часовниковата стрелка гледано от страната на задвижването.



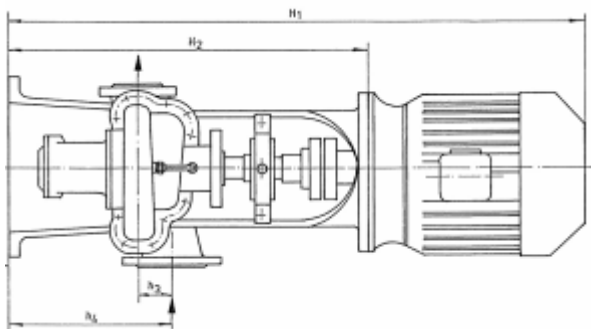
Фиг. 5. Центробежни вертикални помпи тип "KV" и "KVS"

Масогобаритните характеристики на помпите от тип "KVS" са представени в таблица 1, а основните им размери са са показани на фиг.6 [5]. Означението на помпите – например 110KVS30, включва следните символи:

110 - номинален дебит в л/сек, KVS - корабна вертикална самозасмукваща помпа, 30 - номинален напор на едно стъпало в м воден стълб.

Помпа тип Pump type	Q l/s	Ел. двигател El. motor		Размери Dimension (mm)						Маса Weight kg
		Тип Габарит Type	P kW	H ₁	H ₂	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	
11KVS30	11,1	132S-2M	7,5	1041	676	110	110	61	254	155
17KVS30	17,5	160M-2M	15	1173	688	118	100	72	372	200
28KVS30	27,8	160M-2M	15	1258	773	120	120	97	407	313
45KVS30	44,5	180S-2M	22	1385	820	145	145	112	437	412
70KVS30	69,5	200M-4M	45	1707	1014	229	163	148	506	769
110KVS30	111	225M-4M	55	1820	1090	240	240	194	575	958

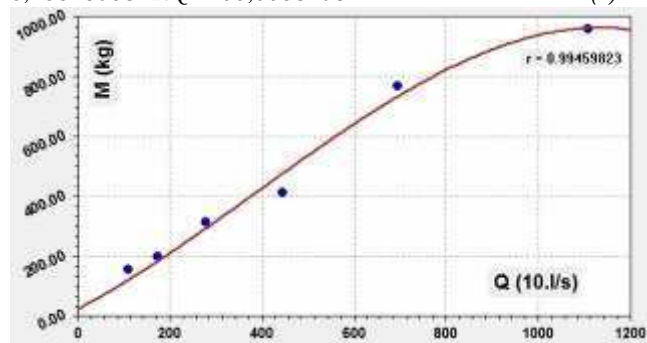
Табл. 1. Масогабаритни характеристики на помпи VIPOM тип "KVS"



Фиг. 6. Общ вид и размери на центробежни помпи тип "KVS"

За определяне показателите за маса M на помпи тип "KVS" се използват данните от табл.1 и апроксимиращ полином (1) от 3-та степен в зависимост от дебита на помпата, означен с Q в литри за сек. В графичен вид апроксимиращата зависимост (1) между масата M на помпите тип "KVS" и дебита на помпите е представена на фиг.7, а средно-квадратичното отклонение е S=42.296597.

$$M = -1,65763774215 \cdot 10^{-6} \cdot Q^3 + 2,6690584415 \cdot 10^{-3} \cdot Q^2 - 0,1994379312 \cdot Q + 159,5593473 \quad (1)$$



Фиг. 7. Зависимост между масата (M, kg) и дебита (Q, 10.l/s) на центробежни помпи тип "KVS"

3.2. Определяне на показателите за маса на центробежни помпи VIPOM тип "K"

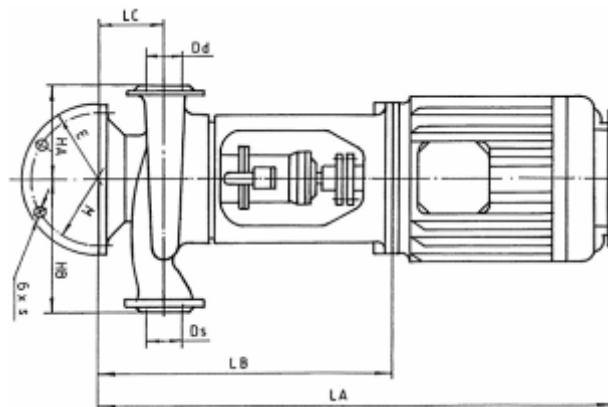
Общият вид на центробежните вертикални корабни помпи VIPOM тип "K" е показан на фиг.8 и фиг.9. Те са едностъпални с едностранно втичане на течността в работното колело. Валът лагерува в два търкалящи лагери разположени в горната част на помпата. Помпите се коплират с електро двигатели чрез еластичен палец съединител.

Помпите VIPOM тип "K" са предназначени за транспортиране на прясна и морска вода или други подобни течности с максимална температура до 85°C и за работа в корабните системи като: циркуляционни, охлаждащи, противопожарни, осушителни, баластни и др.

