

**Резюмета на публикациите на  
гл. ас д-р Пламен Пенчев  
представени за участие в конкурс за „доцент”**

в област на висше образование 5. Технически науки,  
професионално направление – 5.4. Енергетика,  
специалност – Промислена Топлотехника

2.1.1 Zimparov\*, VD, **Penchev PJ**, Bonev PJ, Heat transfer enhancement with tube inserts: how can we define the best benefit?, Manuscript Number: ThSci2024.166, **ISSN 2334-7163** (online edition), **ISSN 0354-9836** (printed edition), **IF 1.1**

**Интензификация на топлообмена с тръбни вложки: как да определим най-добрата печалба**

Това проучване препоръчва използването на два критерия FG-1a и FG-1b за оценка на ползите, които могат да бъдат получени при различен пренос на топлина в дизайна на топлообменни апарати, в които са внедрени техники за подобряване на топлообмена, вместо най-често използвания критерий PEC, базиран на ограничението на фиксирана помпена мощност. Когато топлинните характеристики на два преноса на топлина в каналите се сравняват, те трябва да бъдат поставени при равни условия, като фиксирани топлообмена площ, масов поток и начална температура. Също така е важно дали е налично външно термично съпротивление на канала или не. Първият случай е типичен за експерименти в кожухотръбни топлообменници, където целта е увеличаване на топлинния поток, докато вторият случай е такъв при експерименти с електрическо нагряване на стената на тръбата, където целта е намаляване на температурната разлика при фиксиран топлинен поток. Допълнително ограничение и в двата случая е числото на генерираната ентропия  $N_{sa} < 1$ . Чрез множество примери, използвайки различни вложки от усукана лента, се демонстрира как трябва да бъдат прилагани критериите за оценка на топлинните ползи. Използването на критерия PEC е свързано с много погрешни резултати и неразбрани заключения, които са показани в това проучване.

**Heat transfer enhancement with tube inserts: how can we define the best benefit?**

This study recommends the use of two criteria FG-1a and FG-1b for evaluating the benefits that could be obtained when different heat transfer enhancement techniques are implemented in the heat exchanger design, instead of the most commonly used criterion PEC, based on the constraint of fixed pumping power. When the thermal performances of two heat transfer channels are compared, they must be put under equal conditions, such as fixed heat transfer area, mass flow, and initial temperature. It is also important whether an external thermal resistance of the channel is available or not. The first case is typical for experiments in shell-and-tubes heat exchangers where the objective is an increase in the heat flow, whereas the

second case is encountered in experiments with electrical heating of the tube wall, where the objective is a decrease in the driving temperature difference with fixed heat flow. An additional constraint in both cases is the augmentation entropy generation number  $N_{sa} < 1$ . Through manifold examples, using different twisted tape inserts, we demonstrate how these two criteria have to be implemented for assessing the thermal benefits. The use of the criterion PEC is connected with many erroneous results and misunderstood conclusions that have been revealed in this study.

2.2.1 Zimparov VD, **Penchev PJ**, Meyer JP, Performance evaluation of tube-in-tube heat exchangers with heat transfer enhancement in the annulus, Thermal Science, (10) 1, pp. 45-56, 2006, ISSN 1003-2169

4.1.2. Zimparov VD, **Penchev PJ.**, Meyer JP, Performance Evaluation of Tube-in Tube Heat Exchangers with Heat Transfer Enhancement in the Annulus, Proc 4th Int. Conf. on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics, Victoria Falls, Zambia, 23-26 June 2003, Paper ZV1

**2.2.1 Оценка на ефективността на топлообменници тип „тръба в тръба“ с подобрене на топлообмена в пръстена**  
**4.1.2 Оценка на ефективността на топлообменници тип „тръба в тръба“ с подобрене на топлообмена в пръстена**

