

## РЕЗЮМЕТА

на научноизследователските трудове  
на гл. ас. д-р инж. Кръстин Красимиров Йорданов,  
в катедра „Топлотехника“, при Технически университет – Варна

за участие в конкурс публикуван в Държавен вестник, брой 13, 07.02.2023  
за заемане на академична длъжност „доцент“,  
обявен в професионално направление „5.4. Енергетика“  
Корабостроителен факултет, катедра „Топлотехника“,  
при Технически университет – Варна,  
по научна специалност „Промислена топлотехника“

За участие в конкурса са предложени 36 научни труда, разпределени  
както следва:

1.	Научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация	13 бр.
2.	Научни публикации в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове	23 бр.

Първата група ( I ), общо 33 публикации са обединени като равностойни на монографичен труд на тема **„ИЗСЛЕДВАНЕ И МОДЕЛИРАНЕ НА ТОПЛООБМЕН И МАСООБМЕН ПРИ РАЗЛИЧНИ ПРОМИШЛЕНИ ПРОЦЕСИ“**:

*Тематично трудовете от група I са систематизирани в следните области:*

1. Изследване и моделиране на различни топлофизични процеси, (6 публикации) – В.4.2, В.4.3, В.4.5, В.4.6, В.4.7, В.4.8;
2. Изследване и моделиране на устройства за утилизация на топлинна енергия (5 публикации) – Г.8.12, Г.8.15, Г.8.16, Г.8.17 и Г.8.21;
3. Изследване и моделиране на топлинното поведение на сгради от традиционни и алтернативни строителни материали, (4 публикации) – В.4.9, В.4.10, Г.8.1 и Г.8.13;
4. Изследване и моделиране на топлинни и масообменни процеси при различни термични обработки, (18 публикации) – В.4.1, В.4.4, Г.7.1, Г.7.2, Г.8.2, Г.8.3, Г.8.4, Г.8.5, Г.8.6, Г.8.7, Г.8.8, Г.8.9, Г.8.10, Г.8.11, Г.8.14, Г.8.18, Г.8.19 и Г.8.20

Втората група (II) включва 3 публикации, разпределени както следва:

***Тематично трудовете от група II са систематизирани в следните области:***

1. Проучване на енергийните ресурси за производство на енергия, (2 публикации) – Г.7.3 и Г.8.23;
2. Анализ и оценка на верига за пренос на природен газ, (1 публикация) – Г.8.22.

## **Резюмета по показател В.4 - хабилитационен труд – научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация**

**B.4.1. Yordanov K., Mechkarova T., Stoyanova A., Zlateva P., Determination of the Temperature of Cathode Unit of Indirect Plasma Burner Through a Computer Simulation Model, Proceedings of the Second International Scientific Conference “Intelligent information technologies for industry” 2017, Vol. 2, ISSN: 2194-5357, pp 403-409, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68324-9\\_44](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68324-9_44)**

В настоящата разработка е изследвана нова модификация на индиректен плазмотрон за повърхностно плазмено газово азотиране на титанови сплави. Разработен е компютърно симулационен модел за влиянието на температурата върху катоден възел в индиректна плазмена горелка.

Актуалността на предлаганата разработка произтича от необходимостта да се подобри ефективността на работа на най-натоварените топлинно възли.

Съществуващите традиционни методи за повърхностно уякчаване изискват скъпоструваща апаратура, продължително време на въздействие и високо квалифициран персонал. Търсят се нови методи за намаляване времето на въздействие и увеличаване ефективността на съществуващото оборудване.

Въз основа на направения анализ на получените резултати и построените диаграми може да бъдат направени следните изводи:

Предложен е компютърно симулационен модел за разпределението на температурните полета в катодния възел на индиректен плазмотрон с помощта на програмния продукт Autodesk Simulation CFD.

Максималната отчетена температура от компютърно симулационния модел е в 10-та s и е в границите от 2170°C до 2200°C. Установено е, че параметрите на температурата остават постоянни след 60-та s и са в границите от 1150°C до 1000°C и се запазват за целия период от 8 часа.

Резултатите от компютърно симулационния модел са сравнени с данни, получени от реален експеримент. Установено е, че разработения модел, адекватно пресъздава процесите на разпределение на топлинното поле в дълбочина на катода.

**B.4.2. Yordanov K., Hadzhidimov I., Zlateva P., Stoyanova A., Testing and clearing the high temperature module error from 0 to 1250°C for measurement with 16 k-type thermocouples, XX-th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies SIELA 2018, ISBN: 978-1-5386-3420-2, pp. 480-483, DOI: 10.1109/SIELA.2018.8447096**

В настоящата статия е разработено устройство за измерване на температура за измерване на 16 температури с термодвойки тип К в температурния диапазон от 0 до 1250°C, наречено "високотемпературен модул а 16 термодвойки". Устройството е базирано на електронната платформа ARDUINO, която е с лесен за ползване свободен хардуер и софтуер и са проведени експерименти върху електросъпротивителни пещи, със значителни грешки в измерването на температурата в пещта. Работата представлява сравнение на математическата трансформация в усилвателя и нейното усъвършенстване. Описан е дизайнът на модула, експерименталното проучване на модула и резултатите от тестовете.

Въз основа на анализа на направените експерименти може да бъдат направени следните изводи:

- Проектиран и изработен е 16 канален модул за измерване на температура в интервала 0÷1250°C. Той дава възможност за получаване на прецизни резултати при провеждане на изследвания и анализ на термични процеси.
- Модулът за измерване на температури е тестван чрез сравнителни методи в различни температурни интервали. Сравняването на експерименталните и референтни температури показва, че при различните интервали разликата е най – висока при 0°C и с повишаване на температурата грешката намалява. Тъй като от най – голямо значение за анализа е участъкът с високи стойности на температурата може да се приеме, че точността на измерване е достатъчно добра.
- Разработен е модул като при изработката са използвани стандартни, доказали се в практиката елементи, устройства, преобразователи, програмни продукти и други, с оглед по – лесната работа на модула, както и по – добра надеждност, взаимозаменяемост и ремонтпригодност.

**B.4.3. P Zlateva and K Yordanov, Comparative analysis of the study of microclimate parameters in wooden houses in North-Eastern Bulgaria, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 595, Art. No 012017, ISSN: 17578981, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/595/1/012017>**

Предмет на настоящето изследване са някои параметри на микроклимата в къщи, изработени от естествена дървесина във фасадните стени в североизточна България. Това е необходимо, за да се идентифицират някои от най-важните параметри, които влияят върху човешкото здраве и ефективно да подобрят енергийната ефективност в съвременните дървени жилищни сгради. Измерени са вътрешна температура, относителна влажност и скорост на въздуха, концентрация на CO<sub>2</sub>, фини прахови частици и летливи съединения. Измерват се и външната температура и относителната влажност на въздуха. Измерванията са направени в два последователни сезона. Резултатите от изследванията показват, че дървото е естествен термоизолиращ и влагорегулиращ материал. Предложеният анализ може да се приложи към всички проекти за енергийна ефективност в райони със сходни климатични условия.

Сравнителният анализ на проведените проучвания показва, че според законодателството на България и в двете дървени къщи средното количество за PM<sub>2,5</sub> е 30 µg/m<sup>3</sup>, а за PM<sub>10</sub> е 40 µg/m<sup>3</sup> и е няколко пъти по-ниско от граничните стойности. Скоростта на въздуха в помещението е по-ниска от максимално допустимата за минимални изисквания за микроклимат - до 0,2 m/s. Оптималната влажност на въздуха е между 40 и 60%, а максималната влажност е между 30 и 75%. Анализът на резултатите от измерването на концентрацията на CO<sub>2</sub> показва, че в 88,6% от случаите стойностите между 300-600 ppm, които не надвишават препоръчителната горна граница от 1000 ppm за въздух с приемливо качество, се надвишават за продължителен период от време. Анализът на температурните зависимости показва, че външната температура не оказва съществено влияние върху вътрешната, което доказва добрите изолационните свойства на дървените къщи. Анализът на резултатите може да се приложи за всички проекти за енергийна ефективност в райони със сходни климатични условия.

**B.4.4. D M Dimitrov, S D Slavov and K K Yordanov, Stiffness design of machine tools structures by topology management optimization approach, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 595, Art. No 012071, ISSN: 17578981, <https://doi:10.1088/1757-899X/564/1/012071>**

В настоящата работа е представена симулация, базирана на методологията за анализ на крайни елементи, използваща възможностите на софтуера COMSOL Multiphysics, която позволява едновременното определяне на величината и разпределението на напреженията от различни случаи на натоварване от работата на машината.

Корпусите на машините са направени като заварени или отлети части, с относително тънки външни стени, подсилени с ребра, които осигуряват необходимата твърдост. Често за изчисляване на дебелината на външните стени и размерите на ребрата се използват емпирични формули, които не отчитат разпределението на натоварването в различни области на тялото и които имат повишен коефициент на сигурност. Този подход не отговаря на съвременните изисквания за дизайн и производство, тъй като не води до оптимални решения. След това алгоритъмът за управление на оптимизацията на топологията се използва за отстраняване на ненужния материал от корпуса на машината въз основа на изчисленото разпределение на напрежението в предишната стъпка. Показани са резултатите, постигнати след изпълнението на проучването за оптимизация на топологията и обсъдени.

