ФОНД „НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ“

РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ “АНГЕЛ КЪНЧЕВ”

ФАКУЛТЕТ АГРАРНО-ИНДУСТРИАЛЕН

МОДЕЛИРАНЕ, СИМУЛИРАНЕ И ЕКОЛОГИЧНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ НА ПРОЦЕСИ ОТ ХИДРАВЛИЧНАТА И ТОПЛИННАТА ТЕХНИКА

ПРОЕКТ 2018-ФАИ-03

Тема на проекта:
Моделиране, симулиране и екологично въздействие на процеси от хидравличната и топлинната техника

Ръководител:
проф. д-р Генчо Попов

Работен колектив:
доц. В. Бобилов, доц. Кр. Тужаров, доц. Кл. Климентов, доц. Ив. Желева, доц. Л. Любомиров, доц. М. Филипова, доц. Ст. Бурджиев, проф. Ил. Илиев, д-р Ив. Николаев, д-р Б. Костов, д-р Пл. Мушаков, д-р Ж. Колев, д-р П. Златев, д-р Пл. Мънев, д-р Н. Ковачев, д-р В. Добринов, инж. Н. Новаков, инж. Ал. Божинов, инж. Й. Пенев, инж. А. Стефанова, инж. Ир. Цветанова и др.

Адрес: **7017 Русе, ул. “Студентска” 8, Русенски университет "Ангел Кънчев"**
Тел.: **082 - 888 766**
E-mail: **gspopov@uni-ruse.bg**

Цел на проекта:
Моделни изследвания на енергетичните и шумови показатели и характеристики на хидравлични и топлинни устройства и системи и екологичното въздействие на замърсяването на атмосферния въздух за района на гр. Русе

Основни задачи:
- **Получаване на критериални уравнения за моделиране енергетичните характеристики на зъбни и пластинкови помпи**
- **Изследване и анализ на съвместната работа на реални помпени системи и енергиен баланс на регулируема електрозадвижваща система за помпени и вентилаторни агрегати**
- **Числено моделиране на топлообменните процеси в топлообменни апарати и определяне коефициента на топлопрадаване между флуида, течащ в тръбите на конвектора и тяхната вътрешна топлообменна повърхност**
- **Моделиране на процесите и прогнозиране на мерки за намаляването на замърсяването и минимизиране на вредното влияние на замърсителите върху здравето на населението и негативното въздействие върху околната среда**
- **Създаване на методика за оценка и експериментално изследване на шума конкретна хидравлична уредба**

Основни резултати:
- **Изведени са моделни критериални уравнения за енергетичните характеристики на обемни помпи и на вентилатори. Те са основа за изследване влиянието на режимните параметри върху енергетичните характеристики.**
- **Проведени са симулационни и експериментални изследвания и анализ на реални помпени системи при различни работни условия.**
- **Чрез числено моделиране е определен коефициентът на топлопредаване между движещия се флуид и вътрешната топлообменна повърхност на „водо-въздушен“ конвектор на термопомпена инсталация. Изследвана е последователността от топлообменни процеси при принудителна конвекция на въздух в**

АНОТАЦИЯ

Моделиране, симулиране и екологично въздействие на процеси от хидравличната и топлинната техника

Проектът е свързан с изследване чрез моделиране и симулиране на различни процеси както в хидравличната и топлинната техника, така и екологичното въздействие върху околната среда на конкретни процеси и замърсители.

Тези моделни изследвания са от следните изследователски области

Моделиране енергетичните характеристики на обемни хидравлични машини.

Моделни изследвания и оптимизиране на работните режими на вентилаторни системи за транспорт на флуиди.

Изследване на топлообменни апарати чрез числено моделиране процесите на топлообмен.

Моделиране екологичното въздействие на процеси върху околната среда

По отношение на обемните хидравлични машини задачата са разработени критериални модели за енергетичните характеристики на няколко варианта зъбни помпи с несиметрични зъбни профили и на стандартна зъбна помпа, производство на ф-ма Капрони. Чрез тези модели е оценено влиянието на работните и режимните параметри върху енергоефективната работа на такива машини. Те дават възможност да се предсказват стойностите на пълния и частните коефициенти на полезно действие в широк диапазон на изменение на параметрите.

Актуалността на изследванията във втората област е свързана основно с широкото приложение, което помпените и вентилаторните системи за транспорт на флуиди намират в практиката. Основните изследователски задачи са свързани с получаване на математични модели, описващи работните и енергетичните характеристики на центробежни вентилатори с различна схема на изпълнение. На тяхна база се изследва ефективността на методите за регулиране на вентилационни системи.

