

РЕЗЮМЕТА

на трудове на гл. ас. д-р инж. Анастас Тодоров Янгъзов
представени за участие в конкурс за „доцент” в професионално направление 5.5. Транспорт,
корабоплаване и авиация, публикуван в Държавен вестник, брой 37, 29.04.2014г.

За участие в конкурса са предложени **24 научни труда и 2 учебни пособия**, разпределени както следва:

I.	Статии в <i>международни научни списания в чужбина</i>	2 бр.;
II.	Статии в <i>научни списания и годишници в България</i>	13 бр.;
III.	Доклади в <i>международни конференции в чужбина</i>	1 бр.;
IV.	Доклади в <i>международни конгреси и конференции в България</i>	8 бр.;
V.	Учебници и учебни пособия	2 бр.

Трудовете, представени за участие в конкурса, са разделени в две групи.

Първата група (А), общо 14 публикации са обединени като равностойни на монографичен труд на тема „МОДЕЛИРАНЕ НА ПРОТОЧНАТА ЧАСТ НА ТУРБОМАШИНИ С ПОМОЩТА НА ИЗЧИСЛИТЕЛНАТА МЕХАНИКА НА ФЛУИДИТЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА ПРЕОБРАЗУВАНЕ НА ЕНЕРГИЯТА”:

- Статии в *международни научни списания в чужбина* 2 бр.;
- Статии в *научни списания и годишници в България* 7 бр.;
- Доклади в *международни конгреси и конференции в България* 5 бр.

Тематично трудовете от група А са систематизирани в следните области:

1. Ефективност на преобразуване на енергията в проточната част на топлинни турбомашини в корабните енергетични уредби, (5 публикации);
2. Ефективност на преобразуване на енергията в проточната част на топлинни турбомашини в стационарната енергетика, (5 публикации);
3. Изследване на корабни хидравлични машини, работещи в състава на корабните енергетични уредби и моделиране на елементи от топлинните схеми, (4 публикации);

Втората група (Б и В) включва 10 публикации и 2 учебни пособия, разпределени както следва:

- Статии в *научни списания и годишници в България* 6 бр. ;
- Доклади в *международни конференции в чужбина* 1 бр.;
- Доклади в *международни конгреси и конференции в България* 3 бр. ;
- Учебници и учебни пособия 2 бр.

Тематично трудовете от група Б са систематизирани в следните области :

1. Разработване на симулационни физико-матеметически модели на елементи и конструкции с приложение в енергетиката, (5 публикации).
2. Разработване на симулационни физико-матеметически модели на елементи и конструкции с приложение в корабостроенето, (5 публикации).

А. Публикации, равностойни на монографичен труд-14броя

- Статии в международни научни списания в чужбина-2броя-[A8], [A9];
- Статии в научни списания и годишници в България-7броя-[A2], [A5], [A6], [A7], [A10], [A11], [A12];
- Доклади в международни конгреси и конференции в България-5броя-[A1], [A3], [A4], [A13], [A14].

[A1] Янгъзов А., Лазаровски Н. Влияние на формата на входящия ръб на работното колело върху работните характеристики на центробежен компресор. Сборник доклади на XX научно-техническа конференция „Транспорт, екология-устойчиво развитие ЕКО-Варна“, ISBN-954-20-00030, 2014 (под печат).

В статията са описани резултати получени с помощта на модула CFX, който е част от програмния комплекс ANSYS Workbench. Чрез него се определят параметрите на триизмерен турбулентен свиваем газ, който се движи в междуплатъчните канали на работното колело на центробежен компресор с междини лопатки и работни лопатки които са извити назад. В средата на DesignModeler допълнително се моделират две модификации на работното колело: със сърповиден входящ ръб и със саблевиден входящ ръб. След формиране на геометричната форма се извършва замреждане на флуидните области. След задаване на граничните условия и избор на турбулентен модел и числена схема за пресмятане се извършва пресмятане в средата на CFX-Solver. Обработката на резултатите се извършва в CFX-Post. При обработката на получените данни се извършва осредняване по разхода и се пресмятат налягане и температура на входа и на изхода на работното колело, след което се изчислява коефициента на полезно действие. След промяна на граничните условия на разработения модел се получават множество от точки, чрез които се построяват характеристиките $\eta_{it}=f(G)$ и $\pi_k=f(G)$. Последните две криви са падащи, което е типично за компресорите от този тип. Разработените два варианта, със сърповиден ръб и със саблевиден ръб са сравнени с базовия вариант, който се среща в съвременните турбокомпресорни агрегати на дизеловите двигатели. При извършеният анализ се установи, че конструкцията на работно колело със сърповидна форма на входящия ръб е по-ефективна от вариантите със изправени радиални и саблевидни входни ръбове. Колкото по-голям е разхода на въздух през компресора, толкова по-висок е изоентропийния КПД по пълни параметри за вариант В в сравнение с вариантите А и С.

[A2] Янгъзов А. Числено моделиране на работата на центростремителна турбина. Известия на Съюза на учените-Варна, серия “Технически науки” 2013, ISSN 1310-5833, с.34-38.

В статията се описват основните етапи при построяването на числен модел на центростремителна турбина, която работи в турбокомпресорни агрегати ТКР-11 на корабни дизелгенератори. Построяването на геометричния модел на газовата турбина се извършва в модула DesignModeler. Неструктурираната мрежа на направляващия апарат се състои от 43894 възела и 147087 елемента и се генерира в модула ANSYS Workbench: Mesh. Формирането на турбинното стъпало се извършва в CFX-Pre. В същия модул се задават и граничните условия според описанието на агрегата в специализираната литература. Пресмятането е реализирано в модула CFX-Solver. Числената схема на пресмятане е High Resolution. В модула CFX-Post се визуализира движението на газа в междупатъчните канали, първо в дюзовия апарат, а след това и в работните междупатъчни канали.

В съвременния софтуерен продукт е възможно да се локализируют зоните в които се зараждат загуби и да се предприемат мерки за намаляването им. Установи се, че в комплекса ANSYS Workbench има възможности за проверка на качеството на пресмятането, като например удовлетворяване на уравнението на непрекъснатостта, проверка за неизменност на дадена величина в хода на пресмятане. Проверката на u^+ позволява да се оцени дали е качествена генерираната мрежа при условията на обтичане на лопатъчните профили. В модула CFX-Post се дефинират равнини в сечения от особен интерес за потребителя и в тях се определят контурите на изменение на налягането, трите компоненти на скоростта, на турбулентните характеристики и на температурата. В разработения модел се визуализира утечката на газ през радиалната хлабина в триизмерна постановка. Тази утечка си взаимодейства с вторичния вихър в периферията на работните лопатки. С този компютърен модел се създава възможност да се изпитва газовата турбина при различни режими на работа и да се оцени ефективността на преобразуване на енергията в междупатъчните канали.

[А3] Янгъзов А. Определяне на характеристики на центроостремителна турбина с помощта на изчислителната механика на флуидите. 22nd International Scientific and Technical Conference on Transport, Road-building, Agricultural, Hosting and Hauling and Military Technics and Technologies trans&MOTAUTO, Vol.2, Scientific-technical union of mechanical engineering, ISSN 1310-3946, 2014, p.47-50.