На базата на направените анализи на резултатите са направени следните изводи относно приложимостта на представения подход и са определени също целите за неговото бъдещо развитие и подобряване:

- Топологично оптимизираният дизайн е използван като шаблон за реконструкция на оригиналната конструкция на колона. Решетки от бионичен тип с укрепващи ребра са добавени само в онези области, където материалът не е отстранен след процеса на оптимизация на топологията.

- По този начин е постигнато намаляване на масата на колоната от първоначалните 865 kg на 719 kg, или намаление от 17%. От резултатите, за изчислените измествания в трите посоки X, Y и Z за първоначалната и оптимизираната конструкции на колони, се вижда, че те леко се увеличават. Най-голямото увеличение на изместването се наблюдава в посока на оста Y при товар 1, което е 1,55  $\mu\text{m}$ .

**B.4.5. Penka Zlateva, Krastin Yordanov, Experimental study of heat pump type air-water for heating system performance, E3S Web Conference Volume 112, 2019, 8th International Conference on Thermal Equipment, Renewable Energy and Rural Development (TE-RE-RD 2019), Art. No 01007, ISSN: 2267-1242, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911201007>**

Разгледана е работата на термопомпената система въздух-вода, която осигурява отопление на помещенията за административна сграда в гр. Варна. За целта са разгледани прекъснат и непрекъснат режими на работа на термопомпената система през зимата. При прекъснатият режим на работа се използват два броя водогрейни котли. Изследванията са проведени като са използвани реални стойности на външната температура на въздуха и работните характеристики на термопомпената система. След това е изчислена сезонната ефективност на работа на термопомпата. Също така са определени минималната температура на външния въздух, до която е възможно отоплението с термопомпата и продължителността и на работа при температури на външния въздух, по-високи от проектната. И накрая е направен икономически анализ от използването на термопомпената система.

На базата на направените анализи, могат да бъдат направени следните изводи:

- Експерименталните резултати за сезонната ефективност на термопомпената система въздух-вода за отопление в двата температурни интервала от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+15^{\circ}\text{C}$  и от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $+19^{\circ}\text{C}$  са съответно  $COP_{-5^{\circ}\text{C}+15^{\circ}\text{C}} = 2,808$  и  $COP_{-5^{\circ}\text{C}+19^{\circ}\text{C}} = 2,813$  и са основание за твърдението, че термопомпената система въздух-вода работи ефективно в режим на отопление при прецизно измерените температури на външния въздух, характерни за черноморска климатична зона.
- Икономическият анализ показва, че разходите за консумираната ел. енергия от термопомпената система за зимния отоплителен сезон в разгледаните температурни интервали са изключително ефективни. Резултатите от изследването може да бъдат използвани както при проектиране на термопомпени системи въздух-вода, така и при обследване на сгради за енергийна ефективност.

**B.4.6. Krastin Yordanov, Iliya Hadzhidimov, Precision of Infrared Cameras in Imaging Power Electronics Elements, TEM Journal, 2019, Volume 8, Issue 4, ISSN: 2217-8309, pp. 1-8, <https://doi.org/10.18421/tem84-23>**

Електрическата мощност в електронните компоненти е свързана с голямо количество топлина, която трябва да бъде отстранена, за да се избегне риск от повреда поради прегряване. Тази статия представя анализ на прилагането на инфрачервена камера за правилна оценка на температурното поле. Това е необходимо по отношение на спецификата на измерването на температурата по отношение на силовите електронни елементи по време на различни режими на експлоатация. Използвана е инфрачервена термокамера Flir i7. Извършват се тестови измервания и се обсъжда влиянието на основните измервателни параметри върху топлинното излъчване на телата. Изчислява се уравнението на регресията за корекция на температурата.

От направеното изследване могат да бъдат направени следните изводи:

- Реализиран е сравнителен анализ на измерването на инфрачервената термокамера и обектните температури на елементите на силовата електроника с два фактора - разстояние до обектива на камерата и измерена контактна температура на обекта.
- Въз основа на измерванията се изчислява уравнение за регресия. Това уравнение може да бъде приложено за корекция на температурата на безконтактното измерване. Разликата между измерванията се причинява от грешката на ръчното измерване поради отклонение на насочването на лицето на обекта. Максималната разлика между контактната температура и коригираната е  $1,5^{\circ}\text{C}$ .
- Анализът може да се извърши на различни камери за промишлено изпълнение по отношение на температурната корекция. Стъпка напред в това изследване може да бъде опитът да се намери връзка между измерванията на температурата и топлината, отделяна от повърхностите на обработените електронни елементи.



**B.4.7. Krastin Yordanov, Iliya Hadzhidimov, Peycho Popov, Application of Raster to Vector Conversion in Power Electronics Thermal Infrared Images, TEM Journal, 2020, Volume 9, Issue 2, ISSN 2217-8309, pp. 1-8, doi: 10.18421/tem92-01**

Настоящата разработка включва процедура за преобразуване на растерното изображение във векторно с възможност за определяне на температурата до ниво пиксел от дисплея на персонален компютър, определяне на средноинтегрална температура в определени зони, както и определяне полето на градиента на температурата в двумерната декартова координатна система на изображението.

Инфрачервената термография е широко използвано съвременно средство за определяне на топлинното натоварване на електронната апаратура. С помощта на термографските изображения могат да се определят температурните полета в елементи на силовата електроника в работен режим и да се оптимизират режимите им на работа с цел предотвратяване на повреди вследствие прегряване. В настоящата разработка се предлага алгоритъм за пресмятане на градиента на температурата по повърхността на изследваните обекти на база термографско изображение.

От направените изследвания може да бъдат направени следните изводи:

- При анализа на термографските изображения, свързани с температурните полета на елементи и съоръжения от силовата електроника, успешно може да се прилага дигитализирането на растерното изображение с цел детайлно определяне на температурите във важни точки на обекта от гледна точка на нормалното функциониране на тези елементи и създаване на поле на температурния градиент за мониторинг на работата и подобряване на охлаждането.

- При пресмятане на двете компоненти на топлообмена от отделящите топлина повърхности – радиационна и конвективна, трябва да се има предвид точното определяне на важни топлотехнически параметри като степен на чернота на повърхностите и особено коефициентът на конвективен топлообмен, които до голяма степен влияят върху количеството отделена топлина и се използват в софтуера за числено моделиране на топлинни процеси.

**B.4.8. Yordanov, K., Hadzhidimov, I., Zlateva, P., Electronic equipment measuring device for heat quantity through a flat wall, 25th Scientific Conference on Power Engineering and Power Machines, PEPM 2020; Code 165402, E3S Web of Conferences, Volume 207, Art. No 01006, ISSN: 2555-0403, pp. 1-8, DOI: 10.1051/e3sconf/202020701006**

В статията е представено експериментално проучване за изчисляване на количеството топлина през плоска стена чрез електронна система. Целта е измерване на температурата на външната и вътрешната стена на помещението в продължение на 20 дни с интервал от 1 минута на измерване. Разгледан е преходен режим. Измерените данни са събрани на неизолирана южна стена на сградата на кампуса на Техническия университет във Варна. Параметрите на стенните слоеве трябва да бъдат известни за избора на околната площ. За да се намалят грешките при измерването на температурата на външната страна на стената, причинени от слънчевата радиация, температурният сензор е боядисан в сиво. Експерименталното оборудване за измерване на количеството топлина се състои от две плочи, всяка с 4 температури, фиксирани в правоъгълник. Сензорите са разположени в равна зона, за да се получат по-точни резултати от експериментално изследване. Решаването на задачата се осъществява с помощта на класическото уравнение на топлопроводността.

От направеното изследване могат да бъдат направени следните изводи:

- Експерименталните температури се обработват от платформата на микропроцесора, базирана на платката Arduino. В резултат на това е изчислена средната температура на всяка плоча със сензори.
- Системата за измерване на температурата, записване на данни и обработка на резултатите работи в реално време, за да се получи топлина през трислойна стена с известни топлинни параметри за голям период от време.
- Анализът на резултатите води до заключението, че е възможно да се намери правилно поведение на топлинния поток по отношение на околната температура по време на специфичен работен режим на климатичната инсталация, предназначена за отопление и охлаждане.

**B.4.9. Zlateva, P., Yordanov, K., Petkova-Slipets, R., A study of the thermal properties of an alternative straw-containing building material, 25th Scientific Conference on Power Engineering and Power Machines, PEPM 2020; Code 165402, E3S Web of Conferences, Volume 207, Art. No 01004, ISSN: 2555-0403, pp. 1-7, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020701004>**

Топлинният комфорт на сградите обикновено се осъществява с помощта на устойчиви материали, получени от естествени източници и това е една от предпоставките да се разработят смеси от тях. Целта на настоящата статия е да се оцени влиянието на сместа от глина, пясък и слама върху топлинния комфорт. За да се постигне това, са приготвени няколко вида образци във формата на плочи от глина и пясък в комбинация с различно количество слама. Изследванията са направени като е определен коефициента на топлопроводност по метода на неограничения плосък слой. Резултатите показват, че комбинацията от различното количество слама може да се счита за добра армировка в матрицата от пясък и глина. Направено е и 3D моделиране в средата на програмен продукт, работещ по метода на крайните елементи (FEA). Разработен е прогнозен модел на топлинното поведение на образците от различните смеси. Полученото разпределение на топлинното поле и коефициента на топлопроводност са сравнени с експерименталните резултати и показват адекватност.