Изследванията в третата област са посветени на моделирането на топлообменни процеси във „Водо-въздушни“ конвектори, намиращи широко приложение в отоплителните и климатични сградни инсталации. Чрез компютърни симулации на топлообменни процеси е разработена методика за определяне на коефициентите на топлопредаване между движещия се в тръбите на конвектора топлоносител и тяхната вътрешна топлообменна повърхност.

При моделиране екологичното въздействие върху околната среда изследователският интерес е насочен към изследване влиянието на промяната на работните параметри на експериментална хидравлична система върху емитирания шум в околната среда на конкретна инсталация, както и изследване на замърсяването на атмосферния въздух за района на гр. Русе за един продължителен период от време от няколко десетилетия.

PROJECT 2018-FAI-03

тръба.
- **Изследвани са най-характерните и в същото време опасни замърсители като фини прахови частици, серни, въглеродни и азотни оксиди, както и техният мониторинг върху замърсяването на атмосферния въздух за периода 2011-2016 г.**
- **Създадени са методика и лабораторна уредба и експериментално е изследван генерираният шум при работа на хидравлични уредби и са дефинирани шумовите параметрите, необходими за анализи на шумовата безопасност на подобен тип машини.**

Публикации:
- **Boris Kostov. Impact of cold water temperature variation on the energy efficiency of a water supply pump system with variable demand.// International Review of Mechanical Engineering (IREME), 2018, No т.12 бр.7, pp. 604-612, ISSN 2532-5655. (SJR rank: 0.25 /2017, SCIMAGO INSTITUTIONS RANKINGS)**
- **Попов, Генчо, Уисам Мхана. ЕНЕРГЕТИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЗЪБНИ ПОМПИ СЪС СИМЕТРИЧНИ И НЕСИМЕТРИЧНИ ЕВОЛВЕНТНИ ЗЪБИ.// Топлотехника 14 (под печат), 2018, брой 11, ISSN 1314-2550**
- **Popov, G. , K. Klimentov, B. Kostov, A. Bozhinov. ANALYTICAL PRESENTATION OF THE DIMENSIONLESS CHARACTERISTICS OF CENTRIFUGAL FANS. IN: 57th Annual Science Conference of Ruse University and Union of Scientists - Ruse, Ruse, 2018, pp. 84**
- **Popov, G., K. Klimentov, B. Kostov, A. Bozhinov. DETERMINATION OF THE MAIN GEOMETRIC SIZES OF A CENTRIFUGAL FAN'S IMPELLER. IN: Топлотехника (под печат), Варна, 2018**
- **Kolev, Zh., P. Mushakov, P. Zlatev. Numerical modeling of the heat transfer process at movement of air in tube. IN: Proceedings of Conference of University of Ruse, Ruse, Bulgaria, 2018, ISBN 1311-3321.**
- **Yordan Penev, Pencho Zlatev, Valentin Bobilov Performance assessment of sorption regenerator for dehumidification in air handling unit. Proceedings of Conference of University of Ruse, Ruse, Bulgaria, 2018, ISBN 1311-3321**
- **Veselka Kamburova, Svetla Baeva Analitical investigation on the operational characteristics of a heat exchanger with thermosyphons. Proceedings of Conference of University of Ruse (THE BEST PAPER), Ruse, Bulgaria, 2018, ISBN 1311-3321**
- **Tsvetanova, I. Zheleva, M. Filipova, A.Stefanova, Statistical analysis of ambient air PM10 contamination during winter periods for Ruse region, Bulgaria, MATEC Web of Conferences 145, 01007 (2018), NCTAM 2017, https://doi.org/10.1051/matecconf/201814501007**
- **A. Stefanova, I. Zheleva, M. Filipova, Deviation analysis using applicable methodologies for impact assessment on the ambient air component from industrial site in Razgrad, Bulgaria, AIP Conference Proceedings 2025, 040014 (2018); https://doi.org/10.1063/1.5064898**
- **Ковачев, Н., Й. ВЪЗДЕЙСТВИЕ ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА НА ШУМА, ГЕНЕРИРАН ОТ ХИДРАВЛИЧНА УРЕДБА, СЪСТОЯЩА СЕ ОТ ДВЕ ПАРАЛЕЛНО РАБОТЕЩИ ЦЕНТРОБЕЖНИ ПОМПИ – СТАТИСТИЧЕСКО ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА НИВАТА. Proceedings of Conference of University of Ruse, Ruse, Bulgaria, 2018, ISBN 1311-3321**
- **Nedelcho Kovachev, Gencho Popov, Boris Kostov. Influence of the Type of a Pipe on the Hydraulic Energy Loses. PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE - BSc, MSc and PhD Students & Young Scientists. 2018, volume 57, book 1.3**