В статията са разгледани три модификации на работното колело на центроостремителна турбина: с извити напред и с извити назад лопатки при запазване на изходящия ръб изправен. При вариант А лопатката е изправена и ъгълът на извиване в окръжно направление на входа на работното колело е 0град, при вариант В ъгълът на извиване е -10град, а при вариант С е +10град. Характеристиките на трите турбинни стъпала се изчисляват с помощта на инструментите на ANSYS за планиране на числените експерименти Design Exploration. Максималният кпд се реализира от турбинното стъпало с изправени лопатки-Вариант А-79.9%.

Извършени са пресмятания за построяване на характеристиките и определяне на периферните кпд на трите центроостремителни турбинни стъпала без промяна на параметрите на газа на входа и на изхода; след това пресмятания и анализ на работата на турбинно стъпало вариант А при промяна на параметрите на газа на входа на дюзовия апарат. Определен е периферния кпд за трите турбинни стъпала η_{Tu} и изменението му при различните работни режими. Генерирането на данните за получаване на скоростната характеристика u/c_f е автоматизирано с помощта на наличните инструменти в софтуерния пакет ANSYS. Извиването на работните лопатки в окръжно направление е ефективно ако се наблюдава повишена интензивност на вторичните течения при корена или при периферията. След като се направи анализ и сравнение на триизмерния поток, отдаващ енергията си в трите работни колела се изчислиха параметрите за варианта с изправени лопатки при който периферния кпд е най-висок. Това се извършва при промяна на честотата на въртене както и при промяна на входните параметри на газа. Разработена е методика за изчисляване на работни характеристики на турбинни стъпала със съвременен софтуерен продукт ANSYS и са демонстрирани възможностите и. Методиката може да се приложи за турбинни стъпала от различен типоред и за различни фирми производители на турбокомпресорни агрегати. В средата на ANSYS е възможно да се провеждат числени аеродинамични експерименти при параметри на газа, които са близки до граничните натоварвания на работа на турбомашината без да има опасност от разрушаването и.

[A4] Янгъзов А. Анализ на ефективността на центростремителна турбина с триизмерни работни лопатки. 22nd International Scientific and Technical Conference on Transport, Road-building, Agricultural, Hosting and Hauling and Military Technics and Technologies trans&MOTAUTO, Vol.2, Scientific-technical union of mechanical engineering, ISSN 1310-3946, 2014, p.51-54.

Целта на настоящото изследване е да се фокусира внимание върху центростремителната турбина от турбокомпресорния агрегат ТКР-11 и да се определят някои характеристики с помощта на софтуерния пакет ANSYS. Мотивацията за създаването на триизмерния компютърен модел на центростремителната турбина е да се даде възможност на потребителя (корабен механик или студент) да добие представа за движението на газовия поток. Моделът позволява да се разгледа токовата картина в проточната част на турбомашината при различните режими на работа без да се провеждат скъпи експерименти. Снемането на характеристиките на турбината е полезно, за да се определи кога ефективността на работа на турбокомпресорния агрегат е най-висока. Освен това този модел може да се използва за оценка на работата на центробежния компресор и да се определи при какви режими на работа възниква опасност от помпаж. В модула CFX-Pre се задават първата група гранични условия: налягане по пълни параметри на входа $P_T^* = \text{var}$, температура по пълни параметри на входа $T_T^* = \text{var}$ и честотата на въртене $n = \text{var}$. Във втората група налягането и температурата на входа на дюзовия апарат са по-високи и се залагат в разработения модел в CFX-Pre от описания режим на работа от Левнберг. Получени са характеристиките: $\pi_T - G$ при постоянни обороти; $\pi_T - G$ при постоянна температура на газа на входа, $\eta_{tt} - \pi_T$ при постоянна температура на газа на входа както и характеристиката $\eta_{tt} - u/c_\Phi$. Физическото получаване на тези криви е свързано с провеждане на скъпи експерименти и ангажиране на висококвалифициран персонал. С помощта на разработения модел се провеждат числени експерименти се изчислява максималния кпд, който може да се реализира от проточната част на радиалната турбина. От получената крива при степен на разширение $\pi_T = 1.785$ и при скоростна характеристика $u/c_\Phi = 0.72$ се реализира изоентропиен кпд по пълни параметри 88.7%. Това е максималната изчислена стойност в този доклад. Честотата на въртене е 75000 min^{-1} .

Характерът на изменение на величините в получените характеристики качествено и количествено съвпада с описаните такива в специализираната литература.

[A5] Янгъзов А., Лазаровски Н. Разработване на уредба за визуализация на вторичните течения в турбинна решетка. Списание “Топлотехника“-7, ISSN 1314-2250, 2015 (изпратена и одобрена за печат).

В настоящия доклад се описва уредба за визуализация на вторичните течения в изправена решетка с турбинни лопатки от активен тип. Течението в турбомашините има ясно изразена пространствена структура. Пространствените явления имат общ и местен характер. Крайните загуби са свързани с местни вихри и вторични течения, които възникват най-вече в крайните зони на лопатката. Преди да се пристъпи към изработване на уредбата се извършва пресмятане в програмния комплекс ANSYS Workbench. Целта на настоящата работа е да се представи една от компонентите на краевите загуби. С помощта на изработената уредба може да визуализират вихрите, които се развиват в корена и в периферията на решетката. За да се получи експериментално прецизна картина, описваща развитието на вихрите в междуплъватъчните канали се използват лазерни анемометри, които са много скъпи. Затова решетката е моделирана в ANSYS CFX, за да се получи по-ясна представа за развитието на вторичните вихри и количествена оценка за налягането и скоростта.

В настоящия доклад се прилага програмен продукт CFX. Той е част от работната платформа ANSYS Workbench и се използва за моделиране геометричната форма на турбинните лопатки, за създаване на качествена структурирана мрежа, за задаване на гранични условия, турбулентен модел, числена схема и накрая за обработка на получените резултати. За визуализация на вторичните течения се използват капчици вода с диаметър 1-5mm. За разлика от физическия експеримент, чрез компютърната симулация в ANSYS, чрез модула CFX-Post може да се визуализира по-добре въздушният поток в междуплъватъчните канали.

Физическият експеримент показва наличието на вторични течения в пристенния слой при ограничаващата повърхнина на решетката. Компютърната симулация пояснява в детайли какво е разпределението на скоростите и налягането в междуплъватъчния канал. Сравнението на физически и числен експеримент показва, че получените резултати съвпадат качествено с резултатите, описани в специализираната литература за теория на топлинните турбомашини.

[А6] Янгъзов А. Числено моделиране на паротурбинно стъпало с лабиринтни уплътнения. Известия на Съюза на учените-Варна, серия “Технически науки” 2013, ISSN 1310-5833, с.39-46.

В настоящия доклад се разглеждат турбинни стъпала с относително къси лопатки. Моделират се три турбинни стъпала от турбина високо налягане на агрегата К-210-130ЛМЗ. Проточната част е от активен тип (степен на реактивност 18%). Работното тяло е прегрята пара. Налягането и температура по пълни параметри на входа на четвърто турбинно стъпало са 7.5МПа и 467°С, статичното налягане на изхода на шесто турбинно стъпало е 5.4МПа. Четвърто турбинно стъпало е обект на разглеждане и в други статии от автора, но по-интересна е задачата какво се наблюдава в проточната част когато в модела се включат лабиринтните и диафрагмени уплътнения. Дюзовите апарати са т.нар. саблевидно-сърповидни SBSP5, а работните лопатки са цилиндрични.

В доклада са разгледани паротурбинни стъпала с различни конструкции дюзови апарати, лабиринтни и диафрагмени уплътнения. По отношение на дюзовите лопатки модификацията саблевидно-сърповидни SBSP5 разпределя парния поток по височина, така че да се намали специфичния разход в корена и периферията и да се увеличи при средното сечение, където не се развиват вторични течения.