Въз основа на направените анализи могат да бъдат направени следните изводи:

- В зависимост от количеството слама, добавено към глинесто-пясъчната смес, получените резултати за стойността на топлопроводимостта на пробите с най-ниско съдържание на слама са  $k_2 = 0,436 \text{ W/(m.K)}$  и с най-високо е  $k_4 = 0,228 \text{ W/(m.K)}$ . Установено е, че с увеличаване на количеството слама коефициентът на топлопроводимост намалява, т.е. материалът придобива по-добри изолационни свойства.
- Симулационното моделиране на стационарна топлопроводимост в изследваните плочи с матрица от глинени и пясъчно-сламени добавки чрез математическия модел възпроизвежда адекватно протичащите в тях топлинни процеси и показва добра повторемост на получените резултати.

**B.4.10. Petkova-Slipets, R., Yordanov, K., Zlateva, P., A comparative thermal analysis of walls composed of traditional and alternative building materials, Civil and Environmental Engineering, Volume 16, Issue 2, 2020, ISSN: 1336-5835, pp. 388-395, DOI: 10.2478/cee-2020-0039**

Изследването е насочено върху сравняването на топлинното поведение на стени от традиционен и алтернативен строителен материал. Изследвани са 5 типа стени, които са на основата на керамични решетъчни тухли и на смес от глина, пясък с различна добавка на слама. Чрез използване на специализиран софтуер и метода на крайните елементи (FEA) е направено моделиране на топлинните процеси и тяхното визуализиране за различните типове стени. Разработен е алгоритъм за симулационното моделиране. Разработените модели показват много добра сходимост на резултатите и са основа за последващо проектиране и топлинно оразмеряване на оградни конструкции от екологично чисти материали.

Въз основа на анализа на резултатите са направени следните изводи:

1. Разработеният алгоритъм за пресмятане на топлинни потоци на стени от различни материали е адекватен и дава възможност да се прилага на специализиран софтуер, за да се прогнозира протичането на топлинните процесите като се варира с входните параметри.

2. Симулационното моделиране на стационарна топлопроводност в изследваните типове стени от керамични решетъчни тухли и стени с матрица от глина и пясък с и без добавки от слама чрез математичния модел адекватно пресъздава протичащите топлинни процеси в тях и показва добра повтаряемост на получените резултати.

3. Влагането дори и на малки количества слама към смес от глина и пясък значително повишава термичното съпротивление, респ. намалява коефициента на топлопреминаване на стените Type 3, Type 4 and Type 5. В зависимост от количеството на добавената слама към матрицата от глина и пясък, получените резултати за стойността на коефициента на топлопреминаване за стените с най-ниско съдържание на слама е  $U_3 = 1,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  и с най-високо е  $U_5 = 0,67 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

## **Резюмета по показател Г.7 - научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация**

**Г.7.1. Stoyanova, A., Mechkarova, T., Konsulovabakalova, M., Yordanov, K., Argirov, Y., Investigation of strained and deformed state of low carbon plates after welding, UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering, 2020, 82(3), ISSN 1454-2358, pp. 263–274, [https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev\\_docs\\_arhiva/fullbd3\\_727198.pdf](https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/fullbd3_727198.pdf)**

В работата е показано ръчно електродъгово заваряване на стомана с електрод. Представено е изследването на процесите на топлообмен и появата на деформации и опън при заваряване на стоманени плочи. За тази цел е разработен симулационен анализ на обекта. Резултатите за разпределение на деформации и деформации във всяка точка от обема на изследвания модел са получени чрез термичен и статичен анализ. Определянето на напрежения и деформации след заваряване в условията на нестационарен топлообмен и еластично-пластично изместване на метала, което води до необходимостта да се използват приблизителни методи чрез прилагане на съвременни средства за програмиране.

От направеното изследване могат да се изведат следните изводи:

- От металографския анализ е видно, че както в метала, който е бил заварен с ABRADUR54, така и в различните зони на фуги, няма налични макродефекти (пукнатини, непроникувания, подрязвания и др.) Само в няколко случая могат да се наблюдават случайни макропори, но те се срещат спорадично. От микроструктурния анализ е видно, че дендритите, насочени към границата на легиране, се наблюдават в заварените зони с твърдо покритие.
- Демонстрираният метод за 3D моделиране на процесите за пренос на топлина и оценка на напрегнатото състояние при ММА заваряване с твърдо покритие има универсален характер. Използването на продукт като SolidWorks позволява тестване на различни заваръчни технологии, чрез промяна на началните параметри на режимите или чрез използване на различни материали.

**Г.7.2. Stoyanova, A., Mechkarova, T., Konsulovabakalova, M., Yordanov, K., Argirov, Y., Computer simulation thermal analysis of low carbon plates welded with electrode abratur64, UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering, 2020, 82(4), ISSN 1454-2358, pp. 179–190, [https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev\\_docs\\_arhiva/fulla6f\\_279381.pdf](https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/fulla6f_279381.pdf)**

Целта на тази работа е да се разработи компютърен симулационен модел за изследване на процесите на пренос на топлина в плочи, които са ръчно електродъгово заваряване. В това изследване процесът на топлопренасяне се симулира с SolidWorks Thermal Analysis. Материал върху плочата е стомана DD11, подложен на ръчно електродъгово заваряване (ММА) със заваръчни електроди ABRADUR 64. В резултат се определя разпределението на температурата в различните зони за термична обработка.

За да се получат желаните резултати се тества заваръчна машина на фирма ESAB, избрани режими и работа и електродно заваряване.

От металографския анализ е видно, че в образеца съществуват някои пори с произволен характер. Няма дефекти от друг вид. Няма пукнатини, неметални включвания, подрязвания или други на границата на легиране, или в зоната, засегната от топлината (HAZ), или в заварения метал с твърдо напластяване. В зоната на твърдо заварения заварен метал има силна дендритна структура. Легираният електроден метал укрепва заварената повърхност с твърдо покритие.

Обобщавайки резултатите от зададените параметри с помощта на разработения компютърен симулационен модел на процесите на топлообмен в плоски заварени проби от ММА, можем да открием с достатъчна точност разпределението на температурата в реални обекти и да се направят следните изводи:

- Въз основа на създадения компютърен модел беше установено, че при ММА заваряване с твърдо покритие на пробите площта на топлинното въздействие не достига критичната температура, което е предпоставка да се смята, че в него няма да има структурни промени, водещи до унищожаване.
- Изследванията на температурното поле позволяват да се предскажат дефекти в заваряването с твърдо покритие в зона и в зоната, засегната от топлината, както и появата на остатъчни напрежения.

**Г.7.3. Zlateva, P., Yordanov, K., Tudorache, A., Cirtina, L.M., An analysis of energy resources in Bulgaria and Romania, Proc. of 21st International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA 2020, ISBN: 978-1-5386-3420-2, pp. 1-4, DOI: 10.1109/SIELA49118.2020.9167132**

В настоящата статия е представен анализ на енергийните ресурси в България и Румъния. Целта на това проучване е да представи необходимостта от енергиен микс в енергийната система на Румъния и България. Преминава се от традиционните енергийни стълбове, като електроцентрали, работещи с въглища, които са основният производител на електроенергия, към енергиен сектор, където водната енергия и други възобновяеми енергийни източници предлагат по-голяма част от електроенергията. Румъния и България не могат да се справят с единствен източник на енергия, за да постигнат своите собствени енергийни и екологични цели и да гарантират достатъчна сигурност на доставките. Откъдето следва, че енергиен микс е необходим. Това проучване може да помогне при разработването на проекти, свързани с енергийната стратегия на двете страни.

Въз основа на направените по-горе анализи за състоянието на енергийните източници в Румъния и България за периода 2017-2019, може да бъдат направени следните изводи:

1. Възобновяемите енергийни източници са неизчерпаеми в сравнение с изкопаемите горива като въглища и нефт. За разлика от изкопаемите горива, ВЕИ позволяват да се вземат алтернативни решения за енергийните и екологични проблеми.

2. Все още изкопаемите горива са важна част от енергията за България и Румъния, дори ако енергийното споразумение се фокусира върху постигането на целта за намаляване на CO<sub>2</sub> от 80 до 95% до 2050 г., която използва възобновяеми енергийни източници в - 16% дял на производството на енергия от 2023.

Използването на енергиен микс в Румъния и България ще доведе до осигуряването на чиста и възобновяема енергия която да гарантира устойчиво икономическо развитие и ще осигури по-добро качеството на живот.

## **Резюмета по показател Г.8 - научни публикации в нереферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове**

**Г.8.1. Златева П., К. Йорданов, 3D моделиране на сгради при обследването им по закона за енергийна ефективност, Машиностроителна техника и технологии, 2011, №1, ISSN: 1312-0859, стр. 69-73**

В статията е представено компютърно триизмерно (3D) моделиране на сграда със сложна геометрия. За целта е използван програмен продукт Autodesk Inventor. Даден е пример за 3D моделиране на реална сграда със сложна геометрия, на чиято база ще бъде направено обследване по закона за енергийна ефективност (ЗЕЕ).