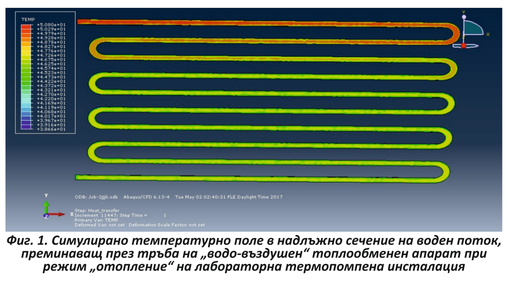
Други:

СРАВНИТЕЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА МЕТОДИТЕ ЗА РЕГУЛИРАНЕ НА ВЕНТИЛАЦИОННИ СИСТЕМИ

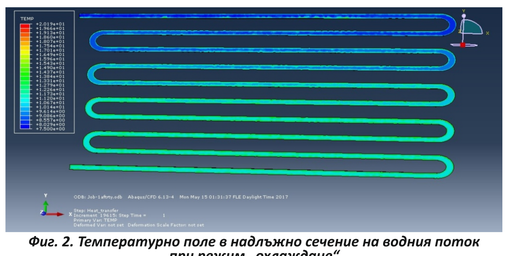
Таблица 1. Стойности на коефициентите a, b, c, d, e, f, a_1 и b_1 на характеристиките $\psi = a + b\varphi + c\varphi^2$, $\eta = d + e\varphi + f\varphi^2$ и $n_q = a_1 + b_1\varphi^2$ на изследваните едностъпални центробежни вентилатори