Диафрагмените уплътнения с наклонени гребени не са удачна конструкция не само поради по-сложната технология за изработване. При вариантите Л2, Л3 и Л4 разходът на пара не е по-нисък от този на базовия вариант Л0 (конструкцията, работеща в момента). Това означава, че варианти Л2, Л3 и Л4 не са перспективни уплътнения и няма смисъл да се изработват и изпитват.

От лабиринтните уплътнения най-перспективен вариант се явява конструкцията тип “корона“. При нея се реализира най-малък разход на пара, което прави конфигурация номер Б9 със седем неподвижни и четири въртящи се гребена най-ефективна от разглежданите в доклада. От анализа на резултатите, получени с разработения модел се установи, че отчитането на утечките през осовата хлабина при корена не води до толкова оптимистични резултати. Потребителят, моделирайки само проточната част без хлабините, не отчита явленията, протичащи при инжектирането на потока пара през хлабините. При отчитането на загубите само в периферията вътрешния КПД е 81.3%, докато при отчитането и в корена и в периферията вътрешния КПД е 80.6%. Това означава че пресмятанията с опростени модели ни отдалечават от реалната газодинамична картина за базовия вариант турбинно стъпало, работещо в момента в топлоелектрическите централи.

[A7] Янгъзов А., Лазаровски Н. Приложение на генетичен алгоритъм за решаването на оптимизационна задача при проектиране на високоефективна дюзова лопатка от турбинно стъпало. Списание "Топлотехника"-7, ISSN 1314-2250, 2015 (изпратена и одобрена за печат).

В настоящото изследване се разглежда генетичен алгоритъм и приложението му при оптимизацията на дюзова лопатка от турбинно стъпало. В статията се описва процесът на търсене на геометричната форма на дюзова лопатка, чиято форма се контролира от два параметъра. Целевата функция е изоентропийния коефициент на полезно действие по пълни параметри. Числените експерименти се реализират в средата на ANSYS CFX, а изчисленията с генетичния алгоритъм са извършени чрез програма, създадена от автора.

Генетичният алгоритъм е стохастичен метод за глобално търсене и оптимизация, който симулира поведението на природата, чрез принципа, изведен от Чарлз Дарвин: "в природата оцеляват приспособимите". ГА е създаден през 70-те години на миналия век от Holland, като е доработен от Goldberg.

Описанието на генетичния алгоритъм и програмната реализация, разгледани в настоящата работа, се базира на книгата на Zbigniew Michalewicz. В настоящата работа се разглежда двупараметрична еднокритериална оптимизационна задача за търсене на най-добрата форма на дюзовата лопатка при условията на работа на турбинно стъпало No.4 от турбина високо налягане на паротурбинния агрегат К-210-130ЛМЗ, като се използва ГА. Контролът върху формата на дюзовата лопатка се осъществява, чрез изменението на два параметъра-относителна височина $\bar{H} = h/\ell$ и ъгъл на поставяне на профила в решетката γ . Критерият целева функция е един- η_{tt} , параметрите са два-относителна височина ($\bar{H}$) и ъгъл на поставяне на профила (γ). Профилът на дюзовия апарат, както и геометричната триизмерна форма на работната лопатка не се променят. Базовият вариант турбинно стъпало с цилиндрична дюзова лопатка е използван като стартова конструкция. Направени са следните изводи:

- Лопатката със саблевиден челен ръб е с по-висок КПД в цялата разглеждана област на изменение на геометричните параметри;
- Вследствие прилагането на генетичен алгоритъм, при турбинното стъпало със дюзова лопатка със саблевиден входящ ръб КПД η_{tt} се повишава с 0.74% спрямо базовия вариант;
- Модификацията със сърповиден входящ ръб води до намаляване на КПД на стъпалото.

[A8] Yangyozov A. CFD modeling of impulse turbine stage with 3D nozzles and various seals modifications. Projektbericht ZID 10-302-2, Institut für Energietechnik und Thermodynamik, TU-Wien, 2010.

В статията са представени резултати от изследване, проведено от автора и проф. Reinhard Willinger в Технически университет-Виена. Основните направления които се разглеждат са следните:

- Моделиране на три паротурбинни стъпала;
- Моделиране на дафрагмените уплътнения;
- Моделиране на модификации на уплътненията в периферията на работната лопатка;
- Смяна на граничните условия за пресмятането на групата стъпала и влияние на утечката върху течението в проточната част;
- Моделиране на радиална парна турбина.

Моделирането на повече стъпала от проточната част на парната турбина изисква повече изчислителен ресурс. За целта се използват клъстерните станции на ТУ-Виена. При построяването на геометричните модели на стъпалата се използва техническата документация на турбоагрегата K-210-130ЛМЗ. Скоростните триъгълници и параметрите на парата между венците се определят от едноизмерната теория и се сравняват с описаните в специализираната литература. Направен е обзор на съществуващите конструкции диафрагмени уплътнения. Установи се, че моделирането на диафрагмени клетъчни уплътнения с въртящите се стени на ротора в напълно триизмерна постановка е затруднено. При лабиринтните уплътнения в периферията се разгледа работата на ф.“Siemens“. При промяната на граничните условия се отчете изменението на скоростта в радиално и в окръжно направление. В доклада се разглежда и нестационарна задача. При последната времето за пресмятане е около 48ч. Получена е картината на изменение във времето на полето на налягането и на осовата компонента на относителната скорост. В изследването геометричната форма на работната лопатка не се променя, за да се оцени влиянието на формата на дюзвите лопатки върху групата стъпала. Изчислени са въртящия момент, който действа по оста на въртене. Мощността на едно турбинно стъпало се получи 5.9MW, което съвпада с дадената в специализираната литература.

В доклада се разглежда и радиална парна турбина. Тя се формира от два венеца през които изтича парен поток. Получени са скоростните триъгълници и е направен анализ на схеми, чрез които може радиални турбини да се приложат в практиката.

[A9] Янгъзов А., Лазаровски Н. Влияние геометрической формы соплового аппарата на эффективность трансформации энергии в ступенях паровых турбин. “Решения ANSYS для турбомашиностроения“ сп. ANSYS Advantage Русская редакция, Инженерно-технический журнал, бр.11, 2009 с.29-34.

В статията е описана технологията на моделиране на реален обект-осова турбина от турбина високо налягане с помощта на ANSYS CFX. Направена е верификация при която се сравняват изчислени данни с такива получени от натурен експеримент. Изследва се влиянието на геометричната форма на лопатките върху параметрите на потока в турбинното стъпало. Направен е анализ на течението на парата в междупатъчните канали. Изследвано е взаимодействието между неподвижния и въртящия се венец. Проведено е якостно пресмятане в ANSYS Workbench, при което са изчислени максималните деформации и напрежения в дюзовия и работен апарат. При това е заложено като гранично условие разпределението на налягането, изчислено чрез изчислителната механика на флуидите. Моделирано е изтичането на флуид през хлабините в надбандажното пространство. Направена е компютърна симулация на едно и половина турбинно стъпало, за да се оцени влиянието на утечката в периферията на работната лопатка върху дюзовия апарат след въртящата се флуидна област.