Съществено място при обследването на сгради по закона за енергийна ефективност (ЗЕЕ) заема определянето на площите на стени, покриви, подземни етажи и др. Задачата се усложнява особено при обекти със сложна геометрия, припокриване на части от стени и пресмятане на лица на фигури със сложна конфигурация.

В общия случай, особено при липса или непълна документация, което е често срещано явление съществува необходимост от цялостна представа за обекта. Разположение на подземните етажи на различни нива и др. При липса на документация извършваният оглед не дава пълна информация за разположението на елементите на сградата, например ако има подземни етажи на различни нива. Всичко това налага използването на съвременните средства за моделиране и онагледяване на подлежащите за обследване по ЗЕЕ обекти.

Използваният програмен продукт Autodesk Inventor се явява мощно средство при решаване на задачи за определяне на геометрични характеристики на елементи на обекти за нуждите на пресмятания свързани с обследване на сгради за енергийна ефективност. Това води до подобряване на изчислителната част и повишаване качеството на резултатите от обследването. С този продукт стават „видими“ невидимите от документацията и реалния оглед части от обекта на обследване.



**Г.8.2. Златева П. Н., Йорданов К. К., Аргиров Я. Б., Моделиране на процеса на охлаждане след електросъпротивително нагриване на тънки метални пластини от стомана КП08, Годишник на ТУ-Варна, 2013г., ISSN: 1311-896X, стр. 66-69**

Представени са резултати от теоретико-експериментално изследване на нестационарна топлопроводност при охлаждане след електросъпротивително нагриване на тънки пластини от стомана 08кп. Установена е възможността, с помощта на програмен продукт, да се представи протичането на процеса, като се варира с изходните параметри.

Задачата е свързана с теоретични изследвания на процеса на охлаждане след електросъпротивително нагриване и по-конкретно с влиянието на процеса на охлаждане във въздушна среда на образци от стомана 08кп с дебелина 0,5 mm.

За решаване на настоящата задача са използвани програмни продукти: Autodesk Inventor и Autodesk Simulation CFD, с помощта на които се представя разпределението на температурата в пластината при процес на охлаждане.

На базата на анализа от направеното изследване може да бъдат направени следните изводи:

- Съпоставянето на резултатите, от теоретичното и експерименталното изследване на изменението на температурите при охлаждането на тънката метална пластина след електросъпротивителното нагриване, показва, че симулационните изследвания, чрез математичния модел, адекватно пресъздават процесите на разпределение на температурното поле в реалния обект.
- Разработеният симулационен модел за 3D моделиране на процеса на охлаждане при плътни образци, позволява използването на софтуерни продукти, с помощта на които може да се предскаже протичането на процесите, като се варира с изходните параметри.
- Опитът за теоретичното описание на изменението на температурното поле в огладания метал след скоростно нагриване ще осигури възможност и за обяснение на извършващи се промените в структурата на заваряваните части, за качествата и възможните деформации в получените съединения.

### **Г.8.3. Мечкарова Т., Скулев Х., Йорданов К., Симулационно моделиране на температурните полета върху плазмотрон за азотиране, НТСМ Научни Известия -1, 2014г., ISSN: 1310-3946, стр. 402-406**

В статията е разработен компютърно симулационен анализ на разпръснатите топлинни потоци в непряка горелка за азотиране на газ, използвайки софтуери Solid Works и Autodesk Simulation CFD. Различни методи за използване на поток от йонизирана плазма като източник на енергия са прилагани още през 50-те години на миналия век, но едва в последните години те намират широко приложение в областта на химикотермичната обработка на металите. Процесът се основава на йонизацията на различни газове чрез електрическа дъга и фокусиране на плазмената струя върху изделието посредством разработена специална дюзова конструкция на индиректен плазмотрон.

Плазменото азотиране е една от широко използваните техники за повишаване повърхностната твърдост на материала. Процесът се характеризира с дифузия на азотни атоми в металната повърхност в присъствието на плазмена среда.

Разгледано в теоретичен аспект, топлинните потоци върху повърхността на катода са непосредствено свързани с физичните процеси, които протичат в при електродната област и стълба на дъгата. При съставен катоден възел с два или повече волфрамови електрода, челната им повърхност се загрява от електрическата дъга главно в резултат на топлинното и въздействие.

Обобщавайки резултатите се вижда, че разминаването между експериментално получените данни за разпределението на температурата в катода и компютърно симулираните данни при еднакво зададени работни условия е в порядъка на няколко процента, което ни дава правото да твърдим че модела е адекватен и може да послужи за бъдещи разработки.

Получените резултати от компютърния модел показват, че избраната конструкция на индиректен плазмотрон PTN50, с три електрода пресъздават най точно резултатите от експеримента.

За най-удачен приемаме анализа на модела с продължителност на въздействие 80s, след това време настъпва стабилност на работа на индиректния плазмотрон и по-дълъг живот на електродите.

**Г.8.4. Мечкарова Т., Скулев Х., Йорданов К., Влияние на флуидните потоци върху ресурсните изпитвания на катодния и анодния възел в плазмотрон PTN50, НТСМ Научни Известия -1, 2014г., ISSN: 1310-3946, стр. 407-411**

Плазменото азотиране е една от най-широко използваните техники за повишаване повърхностната твърдост на материала. Процесът се характеризира с дифузия на азотни атоми в металната повърхност в присъствието на плазмена среда.

Плазменото азотиране работи на принципа на получаване на тлеещ разряд. Той възниква при наличие на два електрода с различен потенциал, поставени в газова среда с понижено налягане и приложено към тях високо напрежение. При определена стойност на напрежението около електрода с по-нисък потенциал се получава тлеещ разряд. Плазменото азотиране се осъществява в среда от аномален тлеещ разряд, където образеца е изцяло покрит с дъга, като едновременно с това се повишават тока и напрежението. Образецът може да бъде нагрят посредством пренасяне на енергия чрез йонно бомбардиране. По този начин на повърхността му достига азот, който дифузионно прониква във вътрешността.

От направените експерименти и изследване за плазменото азотиране могат да се изведат следните изводи:

- Изменението на работният ток в диапазона от 300 до 500 А не оказва съществено влияние върху стабилността на процеса на работа на плазмотрон PTN50. Формата и размерите на катодния възел и дюзата оказват съществено влияние на стабилността на плазмената дъга и параметрите на протичане на процеса азотиране.
- Анализът на ефективната работа и ресурсните изпитания на конструирания плазморон PTN50 показват, че стабилността на процеса плазмено газово азотиране с индиректен плазмотрон се определя от ресурса на анодния и катодния възел.
- Получени са резултати за тегловния разход на електроден материал от катодния и аноден възел. Отчетената максимална температура в пристенната зона на дюзата е 820°C, а скоростта на изтичане на охлаждащият флуид е 20 m/s, при запазване температурата му от 27°C, което не предполага създаването на парогазов мехур в охлажданите възли.

**Г.8.5. Антонов Г., Аргиров Я., Стоянова А., Йорданов Кр., Анализ на напрегнатото състояние при заваряване на медни пластини., НТСМ Научни Известия -1, 2014г., ISSN: 1310-3946, стр. 412-415**

За продукти чрез заваряване на медни листови материали често се появяват пукнатини в заваряването и около зоната на заваряване и деформации поради появата на остатъчни напрежения. Задачата, дадена за решаване в тази статия, е дефиницията на възникналите след ВИГ заваръчни напрежения и деформации по отношение на преходния топлообмен и еластично-пластичното поведение на медта. Анализът беше извършен чрез моделиране на напрежение и деформирано състояние след заваряване на ламаринени проби от мед с помощта на SolidWorks. Резултатите са коригирани на напрежението и деформацията по време на заваряването (нагриването) и охлаждането на пробите.

Обект на изследване са образци от тънки медни пластини, с размери: 100x15x1,2mm. В програма SolidWorks е създаден триизмерен модел на образците от мед, заварени чрез ВИГ заваряване. Определянето на напреженията и деформациите, породени от температурното въздействие, с помощта на компютърно симулационен модел в средата на SolidWorks, изисква предварително извършване на термичен анализ на разглеждания обект от началото на нагриване до пълното му охлаждане.

Показаните резултати от симулационния анализ напълно съответстват на теоретичните постановки относно появата и разпределението на термичните напрежения при ВИГ заваряване на тънки медни пластини. Чрез дадените на фигурите разпределения се установят максималните стойности на напреженията и деформациите във всички точки от обема на обекта.

След симулиране на процеса ВИГ заваряване, може да се оцени големината на остатъчните напрежения и да се предвиди влиянието им върху работните напрежения на конструкцията. Демонстрираният метод чрез 3D моделиране на процесите на топлопренасяне и оценка на напрегнатото състояние след ВИГ заваряване на образци от мед има универсален характер. Използването на продукт като SolidWorks дава възможност за експериментиране на различни методи на заваряване, като се варира с изходните параметри на режимите или използване на различни материали.