Масогабаритните характеристики на помпите от тип "K" са представени в таблица 2, а основните им размери са са показани на фиг.9 [5]. Означението на помпите – например K/65-160, включва следните символи: K - едностъпална корабна помпа, 65 - светъл отвор на нагнетателния фланец в мм 160 - приблизителен диаметър на работното колело в мм.



Фиг.8. Общ вид на центробежни корабни помпи VIPOM тип "K"



Фиг.9. Общ вид и размери на центробежни помпи VIPOM тип "K"

Помпа тип Pump type	Q l/s	El. motor P kW	РАЗМЕРИ, mm				Маса kg Apparat Unit
			LA	LB	HA	HB	
K/40-160	8,9	7,5	960	595	195	235	168
K/65-160	27,8	15	1150	630	200	250	220
K/80-160	44,5	22	1290	687	225	280	337
K/125-315	69,5	45	1552	865	355	480	740
K/150-315	111,1	55	1631	905	400	500	850
K/200-400	175	75	2078	1088	450	650	994

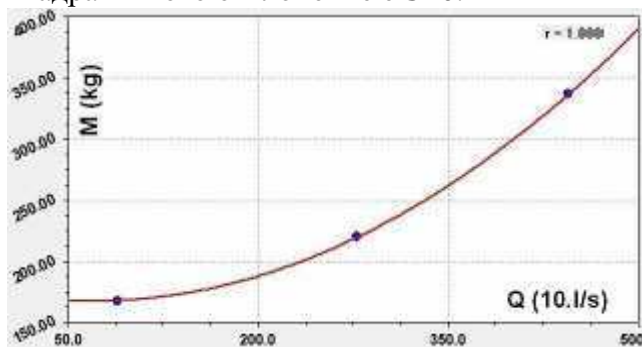
Табл. 2. Масогобаритни характеристики на корабни помпи VIPOM тип "К"

За определяне показателите за маса М на корабни помпи тип "К" се използват данните от табл.2 и апроксимиращи полиноми (2) и (3) от 2-ра степен във функция от дебита на помпите, означен с Q в литри за сек. За помпи тип "К" в диапазон на дебита от 8,9 до 44,5 l/s е валиден апроксимиращият полиноми (2), а за диапазон на дебита от 69,5 до 175 l/s е валиден апроксимиращият полиноми (3).

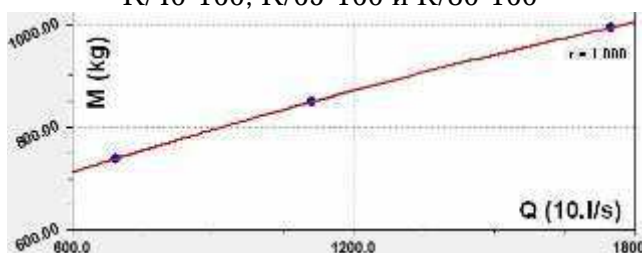
$$M = 1.19513069456 \cdot 10^{-3} \cdot Q^2 - 0.16348068977 \cdot Q + 173.08315116 \quad (2)$$

$$M = -3.70340893337 \cdot 10^{-5} \cdot Q^2 + 0.33130664226 \cdot Q + 527.63027463 \quad (3)$$

В графичен вид апроксимиращите зависимости (2) и (3) между масата М на помпите тип "К" и дебита на помпите Q са представени на фиг.10 и фиг.11, а средно-квадратичното отклонение е S=0.



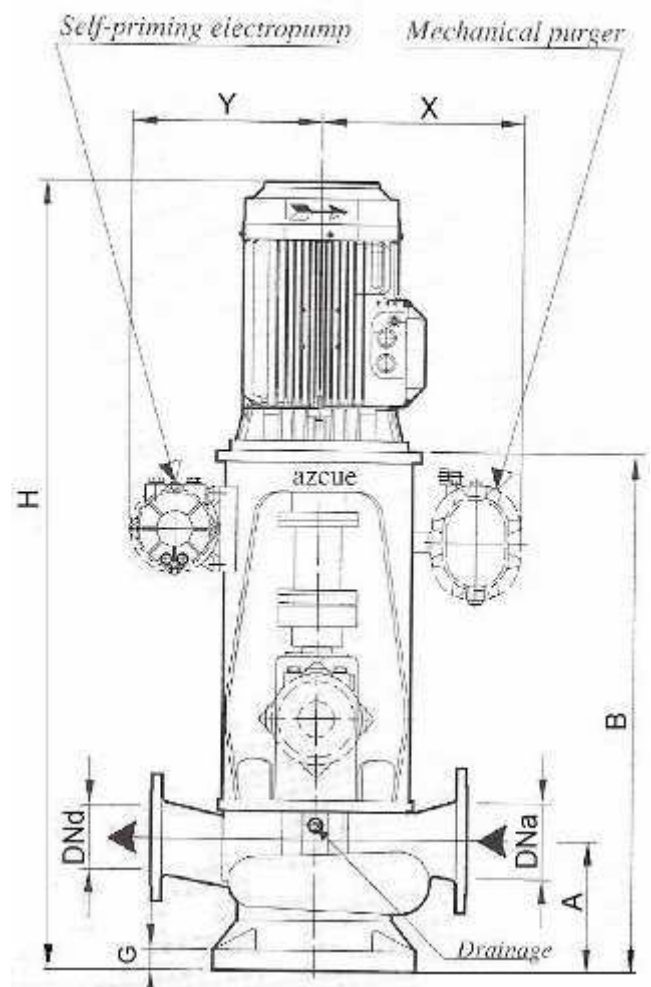
Фиг. 10. Зависимост (2) между масата (M, kg) и дебита (Q, 10.l/s) на помпи тип K/40-160, K/65-160 и K/80-160