Направени са следните изводи:

- Наблюдава се добро съгласуване между експеримент и числено пресмятане;
- Настройките по подразбиране не винаги позволяват коректно да се пресметнат параметрите на потока в турбинните стъпала;
- Употребата на неструктурирана мрежа е неикономичен подход, а формирането на структурирана мрежа на флуидната област с настройки по подразбиране може да доведе до поява на отрицателни елементи;
- Прилагането на саблевидна форма на входящия ръб на дюзовата лопатка води до повишаване на КПД на турбинното стъпало;

[A10] Лазаровски Н., Янгъзов А. Аеродинамични изследвания на турбинни стъпала със сложна форма на лопатъчните апарати. Годишник на ТУ-Варна, том III, ISSN 1311-896X, 2008, с.119-120.

Главната цел на настоящата работа е да се реализират мерки за повишаване на ефективността на преобразуване на енергията (кпд) в стъпало номер 4 на турбина високо налягане на паротурбинен агрегат К-200-130. Тя се постига с промяна (модификация) само на дюзовия апарат с прилагане на саблевидни или сърповидни лопатки при запазване на геометричната форма на работния апарат.

Солверът на CFX е основан на метода на крайните обеми (Finite Volume Method). При него се определят параметрите на работното тяло: плътност, налягане, температура, енеталпия и трите компоненти на скоростта по координатните оси. Уравненията на съхранение в аеродинамичния модел се получават чрез интегриране по обема. Прилага се определен тип интерфейс, който служи за обмяна на информация между неподвижната и подвижната флуидни области, както и за свързване на области с различен тип мрежи, например структурирана и неструктурирана мрежа. Това е GGI (General Grid Interface) интерфейс. Изборът му зависи от вида на задачата при обтичане на неподвижна или въртяща се турбинна решетка на работния апарат. Системи частни диференциални уравнения описват законите за съхранение на които се подчинява флуидът, изтичайки през неподвижния лопатъчен венец и след това през въртящата се флуидна област на работната решетка.

Реализирани са вариантни аеродинамични пресмятания при търсене на оптимален вариант на турбинно стъпало, като се променя геометрията на дюзовия апарат. Формират се модифицирани спрямо базовия вариант дюзови лопатки със саблевиден входящ ръб. Установи се, че се увеличава статичното налягане в сеченията близо до основата и върха на лопатките, т.е потокът се притиска и насочва от корена и периферията към средното сечение. Физически това означава, че се намалява интензивността на вторичните течения и граничните ефекти и не се дава възможност за развитието и нарастването на подковообразния вихър в работния апарат. Повишеното налягане в корена и периферията на дюзовия апарат оказва влияние върху вторичните течения и организацията на триизмерния поток, което в крайна сметка води до повишаване на кпд на стъпалото. След като се извърши сравнение на получените резултати от вариантите пресмятания се установи, че кпд е с 0.9% по-висок от базовия вариант.

[A11] Янгъзов А. Числено моделиране на работата на струйна помпа. Известия на Съюза на учените-Варна, серия “Технически науки” 2012, ISSN 1310-5833, с.31-35

Целта на настоящия доклад е да се опишат етапите на моделиране на струйна помпа в средата на софтуерния пакет ANSYS. Създаването на виртуален работоспособен модел се извършва в модулите, налични в ANSYS Workbench. Тъй като струйните помпи работят с нисък кпд моделирането им позволява да се направи обстоен анализ на загубите в тях и да се изследва тази хидравлична машина с цел повишаване на ефективността на преобразуване на енергията в тях. Веднъж създаден моделът позволява да се променят граничните условия, т.е да се построяват характеристиките на обекта преди той да е произведен. Освен това чрез софтуерният продукт може да се опише параметрично геометричната форма на струйната помпа. Това дава възможност да се решават оптимизационни задачи. При разработването на модела в този етап се използва струйна помпа-прототип на фирмата TeamTec-Норвегия. Диаметърът на струйника на помпата е 10.4mm.

В настоящия доклад се описват етапите на моделиране на струйна помпа:

- Формиране на геометричната форма на струйната помпа (струйник, смесителна камера, приемна камера, дифузор) и отделяне на флуидната област;
- Формиране на мрежата на флуидната област;
- Дефиниране на работно тяло, задаване на гранични условия;
- Пресмятане;
- Обработка на получените резултати.

След проверка за работоспособност на модела може да се пристъпи към якостно пресмятане. Той е гъвкав и позволява да се променя натоварването по границите. Освен това в един по-късен етап след изработване на струйната помпа може да се сравнят данни от пресмятането с данни от натурен експеримент.

Моделът позволява при смяна на граничните условия да се определи H-Q характеристика и изменение на кпд на помпата. В бъдеще авторът възнамерява да формира по-фина мрежа и да се направи анализ на влиянието на турбулентния модел, да се реши задачата на клъстерна станция или с по-мощен компютър и да се симулира кавитация. Описанието на това явление изисква относително голям изчислителен ресурс. Интересна задача е моделирането и пресмятането характеристиките на потока с работно тяло пара, паро-водна смес или вода с механични частици и разглеждането на някои особени режими на работа на струйната помпа.

[A12] Янгъзов А. Числено моделиране на работата на вихрова помпа. Известия на Съюза на учените-Варна, серия “Технически науки” 2012, ISSN 1310-5833, с.36-40.

Коефициентът на полезно действие на вихровите помпи е нисък 10-40%. В настоящия доклад се описват етапите на моделиране на вихрова помпа:

- Формиране на геометричната форма на статорната част и на работното колело с изправени лопатки на вихровата помпа;
- Отделяне на флуидната област;
- Формиране на мрежите на флуидната област на статорната част и на флуидната част на работното колело;
- Дефиниране на работно тяло, задаване на гранични условия, определяне на интерфейса между въртящата се и неподвижната области;
- Пресмятане на създадения числен модел;
- Обработка и анализ на получените резултати.

Моделът е работоспособен, гъвкав и позволява да се променят граничните условия. Освен това след изработване на вихровата помпа може да се сравнят данни от пресмятането с данни от натурен експеримент.

С помощта на изчислителата механика на флуидите могат да се открият скрити резерви за повишаване ефективността на преобразуване на енергията в проточната част на вихровите помпи. Освен това е възможно да се решат оптимизационни задачи или да се отчете влиянието на увеличението на аксиалната и/или радиалната хлабина с времето, респ. увеличаването на загубите на работно тяло.

Моделът позволява да се промени напречното сечение на статора с такъв с крушовидна или друга нетрадиционна форма и да се отчете влиянието на изменението в конструкцията върху кпд на помпата. Оптимизационните задачи, които може да се решат с този модел, включват промяна на конструкцията на работното колело с наклонени или извити лопатки. Тези конструктивни мерки биха спомогнали за повишаване кпд на вихровата помпа с 1-2%.

С представения модел след промяна на граничните условия може да се снимат Н-Q характеристики и проследяване изменението на кпд, да се направи по-фина мрежа и да се реши задачата на клъстерна станция или с по-мощен компютър, да се отчете влиянието на турбулентния модел както и да се симулира кавитация с двуфазен поток.

[A13] Янгъзов А. Нетрадиционни схеми на корабни енергетични уредби с радиални турбомашини тип Юнгстрьом. Трети международен научен конгрес, ТУ-Варна, 04-06 october 2012, Varna, Bulgaria, Volume 5, ISBN 978-954-20-0554-4, с.187-192.