Различни техники като вложки на спираловидна лента под ъгъл, кръгла тръба вътре в усукана квадратна тръба и спираловидна тръба вътре в пръстена са използвани за подобряване на преноса на топлина в пръстена на топлообменниците тип тръба в тръба. Подобряването на топлопреминаването в черупката може да бъде допълнено чрез увеличаване на топлопреминаването в тръби с помощта на усукани лентови вложки или тръби с микроребра. Ефектът от термичното съпротивление на кондензиращия хладилен агент също може да бъде взет под внимание. За да се оцени ползата от използването на тези техники, са въведени разширени критерии за оценка на ефективността при различни ограничения. Намалването на генерираната ентропия може да се комбинира с относителното увеличение на скоростта на пренос на топлина или относителното намаляване на площта на топлообменника, за да се установят геометричните параметри на тръбите при оптимално термодинамични характеристики. Резултатите показват, че в повечето от разглежданите случаи техниката на вмъкване на спираловидна тръба под ъгъл е най-ефективна.

**2.2.1 Performance evaluation of tube-in-tube heat exchangers with heat transfer enhancement in the annulus**  
**4.1.2 Performance Evaluation of Tube-in Tube Heat Exchangers with Heat Transfer Enhancement in the Annulus**

Different techniques as angled spiraling tape inserts, a round tube inside a twisted square tube and spiraled tube inside the annulus have been used to enhance heat transfer in the annulus of tube-in-tube heat exchangers. The heat transfer enhancement in the shell can be supplemented by heat transfer augmentation in tubes using twisted tape inserts or micro-finned tubes. The effect of the thermal resistance of the condensing refrigerant could also be taken into consideration. To assess the benefit of using these techniques extended performance evaluation criteria have been implemented at different constraints. The decrease of the entropy generation can be combined with the relative increase of the heat transfer rate or the relative reduction of the heat transfer area to find out the geometrical parameters of the tubes for optimal thermodynamics performance. The results show that in most of the cases considered, the angled spiraling tube insert technique is the most efficient.

2.2.2 Penev M, **Penchev P**, Stoyanov I., Kinetic Models Of Drying Of Textile Products, IJETCAS, 13 (517), 69-73, 2013

3.1.3 **Пенчев П.**, Пенев М., Ангелов Д., Кинетика на изпарение на влагата от шевните изделия, Текстил и облекло, бр. 7, 197-202, 2011, ISSN 1310-912X

3.1.4 Ангелов Д., Пенев М., **Пенчев П.**, Кинетика на изпарение на влагата от шевните изделия- експериментални изследвания, Текстил и облекло, бр. 8-9, 210-215, 2012, ISSN 1310-912X

## **2.2.2 Кинетични модели на сушене на текстилни продукти**

### **3.1.3 Кинетика на изпарение на влагата от шевните изделия**

### **3.1.4 Кинетика на изпарение на влагата от шевните изделия- експериментални изследвания**

**Резюме:** Изследва се скоростта на изпарение на влагата от облеклото. Направен е опит да се намери решение въз основа на уравненията за пренос под формата на течност и в парното пространство на различни текстилни материали. Резултатите са обработени и представени в графичен вид.

**Ключови думи:** сушене на текстил, капилярен модел

## **2.2.2 Kinetic Models Of Drying Of Textile Products**

### **3.1.3 Kinetics of moisture evaporation from sewing products**

### **3.1.4 Kinetics of moisture evaporation from sewing products - experimental studies**

**Abstract:** Examined are the rate of evaporation of moisture from the clothing items. An attempt was made to find solutions based on the equations for the transfer of moisture in the form of liquid and vapor in the vapor space of the different textile materials. The results were processed and presented in graphical form.