№	Означение	a	b	c	d	e	f	a_1	b_1
1	Ц8-11	1.1339	62.015	-2437.8	0.3351	31.591	-1084.9	1.528838	3049.117
2	Ц6-12	1.1706	45.901	-3391.9	0.3361	55.367	-2469.3	1.399133	6453.729
3	Ц8-13	1.1624	70.095	-2302.8	0.2047	47.378	-1154.4	1.502546	2345.799
4	Ц7-15	1.2747	42.362	-1841.3	0.2554	46.027	-1152.4	1.545695	3079.522
5	Ц6-18	1.1481	17.197	-951.25	0.2721	39.381	-945.69	1.915717	3326.666
6	Ц8-18	0.8788	41.708	-536.78	0.2903	18.561	-240.19	2.434289	578.6615
7	Ц6-19	1.4547	-4.6612	-283.46	0.4121	23.567	-526.44	1.948922	2455.909
8	Ц10-20	0.4026	52.545	-411.28	0.232	11.842	-90.21	2.615004	262.3633
9	Ц7-21	1.0794	19.812	-221.26	0.5679	10.861	-118.42	2.829464	482.2735
10	Ц7-22	1.1347	19.308	-377.22	0.2709	19.43	-259.34	2.473781	1006.406
11	Ц8-23	1.0366	20.218	-153.84	0.3633	9.4871	-75.311	3.124652	261.9167
12	Ц6-24	1.1448	12.346	-308.54	0.3795	19.537	-255.88	2.528073	1242.884
13	Ц9-25	1.2372	11.117	-51.281	0.5363	4.9177	-29.054	3.586073	131.7674
14	Ц11-26	0.4731	29.658	-129.84	0.1264	9.1403	-40.473	3.538065	93.03003
15	Ц9-27	1.2651	11.959	-67.01	0.4064	5.3376	-29.057	3.552353	149.8415
16	Ц7-28	1.1524	10.297	-102.89	0.3438	11.445	-92.247	3.335774	374.4231
17	Ц10-28	0.6783	21.22	-78.916	0.2061	6.6404	-25.684	3.898558	74.86588
18	Ц5-29	1.2114	0.3718	-101.65	0.4906	12.035	-136.83	2.963667	1072.194
19	Ц6-29	1.1562	8.4128	-119.72	0.4305	10.413	-84.881	3.17393	561.3048
20	Ц10-29	0.972	13.695	-42.799	0.3105	5.5495	-19.376	4.060957	66.08965
21	Ц11-30	0.2188	26.472	-83.659	0.0811	7.5811	-24.202	3.934936	56.75633
22	Ц5-31	1.2331	-1.4821	-71.508	0.5002	14.95	-166.66	3.186684	971.9116
23	Ц5-34	1.266	-0.8233	-43.878	0.4302	10.282	-76.585	3.524829	624.4815
24	Ц8-35	1.0528	8.2427	-26.599	0.4582	3.1402	-11.106	4.800563	73.08234
25	Ц11-35	1.5546	5.6106	-9.82	0.6026	2.2711	-5.7377	4.860566	26.27693
26	Ц5-36	1.0834	5.3612	-61.891	0.3569	11.044	-64.521	3.838498	412.4634
27	Ц11-38	-0.6726	22.234	-41.969	-0.0294	5.2299	-10.006	5.227902	26.51671
28	Ц8-39	1.2632	5.852	-19.549	0.376	3.6892	-11.265	4.805339	70.7808
29	Ц5-40	1.1741	0.4603	-54.674	0.3154	12.03	-84.364	3.033093	798.1289
30	Ц6-40	1.0888	4.5944	-49.176	0.5752	6.4644	-39.256	4.102703	349.9849
31	Ц7-42	1.1881	4.1284	-23.347	0.428	4.3242	-16.617	4.740791	143.9959
32	Ц14-46	1.4138	4.4916	-3.1675	0.3789	1.2261	-1.098	6.719096	4.918233
33	Ц4-50	1.2317	-0.8062	-28.158	0.3788	7.8764	-41.376	3.843721	503.2359
34	Ц12-50	0.3554	8.3303	-8.4334	-0.0268	2.8088	-2.737	6.616394	10.2919
35	Ц4-52	0.9131	4.2263	-62.743	0.1709	14.954	-84.681	3.75744	669.8565
36	Ц9-55	0.9836	4.5903	-5.3535	0.3194	1.7006	-2.0911	7.234719	13.97837
37	Ц4-57	1.0179	2.3268	-27.528	0.096	11.794	-44.218	4.365445	352.3676
38	Ц38-12	0.8281	4.0621	-38.722	0.0685	13.419	-56.826	4.209576	464.8119
39	Ц4-60	0.7636	3.1587	-25.024	1.4763	97.995	-374.47	5.560566	339.1142
40	Ц4-61	1.0148	1.9991	-20.389	0.3018	6.962	-25.097	5.009204	267.6669
41	Ц4-62	0.8393	3.684	-22.307	0.1656	7.8369	-24.384	5.252478	240.7152
42	Ц4-66	0.596	6.1584	-25.356	0.0436	7.9207	-21.33	5.672335	191.3224
43	Ц4-67	0.502	8.1239	-42.572	-0.1813	14.882	-52.21	4.656265	351.748

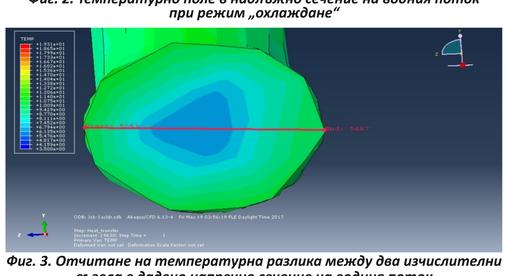
ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТОПЛООБМЕННИ АПАРАТИ ЧРЕЗ ЧИСЛЕНО МОДЕЛИРАНЕ ПРОЦЕСИТЕ НА ТОПЛООБМЕН



Фиг. 1. Симулирано температурно поле в надлъжно сечение на воден поток, преминаващ през тръба на „водо-въздушен“ топлообменен апарат при режим „отопление“ на лабораторна термопомпена инсталация



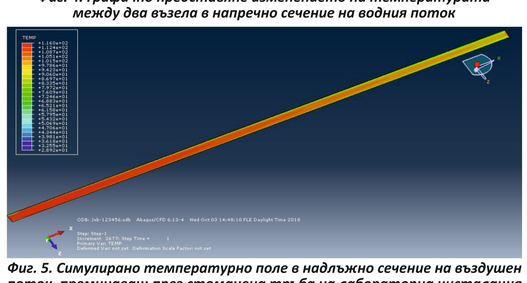
Фиг. 2. Температурно поле в надлъжно сечение на водния поток при режим „охлаждане“