В настоящата работа се описват предимствата и недостатъците на радиална турбомашина тип Юнгстрьом, като първи вариант-центробежна и втори-центростремителна. В доклада се разглеждат нетрадиционни топлинни схеми за задвижване на кораб. Използвайки подхода на д-р Бюхи, в този доклад авторът прави анализ на топлинни двигатели и елементи, прилагани в корабните енергетични уредби в миналото и прави опит да ги свърже в няколко нетрадиционни схеми за задвижване на кораби. Възможна следващата стъпка в развитието на корабните енергетични уредби, е прилагането на газови и парни турбини-т.нар. комбинирани паро-газотурбинни уредби или газо-паротурбинни уредби. При последните е реализиран КПД над 60%.

Някои от предимствата на радиална турбомашина тип Юнгстрьом са:

- Компактна турбомашина, с малка маса, с малки габарити;
- Тъй като противоположните движения на двата ротора са симетрични, въртящите се компоненти се подлагат на еднакви механични и топлинни натоварвания;
- Стъпката между две съседни лопатки е еднаква по височина на венеца, което предполага еднаква интензивност на вторичните течения в корена и периферията;

Някои от недостатъци на радиалната турбомашина тип Юнгстрьом:

- Необходимост от монтиране на два генератора или гребни винта;
- Не са пригодни за предаване на много големи мощности;
- Организацията на пароотнеманията е свързана с конструктивни трудности.

Изводите от този доклад са:

- В предложените схеми недостатък е големия брой генератори, което оскъпява конструкцията, затова може да се добави съоръжение-суматор;
- Използването на радиална турбина тип Юнгстрьом, задвижваща два центробежни компресора трябва да се изпълни със сдвоени центробежни колела поради осовите сили, които възникват при работата им;
- Разработването на газова турбина Юнгстрьом би направило КЕУ с по-малки размери.

[A14] Янгъзов А. Особенности при моделирането на елементи на корабните енергетични уредби с помощта на изчислителната механика на флуидите. Трети международен научен конгрес, ТУ-Варна, 04-06 october 2012, Varna, Bulgaria, Volume 5, ISBN 978-954-20-0554-4, с.172-176.

В статията се описват разработени модели в средата на CFX, за да се запознае читателя с възможностите на софтуерния продукт. Втората цел е да се коментират особености при проектирането на някои елементи на корабните енергетични уредби в средата на ANSYS. В статията се разглеждат:

- Моделиране на струйна помпа;
- Моделиране на радиална газова турбина;
- Вихрова помпа.

В работата се коментират особеностите, с които трябва да е запознат потребителя преди да започне с моделирането на реалния обект. Специално внимание е отделено на:

- Верификация;
- Възможности за работа със софтуерния продукт;
- Формиране на геометричен модел;
- Формиране на качествена мрежа;
- Влияние на турбулентния модел.

В доклада са описани работоспособни модели, разработени от автора. През годините софтуерните продукти, използващи изчислителната механика на флуидите стават все по-лесни за използване, но все още изискват повече от натискане на бутон на клавиатурата. Опитът на автора показва, че не се получава работоспособен модел от първия път.

Овладеяването на софтуерни продукти изисква натрупване на ново много специфично познание. Тази сфера на инженерното познание тепърва ще се развива в бъдеще.

Потребителят моделира съоръжения във виртуалната среда и колкото повече познания има за физическия обект, толкова по-прецизен е неговият модел и резултатите от пресмятането са по-близки до реалните. Под реални да се разбира измерените при построяването му и пускането в експлоатация. Експлоатационният опит в никакъв случай не е достатъчен, нужен е и изчислителен опит.

Б. Публикации извън групата равностойни на монографичен труд-10броя

- Статии в научни списания и годишници в България-6броя-[Б3], [Б6], [Б7], [Б8], [Б9], [Б10];
- Доклади в международни конференции в чужбина-1брой-[Б4];
- Доклади в международни конгреси и конференции в България-3броя-[Б1], [Б2], [Б5];
- Учебници и учебни пособия-2 бр.

[Б1] Лазаровски Н., Янгъзов А., Русев Д., Чакърва Д., Русев Р. Моделиране на термо-напрегнатото състояние на прототип на химически реактор при промяна на масата на катализаторен пакет. Трети международен научен конгрес, ТУ-Варна, 04-06 october 2012, Varna, Bulgaria, Volume 5, ISBN 978-954-20-0554-4, с.136-140.

В статията се разглежда прототип на химически реактор за производство на нитрозен газ за азотна киселина при автогенно горене (окисление на амоняк), като отделената топлина се използва за производство на водна пара. Реакторът представлява реално съоръжение, което се експлоатира. Той се състои от редица свързани и съгласувани конструктивни модули, които позволяват ешелонно поемане на термично и якостно натоварване. Реакторът е изпълнил продължителен работен ресурс (около 100000 часа).

В работата се анализира термо-напрегнатото състояние на най-силно натоварените конструктивни елементи на реактора. В статията се описват етапите: създаване на геометричен и дискретен модел на елементите на реактора; определяне на термичните условия при конвективния пренос на нитрозния газ при обтичането им; определяне на разпределението на тегловото натоварване върху опорите; определяне на термичните, якостните и еквивалентните напрежения и коефициентите на сигурност при варианти на натоварване за променливи температурни и теглови гранични условия.

Проведените числени експерименти имат прогнозен характер, като се определят опасните зони с повишени натоварвания. При отваряне и ревизия на реактора след продължителна експлоатация е установено наличие на пукнатини в областта на основата на горната звездовидна опора и носещия пръстен. Получените резултати потвърждават съществуването на подобни зони.

При прогнозирането на термо-якостното натоварване на реактора е направена оценка за възможностите на носещата конструкция при влошените работни условия, в резултат на повишените екологични изисквания към каталитичната деструкция на азотните окиси.

[Б2] Янгъзов А., Лазаровски Н. Особенности на софтуерните пакети, използвани при проектирането на хидравлични и топлинни турбомашини. Сборник доклади на XX научно-техническа конференция „Транспорт, екология-устойчиво развитие ЕКО-Варна“, ISBN-954-20-00030, 2014 (под печат).

В настоящата статия се разглеждат възможностите и областите на приложение на съвременни софтуерни продукти при моделиране на турбомашини: радиални турбини; центробежни компресори; центробежни и диагонални помпи както и осови вентилатори. Целта на автора е да се анализират особеностите на софтуерните продукти и да се обясни кой програмен продукт е най-изгоден за нуждите на производството и кой за изследователски цели. В доклада се анализират силните и слабите страни на следните специализирани софтуерни пакети:

- ANSYS CFX Turbo System: Vista RTD, CCD, CPD, AFD, TF; BladeModeler, TurboGrid, CFX (ANSYS);
- CAESES (FRIENDSHIP-SYSTEMS);
- FINE/Turbo, FINE/Design3D (Numeca);
- CFturbo (CFturbo Software & Engineering GmbH);
- AxSTREAM (SoftInWay);
- COMPAL, PUMPAL, RITAL, FANPAL, AXIAL, AxCent (Concepts NREC);
- PumpLinx (Simerics);
- FlowER.

В заключение може да се обобщи, че в повечето софтуерни пакети, които се предлагат в момента се моделират само турбомашини от динамичен тип. Софтуерният комплекс Numeca не разполага с модули за предварителни пресмятания, докато в ANSYS такива са налични. При модернизация на турбомашини е подходящ AxSLICE, в който има възможност за обработка на данни от сканиран физически обект и създаване на виртуален обект, а именно проточната част на съществуваща турбомашина. В софтуерния продукт се изменят профилите на лопатките, меридианните обводи на проточната част и се реализира повишаване на ефективността, респ. намаляване на вредните емисии изхвърлени в атмосферата. Модулите на Concepts NREC дават възможност да се пресметнат характеристиките на проектираните турбомашини и накрая да се произведат на машини с цифрово програмно управление. В PumpLinx се пресмятат помпи от обемен тип.