**Keywords:** drying of textile, capillarity model

3.1.1 Zimparov VD, **Penchev PJ.**, Performance Evaluation of Some Tube Inserts as Heat Transfer Enhancement Techniques, Механика на машините, (48), Книга 4, 64-67, 2003, ISSN 0861-9727

4.1.1 Zimparov VD, **Penchev PJ.**, Performance Evaluation of Some Tube Inserts as Heat Transfer Enhancement Techniques, Proc 3th Int. Conf. on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics, Cape Town, South Africa, 21-24 June 2004, Paper ZV1

4.2.3 Зимпаров В., **Пенчев П.**, Минимизиране на генерираната ентропия чрез използване на тръби с вложки в кожухотръбни топлообменни апарати, Межд. Научна Конф. УНИТЕХ 03, Габрово, 20-21 Ноември, 601-605, 2003, ISBN 954-683-167-0

**3.1.1 Критерии за оценка при използването на някой тръбни вложки като техники за интензификация на топлообмена**

**4.1.1 Критерии за оценка при използването на някой тръбни вложки като техники за интензификация на топлообмена**

**4.2.3 Минимизиране на генерираната ентропия чрез използване на тръби с вложки в кожухотръбни топлообменни апарати**

Спираловидно навити пружини и спирални ленти като тръбни вложки в гладки тръби и оребрени тръби са оценени като техники за подобряване на преноса на топлина. За да се оцени ползата от използването на този вид тръби, са въведени разширени критерии за оценка на ефективността (ПЕС). Намаляването на генерирането на ентропия може да се комбинира с относително увеличаване на скоростта на пренос на топлина или относително намаляване на площта, за да се намери термодинамичният оптимум.

Ключови думи: подобряване на топлообмена; Спирално навити ленти; Оребрена тръба; Критерии за оценка, Минимизиране на генерирането на ентропия.

**3.1.1 Performance Evaluation of Some Tube Inserts as Heat Transfer Enhancement Techniques**

**4.1.1 Performance Evaluation of Some Tube Inserts as Heat Transfer Enhancement Techniques**

**4.2.3 Entropy Generation Minimization of Some Tube Inserts for Shell and Tube Heat Exchangers**

Helically coiled ribbons and Twisted tapes as tube inserts in smooth pipes and rifled pipes have been evaluated as heat transfer enhancement techniques. To assess the benefit of using this kind of tubes extended performance evaluation criteria (PEC) have been implemented. The decrease of the entropy generation can be combined with relative increase of heat transfer rate or relative reduction of heat transfer area to find out the thermodynamic optimum.

Keywords: Heat transfer enhancement; Helically coiled ribbons; Rifled pipe; Performance evaluation criteria. Entropy generation minimization.

3.1.2 Zimparov VD, **Penchev PJ**, Entropy Generation Minimization Method As A Tool To Select The Best Enhanced Heat transfer Surfaces, Journal of the Technical University of Gabrovo – Vol. 31. pp. 54-61,2005, ISSN 1310-6686

### **3.1.2 Методът за минимизиране на генерираната ентропия, като средство за избор на най-добрите повърхности за интензификация на топлообмена**

Минимизирането на генерирането на ентропия е методът за моделиране и оптимизиране на реални устройства, които дължат термодинамичното си несъвършенство в следствие на пренос на топлина, пренос на маса и необратимостта на флуидния поток. Целите на оптимизацията могат да бъдат минимизиране на генерирането на ентропия в топлообменниците, увеличаване на топлинната мощност, увеличаване на икономическата полза или минимизиране на разходите. Минимизирането на генерирането на ентропия в канали с пренос на топлина привлече значителен интерес от страна на инженерите, работещи върху техниките за увеличаване на преноса на топлина. Бяха оценени различни техники като усукани ленти, телени намотки и спирално навити ленти като тръбни вложки в гладки тръби, както и триизмерни трапчинки или пирамидална грапавост на повърхността. За да се оцени ползата от използването на тези техники, са въведени разширени критерии за оценка на ефективността (PEC) при различни ограничения. Намаляването на генерирането на ентропия може да се комбинира с относителното увеличение на скоростта на пренос на топлина или относителното намаляване на площта на пренос на топлина, за да се установят геометричните параметри на тръбите за оптимално термодинамично представяне. Този статия акцентира върху сравненията на най-добрите образци на различни техники за подобряване на топлообмена в кожухотръбни хоризонтални кондензатори.