**Г.8.6. Стоянова А.М, Златева П.Н., Йорданов К. К., Аргиров Я.Б.,  
Изследване на температурното поле при запояване на тънки медни  
пластини., НТСМ Научни Известия -1, 2014г., ISSN: 1310-3946, стр. 416-  
419**

В настоящата статия са представени резултати от експериментални изследвания на температурното поле при запояване на тънки медни пластини. Компютърното моделиране е направено в средата на софтуера SolidWorks. Резултатите от разпределението на квазitemпературното поле в областта на топлината за запояване ще помогнат за оптимизиране на термичния процес. Определено влияят върху скоростта и времето на съобразяване с термичната обработка.

Предмет на нашите изследвания е спояване на тънки медни пластини с размери 100x15x1,2mm, чрез газо-кислородно запояване. При запояване на мед и сплавите му трябва да се има предвид, че поради високата топлопроводимост на медта се изисква по-силен пламък, отколкото при тази на стоманата, затова е необходимо използването на заваръчни източници с повишена линейна енергия, а също и прилагането на предварително и съпътстващо подгряване.

Въз основа на проведените по-горе експерименти и получените резултати от симулационния модел при изследване на топлинните процеси при запояване на тънки медни пластини може да бъдат направени следните изводи:

- Обобщавайки резултатите от стойностите на температурите, получени при моделирането и при замерванията, проведени при реалния експеримент е установена разлика от 3-5%. Това е основание да твърдим, че има верификация между резултатите от симулационния анализ на модела и данни от експерименталното изследване.
- Чрез симулирането на нестационарен топлообмен в средата на програмен продукт SolidWorks е пресъздадено адекватно разпределението на температурата в различните термично третирани зони.

Представените по-горе изводи, са основание да се направи заключение, че получените резултати от теоретико-експерименталните изследвания позволяват да се подберат подходящите технологични режимни параметри, като се варира с изходните параметри.

**Г.8.7. Златева П.Н., Йорданов К. К., Стоянова А.М, Антонов Г.А.,  
Теоретико-експериментално изследване на топлинните процеси при  
ВИГ (141) заваряване на медни пластини., НТСМ Научни Известия -1,  
2014г., ISSN: 1310-3946, стр. 420-423**

В статията са представени резултати от експериментални изследвания и симулационен анализ на процесите на топлообмен при ВИГ заваряване на тънки медни пластини. Термичните процеси се тестват с термодвойки и термокамера Raytek MX6.

За тази цел са избрани подходящи параметри на технологичния режим за ВИГ заваряване и е разработен симулационен модел на тънки медни пластини в средата на софтуера SolidWorks.

Въз основа на проведените по-горе експерименти и получените резултати от симулационния модел при изследване на топлинните процеси при ВИГ заваряване на тънки медни пластини може да бъдат направени следните изводи:

- Изследванията на възникващото температурно поле в материала при ВИГ заваряване са осъществени чрез набор от съвременни стандартни и създадени специално за целите на настоящото изследване физични модели за числени симулации. За целта са създадени няколко модела, в резултат на последователно усъвършенстване с цел по-пълно отчитане на конкретните физични параметри и експериментално наблюдавани зависимости в изследваните тънки медни пластини.

- Обобщавайки резултатите се наблюдава, че отклоненията между експериментално получените данни за разпределението на температурата в заваръчния шев и компютърно симулираните данни при еднакво зададени работни условия е в порядъка на няколко процента, което е основание да твърдим, че модела е адекватен и отговаря на реалните условия.

Представените по-горе изводи са основание за потвърждаване на възможностите за добри приложения на получените резултати. Това ще спомогне да се подберат подходящите технологични режимни параметри за ВИГ заваряване на тънки медни пластини, основавайки се на теоретико-експериментални изследвания, които ще окажат съществено влияние върху структурните изменения и механичните свойства в разглежданите зони на термично влияние.

**Г.8.8. Димитров Д.М. , Йорданов К.К., Златева П.Н., Проектиране на образци за ултразвуково изпитване на умора НТСМ Научни Известия - 1, 2014г., ISSN: 1310-3946, стр.440-443**

Ултразвуковите резонансни машини за умора, работещи при 20kHz, са широко използвани в наши дни, тъй като времето за тестване може значително да бъде намалено. Поради режима на резонансна работа, аксиалната собствена честота на образците за ултразвукова умора трябва да бъде същата като работната честота на машината. За правилното проектиране на образците трябва да се измери динамичният модул на Юнг на материала. Поради вътрешното затихване се получава интензивно нагряване в гърлото на пробите, така че трябва да се изгради адекватна охладителна система. За изследван материал - спечена неръждаема стомана 304 ( $\rho = 6,9 \text{ g/cm}^3$ )  $E = 136,53 \text{ GPa}$  и коефициент на загуба  $\eta = 0,00041$  се получават експериментално с помощта на импулснорезонансен метод. Дължината на пробата и разпределението на напрежението се получават чрез МКЕ в Comsol Multiphysics 4.3b. Използвайки определен коефициент на загуба и комбинирайки структурни механични и уравнения за топлопреминаване, се получава еволюция на температурата по време на изпитването. За охлаждане е подходящ охладен въздух с температура под  $-10^\circ\text{C}$  и висок дебит и налягане.

В разработката е направена методика за проектиране на образци за ултразвуково изпитване на умора при 20kHz. Разработен е Labview софтуер за определяне на еластичните константи и демпфиращите характеристики на материалите по импулсно резонансен метод. Определени са експериментално  $E=135,53 \text{ GPa}$ ,  $\eta=0,0004$  на изследваните заготовки от синтерована Ст 304. Полученият модул на Юнг е използван при пресмятане по МКЕ на размерите на образец за ултразвукова умора с хемисферичен концентратор. Полученият коефициент на поглъщане е използван за определяне на температурното поле в образца по време на изпитването. За поддържане на постоянна температура  $< 40^\circ\text{C}$  е необходимо охладителната система да има възможности да подава охлаждащ въздух с температура по-ниска от  $-10^\circ\text{C}$  и висок дебит за реализиране на интензивен конвективен топлообмен.

**Г.8.9. Стоянова А.М., Златева П.Н., Йорданов К.К., Експериментално определяне на влиянието на температурата, термичния цикъл и скоростта на охлаждане при въздушно плазмено повърхностно рязане върху структурата на материала., “Машиностроителна техника и технологии”, бр. 1, 2014г., ISSN: 1312-0859, стр. 17-21**

В настоящата статия е представено експериментално определяне на влиянието на температурата, термичния цикъл и скоростта на охлаждане при плазмена повърхностна обработка на образци от Стомана 3, наварени чрез ръчно електродъгово наваряване с електрод EN400, окончателно обработени чрез ВППР.

Използван е термичния анализ като един от методите за изследване на металите и сплавите и фазовите превръщания, съпроводени с изменение на топлосъдържанието.

Въз основа на анализа на получените резултати и построените диаграми може да бъдат направени следните изводи:

- Разработена е методика за определяне влиянието на температурата, термическия цикъл и скоростта на охлаждане при плазмена механична обработка (рубене).
- От направения макроструктурен анализ се вижда високото качество на повърхнините след повърхностното плазмено рубене което е основна цел при такъв вид обработка.
- От поставения критерий за оценка на получените слоеве може да се направи извода, че ВППР притежава следните преимущества пред другите видове повърхностни обработки като повишена микротвърдост на обработваната повърхност при еднакви други условия, по-голяма дълбочина на уякчената зона и по-малка зона на термично влияние.
- Сравняването на експерименталните и теоретичните данни при изследването на разпределението на температурата, термичните цикли и скоростта на изменението на температурата при плазмено повърхностно рубене показва разлика в рамките на 2-5% в интервала 643-400°C. Установено, е че микроструктурата е определяща за топлинното поле, възникващо в материалите при ВППР и затова параметрите ѝ задължително трябва да бъдат отчитани при избора на параметрите на плазмената обработка на всеки конкретен материал.



**Г.8.10. Стоянова А. М., Златева П. Н., Йорданов К. К.,  
Експериментално изследване на топлинните процеси при плазмена  
повърхностна обработка., “Машиностроителна техника и технологии”,  
Брой 1, 2014г., ISSN: 1312-0859, стр. 22-26**

В настоящата статия е представена методика за определяне на температурата във функция от времето при образци ръчно електродъгово наварени с електроди за наваряване (ЕН250, ЕН350, ЕН400 и ЕН550) и окончателно обработени с установка за въздушно плазмено повърхностно рязане и рубене.

В настоящата методика е определена температурата при въздушно-плазмено повърхностно рубене и експериментално определяне на термическия цикъл на зададена точка, от обработеното изделие.

Условията на въвеждането на топлината в повърхностно рязания метал не са еднакви при различните методи на повърхностна обработка, в следствие на което е различна ефективността на използване на източниците на топлина.

Въз основа на направения анализ на получените резултати и построените диаграми може да бъдат направени следните изводи:

- Разработена е методика за определяне на температурата във функция от времето при наварени образци обработени чрез плазмена механична обработка (рубене).
- Изборът на електроди се определя от желанния краен химически състав и механични свойства на повърхността на възстановеното изделие. Възстановяването на образците и с четирите използвани електрода (ЕН250; ЕН350; ЕН400 и ЕН550) дава добри резултати, от гледна точка на влиянието на температурата във времето.
- Сравняването на експерименталните и изчислените температури показва, че несъвпадението в участъка на термичния цикъл е 3-5% за различните участъци на интервала. Тъй като ние обикновено се интересуваме от участъка с най високи достигнати температури, можем да приемем, че точността на пресмятането е достатъчно добро, още повече, че при изчисление на средните скорости на изменение на температурата в изследваните интервали несъвпадението е в рамките на 2-4%.