Тенденцията е всички софтуерни продукти за предварително пресмятане да може да се свързват с кодовете за триизмерно проектиране ANSYS и Numeca, като по този начин се увеличава броя на клиентите им.

[БЗ] Янгъзов А., Лазаровски Н. Верификация на софтуерния продукт ANSYS при моделиране на движението на флуид в междупатъчните канали на турбомашини. Списание “Топлотехника”-7, ISSN 1314-2250, 2015 (изпратена и одобрена за печат).

В настоящото изследване се разглеждат верификационни тестове на софтуерния продукт ANSYS CFX, извършени от автора. В статията се описва процесът на числено моделиране на движението на свиваем турбулентен поток в турбинни решетки и стъпала. Сравняват се изчислени данни с такива получени експериментално в аеродинамични канали. Качествената верификация включва сравнение на постпроцесорна картина на течението със снимков материал с визуализация на потока в граничния слой по стените на венците. С помощта на ANSYS CFX са описани характерни за турбомашините явления. Извършен е анализ и коментар на получените резултати.

Преди да започне моделирането на движението на свиваем или на несвиваем турбулентен поток всеки инженер прави верификационни тестове при които се извършва сравнение между точните решения на дадени задачи от механика на флуидите и стойностите, пресметнати числено с помощта на ANSYS CFX. Експерименталните данни се получават в специализирани институти и след обработка се правят анализите на резултатите. Самото измерване е съпроводено с грешка. Това не трябва да се забравя. Върху качеството на пресмятането оказват влияние следните фактори: типа на мрежата-структурирана или неструктурирана; качеството на елементите, които запълват флуидната област; изборът на турбулентен модел; типа на числената схема и др.

В доклада се коментира реализацията в софтуерния пакет CFX на:

- Количествена верификация;
- Качествена верификация.

Прилагането на различни видове турбулентни модели с включена опция Automatic Wall Function, при една и съща мрежа, показва слабо влияние върху стойностите на коефициента на налягането Ср.

Провеждането на експеримент е трудоемка процедура, която ангажира скъпоструваща апаратура и висококвалифициран персонал.

В заключение може да се обобщи, че софтуерния пакет ANSYS CFX се явява едно от ефективните средства на този етап от развитието на числените методи при изследване на течението в турбомашините. Мнението на автора и други изследователи в областта турбомашините е, че за нуждите на проектирането той е достатъчно ефективен и прецизен.

[Б4] Lazarovski N., **Yangyozov A.**, Novakov P. Mass transfer modeling into disk spaces of heat turbomachines, ACEX 221, 8th International Conference on Advanced Computational Engineering and Experiment, Paris, France, 30June-3July, 2014 (изпратена и одобрена).

Обект на разглеждане в настоящата работа е изследване на масообменните процеси, свързани с движението на работното тяло в характерните комплексни хлабини между ротора и статора на парни турбини от дисков тип и определящи аксиалните усилия в ротора. Прогнозирането на аксиалното натоварване на турбинните ротори е широко прилагано в световната енергетика. С помощта на получените разпределения на аксиалните усилия е възможно да се оценяват надеждностните показатели на турбоагрегатите в етапите на проектиране или реконструкция, както и по време на експлоатация в целия работен диапазон.

Решаването на поставената задача бе наложително след установяването на нестабилна работа на турбина P12-90/18 (с номинална мощност 12MW) в ЛукОйл-Нефтохим, изразена в рязкопроменящи се аксиални усилия при натоварване над 3-4MW. Тъй като проточната част има сложен пространствен характер, развитието на задачата се решава комплексно в три основни аспекта: едномерен, двумерен и тримерен. Направени са следните изводи:

- Поради увеличените загуби, к.п.д. намалява и увеличаването на разхода на входа не води до увеличаване на мощността при относително постоянен разход за потребителите на изхода;

- Увеличените загуби през крайните лабиринтни уплътнения водят до относително намаляване на масовия разход през проточната част на нерегулируемите стъпала. По подобен начин влияят и увеличените хлабини в диафрагмените уплътнения. Това намаляване на полезния разход е свързано с по-малки скорости в лопатъчните апарати на дюзовите и работните лопатки, водещо до нарастване на степента на реактивност и до увеличаване на аксиалните усилия върху дисковете на нерегулируемите стъпала

- При прогнозното увеличаване на радиалните и аксиалните хлабини разпределението на аксиалните усилия върху ротора, получено при вариантите пресмятания, показва, че налягането в упорния лагер може да превиши 115bar в процеса на експлоатация на турбината и ако не задейства защитата на турбината (при 95 bar) ще се получи аварийна ситуация.

Достоверността на прилаганите методики е доказана в наблюдаваното подобие на разпределението на осовите усилия при изпитанията на турбина P12-90/18 на турбогенератор N2 в ЛукОйл-Нефтохим, както и на други турбини от активен и реактивен тип.

[Б5] Лазаровски Н., Новаков П., **Янгъзов А.** Анализ на аксиалните усилия при дисковите ротори на паротурбинните агрегати. Трети международен научен конгрес, ТУ-Варна, 04-06 october 2012, Varna, Bulgaria, Volume 5, ISBN 978-954-20-0554-4, с.177-182.

Обект на разглеждане в статията са дисковите ротори на парни турбини, за които сериозен проблем е реализиране на достатъчно висока мощност според паспортните данни. Като пример е анализирана работата на турбината от ТЕЦ към ЛукОйл-Нефтохим с номинална мощност 12MW, която неколккратно е изпадала в аварийни ситуации при мощност над 3MW. При тези ситуации дори се е достигало до стопяване на аксиален лагер с предпоставки за задиране на дискове и диафрагми при значителни отрицателни аксиални усилия.

При решаване на задачата в триизмерна постановка са необходими значителни изчислителни ресурси, т.к броят на крайните обеми значително нараства. В средата на ANSYS са проведени числени експерименти за различни флуидни области, като се следи за удовлетворяване на масовия баланс. Чрез проведените числени експерименти могат да се прогнозират разпределенията на параметрите на потока при обтичането на дисковете на разглежданата турбина P-12-90/18. При пресмятанията се моделира движението на парата през разтоварващия отвор с отчитане на помпения и ежектиращия ефект. В триизмерния модел са изчислени разпределенията на скоростите, температурите и наляганията в околороторното пространство на активно турбинно стъпало с 6 разтоварващи отвора.

Поради нестабилното поведение на турбината при променливи режими на натоварване с мощност 3MW и получаване на значителни отрицателни аксиални усилия се наложи реконструкция на проточната и част. След пресмятанията на аксиалните усилия за целия работен диапазон се определиха необходимите радиални размери на втулките на лабиринтните уплътнения и диаметрите на разтоварващите отвори на дисковете, както и необходимите хлабини, гарантиращи устойчива експлоатация. Получените числени резултати се потвърдиха при проведените изпитания на турбината и експлоатацията и в реални условия на натоварване до номиналната мощност.

Анализът на получените резултати и сравненията с аксиалните усилия, определени чрез налягането в масления клин на упорния лагер, по време на пускането и изпитването на турбина P-12-90/18, както и при следващата и експлоатация, дава основание да се смята, че разработените методики и програми са работоспособни.