### **3.1.2 Entropy Generation Minimization Method As A Tool To Select The Best Enhanced Heat transfer Surfaces**

Entropy Generation Minimization (EGM) is the method of modeling and optimization of real devices that owe their thermodynamic imperfection to heat transfer, mass transfer and fluid flow irreversibilities. The objectives of the optimization may be minimization of entropy generation in heat exchangers, maximization of power output in power plants, maximization of an economical benefit or minimization of cost. The minimization of entropy generation in ducts with heat transfer attracted considerable interest from engineers working on heat transfer augmentation techniques. Different techniques as twisted tapes, wire coil and helically coiled ribbons as tube inserts in smooth pipes as well three-dimensional dimple or pyramidal surface roughness have been evaluate. To assess the benefit of using these techniques extended performance evaluation criteria (PEC) have been implemented at different constraints. The decrease of the entropy generation can be combined with the relative increase of the heat transfer rate or the relative reduction of the heat transfer area to find out the geometrical parameters of the tubes for optimal thermodynamics performance. This paper emphasizes on the comparisons of the best samples of different heat transfer enhancement techniques for shell-and-tube horizontal condensers.

3.1.5 **Пенчев П.**, Изследване характеристиките на комбинирана система за отопление и битова гореща вода, Science & Technologies, Volume VI, 86-93, Number 4: Technical Studies, 2016, ISSN 1314-4111

3.1.7 **Пенчев П.**, Изследване на характеристиките на комбинирана слънчева система и буферен съд за подгряване на отопление и битова гореща вода – част 1 - теоретична постановка, Science & Technologies, Volume X, Number 3: Technical Studies, pp: 34-38, 2020, ISSN 1314-4111

3.1.8 **Пенчев П.**, Изследване на характеристиките на комбинирана слънчева система и буферен съд за подгряване на отопление и битова гореща вода – част 2 – резултати от изследването, Science & Technologies, Volume X, Number 3: Technical Studies, pp: 35-39, 2020, ISSN 1314-4111

**3.1.5 Изследване характеристиките на комбинирана система за отопление и битова гореща вода**

**3.1.7 Изследване на характеристиките на комбинирана слънчева система и буферен съд за подгряване на отопление и битова гореща вода – част 1 - теоретична постановка**

**3.1.8 Изследване на характеристиките на комбинирана слънчева система и буферен съд за подгряване на отопление и битова гореща вода – част 2 – резултати от изследването**

При оразмеряване на соларни системи се цели соларен дял от общата отоплителна необходимост между 10 и 40%. За да е целесъобразно използването на соларна термична инсталация за подпомагане на отоплението на помещенията, са необходими следните качества на сградата и отоплителната инсталация:

Възможно най-малка отоплителна необходимост

Възможно най-ниска температура на подаване и връщане.

Експерименталната система, се състои от буферен съд с вместимост 1000л, слънчеви колектори, два кожухотръбни топлообменни апарата със спирално-валцовани тръби и допълнителен източник за доподгряване на водата в отоплителната инсталация. Разработената система и методика към нея могат да бъдат използвани като базови и да се надграждат при проектирането на по-сложни систем

**3.1.5 Study the characteristics of a combined heating and domestic hot water system**

**3.1.7 Characterization study of a combined solar system and buffer vessel for heating and domestic hot water - part 1 - theoretical setting**

**3.1.8 Penchev P., Study of the characteristics of a combined solar system and a buffer vessel for heating and domestic hot water - part 2 - study results**

When sizing solar systems, aim for a solar share of the total heating demand between 10 and 40%. For it to be appropriate to use a solar thermal installation to support the heating of the premises, the following qualities of the building and the heating installation are necessary:

Lowest possible heating requirement

Lowest possible supply and return temperature.