**Г.8.11. Yordanov Kr., Stoyanova A., Argirov J., Determining the properties and structure of welded copper plates and establishing their connection with the temperature field distribution in the studied zones., Structural Integrity of Welded Structures XI, ISCS 2015 Trans Tech Publications, Switzerland, Vol. 1111, ISSN: 1662-8985, pp. 217-222**

Целта на нашето изследване е да се определят свойствата и структурата на материала след заваряване на тънки медни пластини в защитна среда от инертен газ (аргон) с неразтопяем волфрамов електрод чрез определяне на температурните полета по време на заваряване. Този метод на заваряване е добре известен като заваряване с волфрам инертен газ (ВИГ).

От направеното изследване могат да се изведат следните изводи:

- Въз основа на сравнението между теоретичните и експерименталните изследвания по време на ВИГ заваряване на тънки медни пластини може да се заключи, че симулационните изследвания с помощта на математическия модел пресъздават адекватно процесите на разпределение на топлинното поле в дълбочината на истинският обект.
- Обобщаването на резултатите от теоретичните и експерименталните изследвания показва, че при еднакво зададени работни условия разликата между експериментално получените данни за разпределение на температурата в зоните на заварка и компютърно симулираните данни е от порядъка на няколко процента. Следователно моделът е адекватен и може да се използва при бъдещи разработки.
- Избраните методи за измерване на температурата чрез безконтактни методи за измерване показват много добри резултати за разпределението на температурата във времето. Въз основа на тези методи се изчертават кривите на времевата температура.
- Максималната температура, открита в зоната на термично въздействие, е 420°C. Тази стойност е доста под критичната температура, при която се извършват фазови промени в метала.
- Зоната на топлинно действие е сравнително тясна, което се дължи на високата топлопроводимост на медни сплави. При по-високи режими на интензитет на тока ( $I = 85A$ ) се наблюдават дефекти в заваръчната връзка.

**Г.8.12. Атанасов Г., Йорданов К., Камерен термосифон: прототип и стендови изпитания за работоспособност, Топлотехника-12, година 8, книга 1, 2017, ТУ-Варна, ISSN: 1314-2550, стр. 66-71**

Предмет на настоящата работа е устройство за утилизация на нископотенциална топлинна енергия от отпадни води на системи за битово горещо водоснабдяване в сгради, наречено „камерен термосифон“. За това устройство е издадено свидетелство за регистрация на полезен модел от Патентното ведомство на Р. България. В работата е направен обзор на други утилизатори със същото предназначение. Описана е конструкцията на камерния термосифон, на стенд за експериментално изследване на същия, на резултати и проблеми на пусково изпитание.

Идеята за утилизация на топлинна енергия от сградни инсталации за БГВ не е нова. Енергията за БГВ съставлява около 30% от общото енергопотребление в едно жилище. В страни като Канада и Швейцария са разработени конструкции на утилизатори, приложими в съществуващи сгради, наречени „вертикални гравитачни топлообменници.

Проведен е експеримент за пускане и работоспособност. При температура на греещата вода около 65°C термосифонът сработи в режим на изпарение. Утилизираната мощност около 30,0W, което е незадоволително. Считаме, че причините за не закипяването на ацетона са две:

- Въпреки добрата топлоизолация на корпуса на термосифона – топлообменът между тръбата за „отпадна“ грееща вода (изпълнена от медна ламарина 1mm) и елементите на зоната на нагриване на термосифона не е добър. Конструкцията е изпълнена съобразно технологичните ни възможности.
- Ацетонът се намира в ограничено пространство. Връзката между температура и налягане на насищане е различна от тези при кипене в неограничено пространство. Ацетонът ще е подходящ топлоносител за отпадни води с по – високо температурно ниво и за подобрена конструкция на зоната на нагриване на термосифона.

**Г.8.13. Златева П., Йорданов К., Петкова-Слипец Р., Люцканов А. , 3D modeling of thin thermal insulating coatings, Научни трудове на РУ "А. Кънчев" том 55, серия 1.2 Топлотехника, хидро- и пневматика, РУ "А. Кънчев", ISSN: 1311-3321, стр. 42-47**

Изследването представя 3D термичен модел на тънки изолационни покрития, който е разработен с помощта на моделирането на крайни елементи (МКЕ). 3D моделът е в състояние да постигне разпределение на температурата с различни комбинации от технологични параметри. Изчисленото температурно поле и еквивалентната топлопроводимост се сравняват с експериментални измервания. Симулацията, базирана на МКЕ, представя отлична корелация с експерименталните резултати. Това проучване валидира предложения модел за тънки изолационни покрития на базата на синтактната пяна с керамични микросфери.

Синтактната пяна е ново поколение газонапълнен полимерен композитен материал с много добър комплекс от физико-механични и технологични свойства - ниска плътност, нисък коефициент на топлопроводност, добра обработваемост и относително добра якост. Съществува множество информация - както научна, така и търговска, за тази група материали, но тя е силно разнопосочна, напр. коефициентът на топлопроводност варира от 0,001 W/(m.K) до 0,2 W/(m.K).

Въз основа на проведеното математическо моделиране по-горе и получените резултати за топлоизолационното покритие „Актерм“ върху стъкло и гипсокартон, може да бъдат направени следните изводи:

- Разработеният алгоритъм за 3D моделиране на топлинни процеси при различни топлоизолационни материали и покрития, позволява използването на програмни продукти с помощта, на които може да се предскаже протичането на процесите, като се варира с изходните параметри.
- Симулационното моделиране на стационарна топлопроводност в изследваните пластини с основи стъкло и гипсокартон с нанесено тънкослойно топлоизолационно покритие чрез математичния модел адекватно пресъздава протичащите топлинни процеси в тях и показва добра повторимост на получените резултати.

**Г.8.14. Stoyanova A., Mechkarova T., Yordanov K., Study of the influence of the technological parameters of the air-plasma surface gouging on some quality characteristics in the surface layer, Annual Journal of Technical University of Varna, Vol. 1 Issue 1 (2017), ISSN: 2603-316X (Online), pp 105-111, DOI: 10.29114/ajtuv.vol1.iss1.29**

Целта на настоящата статия е да се изследва връзката между технологичните параметри на процеса на въздушно-плазмена повърхностна обработка и качествените характеристики на получените повърхностни слоеве.

Връзките между технологичните параметри на процеса на въздушно-плазмена повърхностна обработка на метали и качествените параметри са получени чрез използване на въртящ се дизайн на експерименти и техники за регресионен анализ.

Четири уравнения за регресия са получени въз основа на проведени експерименти и статистическа оценка, за да се разкрият връзките между технологичните параметри на процеса на издуване на повърхността на въздушната плазма на стомана С45 и някои качествени параметри на повърхностния слой.

Експерименталното изследване, проведено върху проби, обработени чрез повърхностно издълбаване на въздушна плазма, разкри, че режимните фактори, влияещи върху качествените параметри, могат да бъдат класифицирани според тяхната значимост по следния начин:

- Анализът на резултатите, получени в диапазона на промяна на факторите, разкрива, че факторът, който има най-голям ефект върху микротвърдостта, HV0.05, е скоростта на движение на горелката. Това се дължи на промяна в количеството топлинна енергия, насочена към повърхността на пробата по време на обработката.

- Следващите фактори, значими за твърдостта HV0.05 след повърхностно рязане, са разстоянието „дюза-метал“  $h$  и величината на тока по време на плазменото повърхностно рязане, които имат силен ефект върху твърдостта. скорост на движение на плазмената горелка, площта, обградена от изолините, показваща, че максималната микротвърдост е изместена, така че разстоянието между плазмотрона и пробата да стане по-малка. на тока и разстоянието на дюзата е ограничено.

**Г.8.15. Мунис Т., Златева П., Йорданов К., Особенности при теплопредаването на дълъг гладкостенен нискотемпературен наклонен термосифон от мед, Ø16x1, L=1,600m, Топлотехника-13, година 9, книга 1, 2018, ТУ-Варна, ISSN: 1314-2550, стр. 83-87**

Работата съдържа резултати от експериментално изследване в лабораторни условия на зависимостите на вътрешното термично съпротивление и средната температура на стената в зоната на охлаждане (т.е. на кондензация) на наклонен термосифон от мощността на предавания топлинен поток и от ъгъла му на наклон спрямо хоризонталата. Термосифонът е от медна тръба Ø16x1 и е с дължина L=1,600m. За топлоносител е използван ацетон (степен на запълване 30%). Мощността на предавания топлинен поток е задавана с ел. нагревател в границите - 10W÷50W. Охлаждането е в свободен въздух с температура 21°C. Ъгълът на наклона (т.е.  $\text{tg}\alpha$ ) е изменян от 0,01÷0,50. Констатирано е, че вътрешното термично съпротивление на термосифона намаля с нарастване на мощността на предавания топлинен поток. В интервала на ъгъла на наклон спрямо хоризонталата 0°7' до 5°43' зависимостта е намалящо – растяща като при ъгъл 2°46' има ясно изразен минимум. В интервала на ъгъла на наклон 5°43' до 26°36' зависимостта е линейно нарастваща. Зависимостта на средната температура на стената на термосифона в зоната на кондензация зависи съществено от мощността на предавания топлинен поток и почти не зависи от ъгъла на наклона. При мощност под 20W топлоносителят в термосифона не може да закипи, а при мощност над 50W теплопредаването е в гейзерен режим.