[Б6] Янгъзов А. Числено моделиране на корабен корпус и двигател. Част I-Класическа схема с перо. Списание “Топлотехника“, ISSN 1314-2250, кн.1, изд. на ТУ-Варна, 2014, с.40-43.

В настоящото изследване се разглежда моделирането на работата на комплекса корабен корпус, гребен винт и перо (конструкция изпълнена по класическата схема). В статията се описва процесът на числено моделиране с помощта на изчислителната механика на флуидите. Софтуерният пакет ANSYS CFX се е доказал като продукт, който може да се използва успешно както в научно-изследователски проекти, така и в проектантската дейност.

Целта на доклада е да се моделира корабно задвижване, което е реализирано по класическата схема: корпус, перо и един четирилопатков гребен винт. Етапите, описани в настоящата работа са:

- Числено моделиране на корабен корпус, гребен винт и перо;
- Анализ на хидродинамичната картина около кърмовата част на кораба, гребния винт и перото.

Мощността на главния двигател е 27MW. Други плавателни съдове с подобни размери, описани в специализираната литература, са с мощност 20-25MW и с честота на въртене на гребния винт 80tr/min.

В настоящия модел се използва неструктурирана мрежа. Броят на елементите на мрежите зависи от моделите, развити в настоящия проект и варира от 400000 до 11милиона елемента, като включва призми, пирамиди и тетраедри.

Коефициентът на полезно действие на гребния винт, определен експериментално при относително напредване $J=0.64$, е $\eta_0=0.57$. При изчислението на КПД с помощта на описания в доклада модел той се получава $\eta_0=0.573$. Разликата е 0.5%. Ротационният коефициент е $\eta_R=1.052$, със стойност която е нормално да бъде по-голяма от единица за едновинтови кораби.

Получена е триизмерна графика, представяща изменението на налягането в следата зад корабния корпус.

Изчислено е разпределението на коефициента на налягането по стената на перото при ъгъл на отклонение от диаметралната равнина 10град.

Разработени са модели на корабен корпус, гребен винт и перо. В бъдеще ще може да се снимат характеристики на елементите на пропульсивния комплекс и да се разгледат кавитация и движение на заден ход. Моделите са достатъчно гъвкави да се решат тези сложни в хидродинамично отношение задачи.

[Б7] Янгъзов А. Числено моделиране на корабен корпус и двигател. Част II- Нетрадиционни схеми за задвижване. Списание “Топлотехника“, ISSN 1314-2250, кн.1, изд. на ТУ-Варна, 2014, с.44-47.

Настоящият доклад е свързан с численото моделиране на високоефективни двигатели. Направени са компютърни модели на високоефективни задвижвания с помощта на изчислителната механика на флуидите. В статията се коментират задвижвания, които са познати от началото и от края на миналия век и които навлизат постепенно в корабостроителната практика. Развити са компютърни модели на:

- Задвижване с два гребни винта, насочени напред, въртящи се в противоположни посоки и монтирани на неподвижна конзола или на въртяща се конзола;
- Задвижване с два гребни винта, вторият от които е монтиран на въртяща се конзола;
- Задвижване с един гребен винт, монтиран на въртяща се конзола;
- Гребни винтове с усъвършенствани профили и силно извити лопатки в окръжно направление;
- Задвижване с два прекриващи се гребни винта, въртящи се в две противоположни посоки;

В доклада са разгледани нетрадиционни способности за задвижване на плавателни съдове. Моделите, които са разработени, са работоспособни и може да се доразвиват. Напълно възможна е концепцията по данни за кораб на корабособственика да се разработи модел, в който да се внесат конструктивни изменения, повишаващи пропульсивния КПД, респ. водещи до намаляване на разхода на гориво с тонове за денонощие. Не бива да се забравя и възможността за намаляване на производството на парникови газове. Възможно приложение на моделите, които са разработени е те да се адаптират към размерите на съответния кораб и да се направи прогноза след какъв период от време ще се изплати новата конструкция на корабното задвижване.

Чрез моделите може да се определи разпределението на налягането и да се пресметне якостната задача, т.к. геометричния модел е вече построен и големините на силите се знаят. Интересна е задачата с работата на повреден гребен винт с отчупена лопатка и оценка на вибрационното състояние на силовата уредба. Това е нестационарна задача. Моделите може да са полезни и при проектирането на нови кораби. Определянето на налягането в областта на кърмата ще даде информация за вибрационното състояние в надстройката и дали жилищните помещения ще отговарят на нормите за обитаемост.

[Б8] Кюлевчелиев С., Петров Н., **Янгъзов А.** и др. Изследване на възможностите за снижение на съпротивлението на кораба с въздушна смазка. Годишник на ТУ-Варна, том IV, ISSN 1311-896X, 2013, с.29-30.

Съпротивлението от триене е най-значителната компонента на пълното съпротивление в обичайните за търговските кораби скоростни диапазони, затова намаляването му има съществен ефект върху ходовите качества на кораба. Известни са различни методи, но практичен и обещаващ метод е използването на въздушна смазка, което обяснява засилената активност в изследванията на този метод през последните години.

Формулираните цели на описания в статията проект са:

- изучаване на физическия механизъм на действието на различните типове въздушна смазка върху съпротивлението;
- количествена оценка на параметрите на явлениято и областта на неговата приложимост;
- технико-икономически анализ на методите за въздушна смазка;
- формулиране на числен модел на явлениято (поток на двуфазен флуид) и реализацията му с методите на изчислителната механика на флуидите.

За постигането на поставените цели бяха предвидени както теоретични, така и експериментални изследователски техники.

Получените резултати и изводи са следните:

- проучено е състоянието на проблема и актуалните изследвания по него;
- резултати, от реален кораб за вътрешно плаване, показват 12-15% намаление на необходимата мощност;
- поставено е началото на численото моделиране на процеса на вдухване на въздух през единичен кръгъл отвор в плоска пластина, при което се наблюдава добро качествено съответствие с публикувани експериментални данни;
- изработен е модел на плавателен съд за експериментално изследване на въздушната смазка в буксировъчния басейн на катедра “Корабостроене“;
- разработена е принципна схема и са осигурени необходимите материали за системата за въздухоподаване;
- закупена е видеокамера с херметичен и удароустойчив контейнер, позволяващ подводно заснемане в тежки условия, която освен за конкретния проект е приложима за разнообразни експериментални изследвания.

[Б9] Лазаровски Н., Илиева Г., **Янгъзов А.** Изследвания на процесите в корабни хладилни уредби. Усъвършенстване на опитна хладилна уредба към климатична система. Годишник на Технически университет-Варна, том III, ISSN 1311-896X, 2008, с.47-48.

Топлоизползващите хладилни машини намират широко приложение, като потребители на отпадна топлина от различни енергийни обекти, както в корабните силови уредби, така и в стационарната енергетика.

В настоящата работа се описват разработените методики и програми за изчисляване на основните характеристики на пароежекторни-водни и фреонов хладилни машини, т.е с различни работни тела (вода, водна пара, фреони) и за определяне на работните точки в правите и обратни цикли. Допълнени са и програми за пресмятане на фреонов и студенопарни компресорни хладилни машини.

Създадените методики, алгоритми и компютърни програми се основават на въвеждане по таблични данни на основните параметри на разглежданите работни тела по лявата и дясната гранични криви, т.е в съответните еднофазни състояния. Това са специфичният обем, енталпията, както и специфичният топлинен капацитет, като функция на налягането или температурата на насищане. Приета е съответна гъстота на данните с цел достигане на практически необходимата точност. Извършени са тестови сравнения на резултатите с таблични и числени данни, както и с данни от специализирани програми. Тестови пресмятания са реализирани и в редица дипломни работи, направени са сравнения с примери по литературни източници за прототипни хладилни уредби с и без регенерация.