Фиг. 11. Зависимост (3) между масата (M, kg) и дебита (Q, 10.l/s) на помпи тип K/125-315, K/150-315 и K/200-400

3.3. Определяне на показателите за маса на центробежни помпи AZQUE тип "СМ"

Центробежните помпи AZQUE тип "СМ" се използват в корабните системи (осушителни, баластни, противопожарни и др.) и в системите за охлаждане с морска и прясна вода на главните и спомагателните двигатели, на редуктори и др. а техния общ вид е показан на фиг. 12 .



Фиг. 12. Общ вид и размери на центробежни помпи AZQUE тип "СМ"

Масогобаритните характеристики на помпите от тип "СМ" са представени в таблица 3, а основните им размери са показани на фиг.12 [6].

Означението на помпите – например СМ 125/33 представлява: 125 – условен диаметър на изхода на помпата в mm, 33 – приблизителен диаметър на работното колело в cm.

CM TYPE	DNa	DNd	A	B	D	F	G	X	Y	H	Kg
50/33	65	50	185	990	400	315	40	425	500	1320 1680	195
125/33	150	125	280	1230	520	405	40	425	500	1780 2330	310
150/33	200	150	292	1225	520	405	40	425	500	1805 2000	380
200/33	250	200	249	1275	520	405	40	425	500	1945 2275	390
250/33	300	250	290	1350	520	405	40	450	525	2115 2350	475

Табл. 3. Масогабаритни характеристики на корабни помпи AZQUE тип "CM"

Определянето на показателя за маса (M) на помпите AZQUE тип "CM" е извършено на основата на данните за масогабаритните характеристики на помпите от таблица 3 и чрез апроксимиращия полином (4) от 3-та степен:

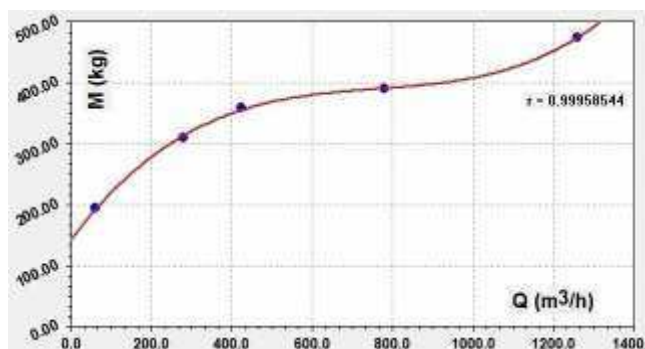
$$M = 4,79017193376 \cdot 10^{-7} \cdot Q^3 - 1,090122608 \cdot 10^{-3} \cdot Q^2 + 0,875783030147 \cdot Q + 143,8422108 \quad (4)$$

, където :

M - маса на помпата в kg

Q - дебит на помпата, в m³/h.

В графичен вид апроксимиращата зависимост (4) между масата и дебита на корабните помпи AZQUE тип "CM" е представена на фиг.13, като средно-квадратичното отклонение е S=5,9612628.



Фиг. 13. Зависимост между масата (M) на помпи AZQUE тип CM и дебита на помпите (Q)

4. Изводи и заключение

Разработените в доклада зависимости позволяват да се определят показателите за маса на различни помпи от машинното отделение. Това способства за определянето на масата и центъра на масата на кораба на етапа на началното проектиране на МО и позволява да се даде технико-икономическа оценка за различните варианти на комплекцията на оборудването в машинното отделение на кораба.

Литература:

- [1] Н.И.Петров Системи на морските съоръжения (Ръководство за лабораторни упражнения) , ТУ - Варна, 2007.
- [2] М.Щерев, Корабни силови уредби и техническа експлоатация на кораба, ТУ - Варна, 2009.
- [3] Справочник по помпи. (П.Златарев, И.Върбанов и др.). София, Техника, 1988.
- [4] Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. Москва, Высшая школа, 1988.
- [5] Shipping Pumps (pumps type K, KV, KVS), VIPOM JSC, VIDIN, 2008.
- [6] CM - VM Pumps Series, AZQUE Pumps USA Inc, 2006.

За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска” №1
Технически университет - Варна

ас., д-р инж. Владимир Йорданов,
e-mail: vyordanov@tu-varna.bg

доц., д-р, инж. Никола Петров
e-mail: n_petrov@abv.bg