Проведените експериментални изследвания показват, че при степен на запълване с топлоносител 30% на дълги гладкостенни термосифони оптималният (от гледна точка на вътрешното термично съпротивление) ъгъл на наклон спрямо хоризонталата е 2°÷3°.

Средната температура на стената на корпуса на термосифона практически не зависи от ъгъла на наклона, а само от мощността на предавания топлинен поток. При мощност на предавания топлинен поток под 20W топлоносителят в термосифона не може да закипи, а при мощност над 50W теплопредаването е в т.н. „гейзерен“ режим, който е неустойчив и опасен за физическата цялост на корпуса.

**Г.8.16. Мунис Т., Йорданов К., Златева П., Значение на степента на запълване с топлоносител, видът на топлоносителя и ъгълът на наклона за топлопредаването на дълъг наклонен гладкостенен термосифон от медна тръба  $\Phi 16 \times 1$  и  $L=1,600\text{m}$ , Топлотехника-13, година 9, книга 1, 2018, ТУ-Варна, ISSN: 1314-2550, стр. 88-92**

В работата е направено ограничено по обхват експериментално изследване на дълъг нискотемпературен двуфазен наклонен термосифон за значението на вида на топлоносителя, степента на запълване на работното пространство на термосифона с топлоносител и ъгълът на наклон спрямо хоризонталата върху вътрешното термично съпротивление на термосифона и средната температура на стената на корпуса в зоната на охлаждане. Нагриването е осъществено с ел. нагревател, а охлаждането – със свободен въздух. За топлоносители са използвани ацетон и дестилирана вода. За значението на вида на топлоносителя е използван т.н. „критерий на качеството на топлоносителя“, изчислен за температура  $60^\circ\text{C}$ . Осъществявани са степени на запълване с топлоносител 10, 20 и 30%. Ъгълът на наклон на корпуса на термосифона спрямо хоризонталата е изменен от  $0^\circ 5' \div 26^\circ 34'$ . Констатирано е, че при поддържане на стационарни условия на топлопредаване с мощност  $40\text{W}$  и трите фактора влияят съществено върху стойността на вътрешното термично съпротивление и на средната температура на стената на корпуса на термосифона в зоната на охлаждане.

Стойността на вътрешното термично съпротивление на термосифона „ $R_t$ “ съществено зависи от степента на запълване на топлоносителя  $\epsilon$  и от ъгъла на наклон на корпуса на термосифона спрямо хоризонталата  $\alpha$  (т.е  $\text{tg}\alpha$ ). Най-малка е стойността му при  $\epsilon=20\%$ . В интервала  $\text{tg}\alpha = 0,01 \div 0,10$  (т.е  $\alpha = 0^\circ 5' \div 5^\circ 34'$ )  $R_t$  има ясно изразен минимум. Зависимостта на  $R_t$  от  $\text{tg}\alpha$  се апроксимира с алгебрични уравнения – за  $\epsilon=10\%$  - от втора степен, за  $\epsilon=20\%$  - от четвърта степен, за  $\epsilon=30\%$  - от трета степен.

В интервала  $\alpha = 0^\circ 5' \div 26^\circ 34'$  ацетонът е по-подходящия топлоносител, а в интервала  $\alpha = 8,0^\circ 0,5' \div 26^\circ 34'$  по-подходящ топлоносител е дестилираната вода.

**Г.8.17. Атанасов Г., Мунис Т., Йорданов К., Златева П.,**  
**Топлопредаване на дълга топлинна тръба от алуминий с капилярна**  
**система – 36 броя надлъжни канали с напречно сечение 0,5x0,5 mm и**  
**топлоносител - ацетон, Топлотехника-13, година 9, книга 1, 2018, ТУ-**  
**Варна, ISSN: 1314-2550, стр. 93-97**

Направено е изследване за стойностите на вътрешното термично съпротивление и средната температура на корпуса в зоната на охлаждане на дълга (3,0 m) права нискотемпературна двуфазна топлинна тръба от алуминий (Ø17x1,5) с капилярна система – надлъжни канали с напречно сечение 0,5x0,5 mm по вътрешната повърхност на корпуса на тръбата. За топлоносител е използван ацетон. Степен на запълване на работното пространство на топлинната тръба с топлоносител – 10%.

Изследването е направено при хоризонтално и наклонено положение спрямо хоризонталата на корпуса на топлинната тръба, като зоната на охлаждане е разположена над зоната на нагриване. Измерванията са направени при стационарни условия на топлопредаване. Нагриването е осъществено с ел. нагревател. Задавани са мощности 10÷40 W. Охлаждането е със свободен въздух с температура 25,4°C. Ъгълът на наклон е изменян от 0°5'÷26°34'. За сравнение при идентични физични условия и мощност на топлопредаване 40W е изследван и прав дълг (3,198m) наклонен гладкостенен двуфазен термосифон от медна тръба Ø16x1. Констатирано е, че при наклонено положение и вътрешното термично съпротивление и температурата на корпуса в зоната на охлаждане са значително по-ниски при топлинната тръба.

При хоризонтално положение на топлинната тръба температурата на стената на топлинната тръба от алуминий – и в зоната на нагриване  $\overline{t_W^{3H}}$  и в зоната на кондензация  $\overline{t_W^{3K}}$  нарастват с нарастване на предаваната топлинна мощност.  $\overline{t_W^{3H}}$  нараства праволинейно, а  $\overline{t_W^{3K}}$  след Q=30W – намалява темпът на нарастване.

Термичното съпротивление Rt е намаляваща линейна функция – до Q=30W, а след това темпът на намалението се увеличава.

При топлинна мощност над 40W се очаква поява на участъци на осушаване на капилярната система в зоната на нагриване, което ще предизвика прегряване на стената.



**Г.8.18. Spasova D., Yordanov K., Mathematical model of the heat interaction between the metal matrix and the reinforcement phase during the production of Metal Matrix Composites, Annual Journal of Technical University of Varna, Vol. 2 Issue 1 (2018), ISSN: 2603-316X (Online), pp. 1-8, DOI: 10.29114/ajtuv.vol2.iss1.61**

Настоящият документ е от значение за установяването на математическия модел на топлинното взаимодействие между металната матрица (течна фаза-Cu) и армировъчната (твърда фаза-Fe), по време на производството на метални матрични композити (ММК) по метода на капилярно формование.

В този случай топлинен обект се замества с математически модел, съставен и обоснован, за да се изследва първоначалното поведение и свойства, изяснява температурните полета в телата.

Установената симулация изяснява температурните полета и причинно-следствената връзка между металната матрица и армировъчната фаза при формирането на макро и микроструктурата по време на производството на ММК. Симулацията на процеса на леене е одобрен метод за оптимизиране на методите на технологията на леене. Представени са основните възможности, идеология и структура на софтуера "MATLAB FEA", за да се симулира технологията на леене. Възможностите на продукта са илюстрирани от резултатите, получени от компютърна симулация от техническия процес на производство на ММК.

След проведеното разследване, въз основа на получените резултати, се правят следните изводи:

- Въз основа на измерените температури по време на производството на сложен релеф ММК, математически модел на поведението на течната фаза стопилка Cu спрямо армировъчната фаза Fe има са направени.
- Създадена е симулация, която изяснява температурните полета и причинно-следствената връзка между матрицата и армировъчната фаза по време на получаване на сложния релеф ММК от капиляра метод на формование.
- Генерираният математически модел предоставя възможност за изясняване на взаимодействието между течната и твърдата фаза, въз основа на температурното поле, като по този начин към технологията допринасят за очакваното навлажняване на армировъчната фаза.

**Г.8.19. Krastin K. Yordanov, Aneliya M. Stoyanova, Study of the impact of technological parameters on the process of MIG/MAG welding, Power Transmissions'19 Proceedings, Vol. 3, ISBN: 978-619-7383-12-6, pp. 415-418**

Настоящата статия изследва въздействието на технологичните параметри върху процеса на полуавтоматично MIG/MAG заваряване на корабостроителната стомана чрез определяне на броя на дефектите в метала в съединението.

Целта на изследването е да се установят технологичните възможности на метода за полуавтоматично MIG/MAG заваряване чрез използване на методи за планиране на експеримента и математическа статистика за оптимизиране на параметрите на режима по експериментален начин и за създаване на нови методи и средства за подобряване на повърхността качество.

Въз основа на разработената методология и експериментите върху проби от стомана S355N са получени уравнението на регресията и изолиниите, които отчитат въздействието на технологичните параметри на полуавтоматичния процес на заваряване върху броя на дефектите, определени в метала при свързване.

Вижда се, че при долното ниво на заваръчния ток се получават минимален брой дефекти ( $\sim 5 \div 10\%$ ). И двата променливи фактора ( $x_2, x_3$ ) са приблизително еднакви по важност. Необходимо е да се намали заваръчния ток и да се увеличи скоростта на подаване на електродния проводник, за да се намали броят на дефектите в метала в съединението.