Резултатите имат научно-приложен характер, като програмите позволяват извършване на експресни или прогнозни оценки на измененията на параметрите на хладилните агенти при променливи режими в основните работни точки по работните цикли; величините на хладилните или топлинните коефициенти, термичните коефициенти на обратните и в някои случаи на правите цикли; разходите на хладилните агенти и на съответните съпровождащи флуиди, като охлаждаща вода за кондензатора, работна пара или друг топлоносител; специфичното студопроизводство; топлинните натоварвания на топлообменните апарати-изпарител, кондензатор, подохладител-регенератор или на парогенератора; мощност на компресора или захранващата (циркуляционна) помпа; степен на сгъстяване в компресора или дифузора на ежектора и степен на разширение в дюзата на Лавал; теоретичните и действителните коефициенти на ежекция; коефициента на обратимост; кратността на циркуляция и др.

[Б10] Костова И., Лазаровски Н., Павлов Р., **Янгъзов А.** и др. Влияние на нормативните ограничения за произвеждане на парникови газове от корабите върху техните проектни и експлоатационни характеристики. Годишник на ТУ-Варна, том IV, ISSN 1311-896X, 2013, с.35-36.

За да се намали производството на парникови газове от корабите към настоящият момент е разработена система от IMO Marine Environment Protection Committee (MEPC) за тяхното нормиране, влизаща в сила от 01.01.2013г. Тази система не държи сметка за влиянието на тези ограничения върху проектните и експлоатационни характеристики на корабите, на тяхната превозоспособност и конкурентно-способност. На практика това влияние е много силно изразено и води до промяна на оптимизационните критерии при първоначалното проектиране. Този проблем е слабо изучен в световен мащаб и заслужава внимание и технико-икономически анализ.

При разработване на научно-изследователския проект са получени следните резултати:

- Математичен модел на взаимодействието между корабния корпус, гребния винт и перото на руля в средата на програмния продукт ANSYS - модул CFX;
- Математичен модел и програма за пресмятане на съпротивлението на корпуса на кораба по метода Harvald;
- Математичен модел и програма за избор на главен двигател с минимално производство на парникови газове чрез използване на критерий за ефективност NPV;
- Числени резултати за връзката между EEDI и превозните навла на корабите;
- Определени са стойностите на EEDI за натурен кораб по време на ходовите му изпитания и са сравнени с резултатите от численото моделиране.

Основните изводи, които произтичат от научния проект са следните:

- Задачата за минимизиране на производството на парникови газове от корабите е решима чрез методологията на системния подход;
- Решаването на тази задача изисква създаване на интегрирани интердисциплинарни колективи от специалисти със задълбочени познания и опит в областта на проектирането и експлоатацията на корабите.
- Чрез разработения научен проект се поставя началото на подобен род изследвания у нас.

В. УЧЕБНИЦИ И УЧЕБНИ ПОСОБИЯ

[B1] Славчев Е., Янгъзов А., Сапунджиев Р. Топлотехника и топлоенергетика-учебно пособие, МАЛЕО-63, Варна, ISBN 978-954-9331-20-2, 2013.

Настоящото учебно пособие представлява записки на курса лекции по дисциплината “Топлотехника и топлоенергетика“ за студентите редовно и задочно обучение от специалностите “Електроснабдяване и електрообзавеждане“ и “Електроенергетика“ на ТУ-Варна. Използвана е изключително измервателната система СИ. Материалът е оформен в 5 глави.

Глава I. Техническа термодинамика. Основни понятия.

Част II. Теплопренасяне.

Част III. Парни котли.

Част IV. Парни турбини.

Част V. Общи сведения за термичните електроцентрали.

[B2] Янгъзов А. Корабни хидравлични машини. Учебно помагало за дистанционно обучение по проект BG051PO001-4.3.04-0014 “Нови електронни форми на обучение в Технически университет-Варна“, ТУ-Варна, 2014 (под печат).

Предложеното учебно пособие "Корабни хидравлични машини" е подготвено във връзка с участието на автора в оперативна програма "Развитие на човешките ресурси" BG051PO001-4.3.04. Той е написан в съответствие с учебната програма по едноименната дисциплина от учебния план на специалност "Корабни машини и механизми" в Технически университет-Варна.

В изложения материал се разглеждат принципът на работа, експлоатацията на корабните хидравлични машини, конструкцията на корабните помпи, центробежните сепаратори, както и тяхното поддържане в изправност.

В учебното пособие се разглеждат помпите обемни и динамични тип, а след това и центробежните сепаратори. Показани са характеристиките им, обсъдени са приложенията, предимствата и недостатъците на корабните хидравлични машини.

Учебното пособие е предназначено за студенти от специалност "Корабни машини и механизми" при Технически университет-Варна.

Структурирането на темите обхваща кратка теоретична част, представени са примери, включени са решени и нерешени задачи. Допълнително след всяка тема е добавен списък с литература в която може да се намери повече информация за разглежданото съоръжение. Разработени са 300 тестови въпроса за проверка на знанията, като се следва съдържанието. При необходимост студентите имат възможност да намерят необходимата информация в допълнителната литература. Използвана е изключително измервателната система СИ. Темите в учебното пособие са:

Предговор

Тема 1. Основи на хидравликата.

Тема 2. Сведения от теорията на корабните хидравлични машини.

Тема 3. Принцип на работа на бутални помпи. Криви на подаване на течността. КПД и мощност на бутална помпа. Характеристики. Експлоатация.

Тема 4. Зъбни помпи. Принцип на работа. Класификация. Теоретичен и действителен дебит. Характеристики.

Тема 5. Винтови помпи. Принцип на работа. Класификация. Теоретичен и действителен дебит на винтова помпа. Сили, действащи върху винтовете. Характеристики.

Тема 6. Центробежни помпи. Принцип на работа. Класификация. Теоретичен и действителен напор. КПД и мощност на центробежна помпа.

Тема 7. Паралелна и последователна работа на центробежни помпи. Коефициент на бързоходност. Характеристики. Кавитация и помпаж на центробежна помпа.

Тема 8. Осови помпи. Принцип на работа. Теоретичен и действителен напор. КПД и мощност на осева помпа. Характеристики.

Тема 9. Центробежни и осови вентилатори. Принцип на работа. Класификация. Теоретичен и действителен напор. КПД и мощност на вентилаторите. Характеристики.

Тема 10. Вихрови помпи. Принцип на работа. Класификация. Пресмятане на напора и дебита. Оптимални геометрични размери. Центробежно-вихрови помпи.

Тема 11. Струйни помпи. Принцип на действие. Класификация. Параметри на струйните помпи. Пресмятане на струйна помпа. Характеристики.

Тема 12. Работа на хидравличните машини в корабните системи. Напорно-разходна характеристика на хидравлична машина. Съвместна работа на хидравлична машина и система. Характеристики на прости и сложни тръбопроводи. Регулиране на дебита.

Тема 13. Центробежни сепаратори. Принцип на центробежното сепариране.

Тема 14. Кларификатор и пурификатор. Самоочистващи се сепаратори.

Тема 15. Обемни хидрозадвижвания. Области на приложение и принципни схеми.

Тестове

Изготвил:.....

/гл. ас. д-р инж. Анастас Янговозов/