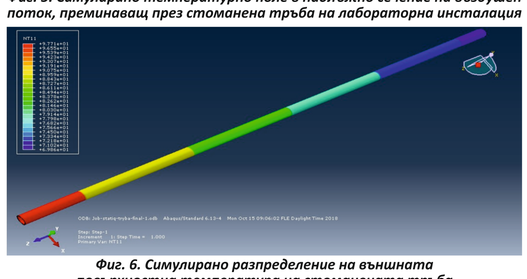
Фиг. 3. Отчитане на температурна разлика между два изчислителни възела в дадено напречно сечение на водния поток

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТОПЛООБМЕННИ АПАРАТИ ЧРЕЗ ЧИСЛЕНО МОДЕЛИРАНЕ ПРОЦЕСИТЕ НА ТОПЛООБМЕН

Фиг. 4. Графично представяне изменението на температурата между два възела в напречно сечение на водния поток

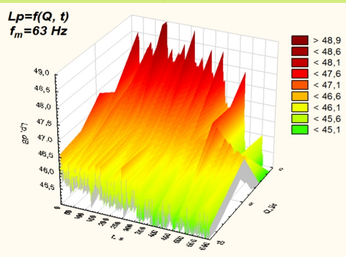


Фиг. 5. Симулирано температурно поле в надлъжно сечение на въздушен поток, преминаващ през стоманена тръба на лабораторна инсталация

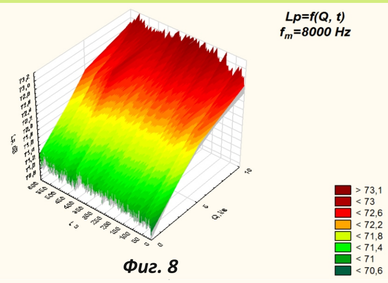


Фиг. 6. Симулирано разпределение на външната повърхностна температура на стоманената тръба

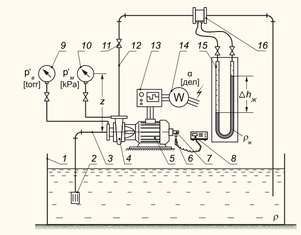
ОЦЕНКА НА ШУМА НА ХИДРАВЛИЧНА УРЕДБА



Фиг. 7



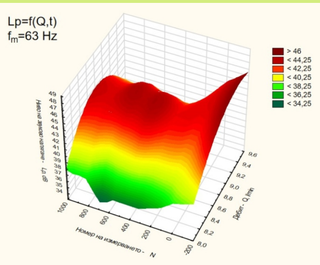
Фиг. 8



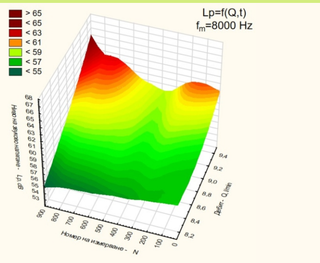
Фиг. 9

Изменение на шума, за октавни ленти със средногеометрична честота 63 Hz и 8000 Hz, във функция на дебита на помпата и времето на изпитване за: фиг. 7 – центробежни помпи (63 Hz); фиг. 8 –центробежни помпи (8 000 Hz); фиг. 10 – зъбна помпа (63 Hz); фиг. 11 – зъбна помпа (8 000 Hz);
Фиг. 9 – Общ вид на уредбата за изпитване на центробежни помпи;
Фиг. 12 – Хистограма на разпределение на стойностите на шума при честота 1000 Hz в отделните изпитвания за 3 дебита – 0, 5 и 10 l/s при уредба с паралелно работещи центробежни помпи;
Фиг. 13 – Хистограма на разпределение на стойностите на шума при честота 1000 Hz в отделните изпитвания за 3 дебита– 8,1, 8,9 и 9,5 l/min за уредба за изпитване на зъбна помпа;

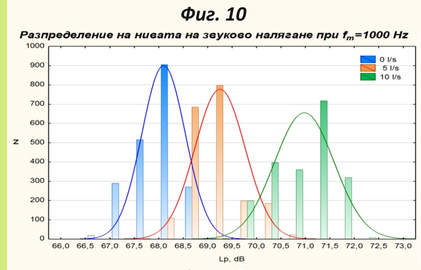
ОЦЕНКА НА ШУМА НА ХИДРАВЛИЧНА УРЕДБА



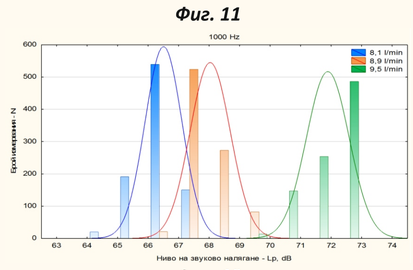
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13