Основният метал има феритно-перлитна структура със съдържание на перлит около 10 - 12%. Наварения заварен метал има груба дендритна структура, която с приближаването на границата на легиране става по-фина и количеството на ферита се увеличава.

На базата на направения анализ от направеното изследване могат да бъдат направени следните изводи:

- Извършено е математическо описание на процеса на MIG/MAG заваряване в защитна газова среда и е получено уравнението на регресията.
- Режимът MIG/MAG заваряване е определен за корабостроителна стомана в защитна газова среда с минимум дефекти в метала на съединението ( $\sim 5\%$ ).

**Г.8.20. Tatyana M. Mechkarova, Krastin K. Yordanov, Semi-automatic Mag welding of alloyed machine-building steels, Power Transmissions'19 Proceedings, Vol. 3, ISBN: 978-619-7383-12-6, pp. 419-422**

Настоящото изследване изследва възможността за полуавтоматично MAG заваряване на три стомани с въглеродни еквиваленти 0,40%, 0,50% и 0,60%. Въздействието на скоростта на заваряване върху образуването на пукнатини се определя чрез структурен анализ на ЗТВ (зона на термично въздействие). Проведен е трифакторен експеримент за определяне на въздействието на факторите върху получената твърдост в ЗТВ. Получено е уравнението на регресията и са очертани изолиниите, показващи въздействието на тези фактори.

Задачата на настоящото изследване е да се определи, чрез пълен факторен експеримент, чрез металографски анализ на структурните промени в заваръчната смес при полуавтоматично MAG заваряване на различни видове стомани с въглеродни еквиваленти в диапазона от (0,40 ÷ 0,60)%. Изследването е необходимо в резултат на въвеждането в индустрията на нисковъглеродна нисколегирана стомана с повишена якост ( $R_e$  до 1300 МПа). Тези стомани имат въглероден еквивалент до 0,60% и голям дял от тях се използват при изграждането на тръбопроводи и метални конструкции, работещи при тежки условия.

На базата на направения анализ от изследванията може да бъдат направени следните изводи:

- При полуавтоматично заваряване в среди с въглероден диоксид с увеличаване на въглеродния еквивалент ( $0,40\% \leq C_{eq} \leq 0,60\%$ ) при скорости на заваряване  $\sim 10$  m/h се наблюдава образуване на пукнатини в зоната на термично въздействие.
- При полуавтоматично MAG заваряване на стомана: X60, S460N и S960QL, при скорости на заваряване по-малки или равни на 5 m/h, не се образуват пукнатини в зоната на термично въздействие.
- При полуавтоматично MAG заваряване на стомани с  $C_{eq} \geq 0,40\%$  за определяне на режимите на заваряване е необходимо да се използват термокинетичните диаграми на съответните стомани.

**Г.8.21. Киров Д., Мунис Т., Йорданов Кр., Експериментално изследване на нискотемпературни прави гладкостенни наклонени двуфазни термосифони, „Машиностроителна техника и технологии“, бр. 1, 2019г., ISSN: 1312-0859, стр. 28-34**

Представени и са анализирани резултати от експериментални изследвания в лабораторни условия на прави наклонени гладкостенни термосифони с корпуси тръби от мед, алуминий и стомана INOX – AISI304 –  $L = 2,100\text{ m}$ ,  $\varnothing 20 \times 2$ . За топлоносители са използвани диетилов етер, ацетон и етанол при степен на запълване на работното пространство на термосифоните  $\varepsilon = 30\%$ ;  $40\%$  и  $50\%$ . Термосифоните са разположени под наклон спрямо хоризонталата  $\alpha = 0^\circ 4'$ ;  $0^\circ 5'$  и  $0^\circ 26'$  (т.е. – при  $\text{tg}\alpha = 5/1000$ ;  $10/1000$  и  $15/1000$ ). Теплоподвеждането е осъществявано при еднакви условия с грееща вода с температура  $T_{\text{вх}}/T_{\text{изх}} = 60^\circ/55^\circ\text{C}$  до  $85^\circ/80^\circ\text{C}$ , а охлаждането – със свободен въздух с температура  $24^\circ\text{C}$ . Сравнявани са топлопредаващите възможности на трите термосифона. Като критерий за най – добро топлопредаване е използвана достиганата средна температура на стената на термосифоните в зоната им на охлаждане (т.е. – на кондензация) -  $\overline{T}_W^{\text{зк}}$ ,  $^\circ\text{C}$ . Констатирано е, че влиянието на ъгъла на наклон върху  $\overline{T}_W^{\text{зк}}$  е несъществено. Значими са влиянията на вида топлоносител, степента на запълване с топлоносител и температурата на греещата вода. Най – високи стойности на  $\overline{T}_W^{\text{зк}}$  са постигнати при термосифона с корпус от мед и топлоносител диетилов етер. Посочени са необходимост и насоки за по – нататъшно изследване на термосифона с корпус от мед и топлоносители диетилов етер и ацетон.

Въз основа на изследванията и анализа им са направени следните изводи:

- Получените резултати и анализът им показват, че при тези начини на провеждане на експериментални изследвания не могат да се определят долният праг на чувствителност и вътрешното термично съпротивление на термосифоните.
- Целесъобразно е да се проведат по – задълбочени изследвания за особеностите на топлопредаване на термосифон с корпус от мед и топлоносител – диетилов етер и ацетон в по – широк диапазон на изменение на ъгъла на наклон, с измерване мощността на топлопредаване и степента на запълване с топлоносител  $30\%$ .

**Г.8.22. Кръстин Йорданов, Анализ на веригата за пренос и доставки на природен газ, 25 Научна конференция с международно участие ЕМФ 2020, Сборник доклади Енергия, Екология, Комфорт, Самочувствие, ISSN: 1314-5371, pp. 21-27, <http://coperm.eu/documents/2020.pdf>**

Природният газ е гориво с изключително сложна верига за доставки, която влияе както на добива, транспортирането, съхранението и разпределението, така и върху цената на природния газ. Целта на това изследване е да се разгледат по-подробно етапите за ефективно използване на веригата за доставка на природен газ. За да се оптимизира веригата за доставка на природен газ е необходимо да се представи пътя на природния газ от добива му в находища за природен газ до разпространението му към крайния потребител. Подробно са описани етапите на пренос на газа както и техните предимства и недостатъци. Направен е обзор на типовете газохранилища, описани са термини използвани при съхранението на природния газ.

Изгарянето на природен газ се характеризира с по-ниски нива на парникови газове в атмосферата сравнено с твърдите горива. Резервите на природен газ могат да обезпечат световната консумация за поне 120 години, за разлика от петролните запаси и за периода от 2019 до 2020 потреблението на природен газ се е повишило с 12 %.

Въз основа на направените анализи, базирани на концепциите на газовата промишленост и връзките между компонентите на преносната и разпределителната мрежа, бяха въведени четири етапа на веригата за пренос и доставка на природен газ. Представената верига за доставки е представена като модел на единичен продукт (природен газ). Целта на този модел е да се разгледат по-подробно етапите за ефективно използване на веригата за доставка на природен газ. Представен е пътя на природния газ от добива му в находища за природен газ до разпространението му към крайния потребител. Подробно са описани етапите на пренос на газа както и техните предимства и недостатъци. Направен е обзор на типовете газохранилища, описани са и термини използвани при съхранението на природния газ.

**Г.8.23. Krastin Yordanov, A solar potential map algorithm, 25 Научна конференция с международно участие ЕМФ 2020, Сборник доклади Енергия, Екология, Комфорт, Самочувствие, ISSN: 1314-5371, pp. 55-60, <http://copern.eu/documents/2020.pdf>**

Предложеният алгоритъм комбинира оценката на слънчевия потенциал на двете енергийни системи, слънчевите ресурси и различни модели на интеграция. Тези решения дават резултати за реалистична оценка на използването на слънчевата енергия в страната. Моделите на слънчевия потенциал са предназначени за първична оценка и входните данни са ограничени. Настоящите карти на слънчевия потенциал на България са твърде общи и неточни, за да отговорят на изискванията за оценка на енергийния потенциал за конкретен географски регион. Оценката трябва да се извърши, за да се анализира наличната слънчева енергия, попадаща върху площ, предназначена за изграждане на слънчеви топлинни или фотоволтаични централи. За да се намали до едногодишен период за оценка на площадката, има нужда от подробни карти на слънчевия потенциал за потребителски регион или за цялата страна. Поради стохастичното поведение на слънчевата радиация слънчевата карта трябва да се извършва въз основа на подробен числен анализ на база за събиране на данни. В настоящата работа е извършен опит за създаване на алгоритъм, свързан с числен анализ на измерените данни за слънчевия потенциал.

На базата на анализа от направеното изследване следва, че граничните стойности на потенциала трябва да бъдат известни. Това е един от недостатъците на този метод. Често е много трудно да се открие правилният потенциал на точката със специфична географска ширина и дължина. В този случай други карти или статистически данни могат да бъдат полезни като добре познати източници. НАСА предлага данни до 12.2019 г., а последната карта на PVGIS е от 08.2019 г. Предимството на метода е свързано с поведението на функциите на формата. Ако вътрешната точка с неизвестен потенциал е близо до някои от върховете, така че търсената стойност е по-близо до известния потенциал.