The experimental system consists of a buffer tank with a capacity of 1000 l, solar collectors, two shell-and-tube heat exchangers with spiral-rolled tubes and an additional source for reheating the water in the heating installation. The developed system and its methodology can be used as a base and can be built on when designing more complex systems

**3.1.6 Пенчев П., Експериментално изследване на характеристиките на насипен материал, Science & Technologies, Volume VI, 79-85, Number 4: Technical Studies, 2016, ISSN 1314-4111**

**3.1.6 Пенчев П., Експериментално изследване на характеристиките на насипен материал**

Геометричните и физични свойства на твърдите частици имат голямо и непосредствено влияние върху свойствата на флуидизираните системи, разхода на енергия за привеждане на процеса и предопределят конструкцията на разпределителната решетка и на целия сушилен агрегат. Геометричните свойства включват размера и формата на частиците, състоянието на тяхната повърхност и плътността на разпределението им в насипно състояние. Най-важни физични свойства на плътността, ъгълът на естествен откос и ъгъла на външно триене в насипно състояние. В статията са показани експериментални резултати за насипната плътност и ъглите на естествен откос, вътрешно и външно триене на дървесни трици, получени от гатер.

**3.1.6 Experimental investigation of bulk material characteristics**

The geometric and physical properties of solid particles have a large and immediate effect influence on the properties of fluidized systems, energy consumption to bring the the process and predetermine the construction of the distribution grid and of the entire dryer aggregate. Geometric properties include the size and shape of the particles, the state of their surface area and the density of their bulk distribution. The most important physical properties of the density, the angle of natural slope and the angle of external friction in bulk. The paper shows experimental results for the bulk density and angles of natural chamfer, internal and external rubbing of wood bran obtained from a garter.

**4.2.1 Пенчев П., Зимпаров В., Ефективност на триизмерна повърхностна грапавост за интензифициране на топлообмена в тръби, Межд. Научна Конф. УНИТЕХ 02, Габрово, 21-22 Ноември, 478-482, 2002**

**4.2.1 Ефективност на триизмерна повърхностна грапавост за интензифициране на топлообмена в тръби**

Разширени критерии за оценка на ефективността (PEC) са използвани за оценка на ползата от триизмерна трапчинка и пирамидалната грапавост на повърхността. Термодинамичният оптимум може да се определи чрез минимизиране на числото на генериране на ентропия с относителното увеличение на скоростта на пренос на топлина или относителното намаляване на площта на пренос на топлина.

Ключови думи: Подобряване на топлообмена; Триизмерна грапавост, Критерии за оценка на ефективността, Минимизиране на генерирането на ентропия.

**4.2.1 Efficiency of Three Dimensional Surface Roughness for Heat Transfer Augmentation in Tube**

Extended performance evaluation criteria (PEC) have been used to assess the benefit of three-dimensional dimpled and pyramidal surface roughness. Thermodynamic optimum can be defined by minimizing the entropy generation number with the relative increase of heat transfer rate or relative reduction of heat transfer area.

Keywords: Enhancement of heat transfer; Three-dimensional roughness, Performance evaluation criteria, Entropy generation minimization.

**4.2.2 Пенчев П., Казакова Р., Обобщена методика за проектиране на сушилни уредби с фонтаниращ слой., Межд. Научна Конф. УНИТЕХ 02, Габрово, 21-22 Ноември, 487-492, 2002**

#### **4.2.2. Обобщена методика за проектиране на сушилни уредби с фонтаниращ слой**

Приоритет на сушилните с „фонтаниращ“ слой е, че осигуряват много по-добра равномерност на процеса на сушене на насипни материали до по-ниска крайна влажност. Освен това те са по-компактни и по-малко трудоемки. За разлика от сушилните с “кипящ слой”, където съществува възможност за поява на нестатични нехомогенни процеси в слоя, апаратите с фонтаниращ са едно от решенията за преодоляване на отрицателния нестатичен нехомогенен ефект, превръщащ се в статичен.

В тази статия е представена обобщена методология за проектиране на сушилни с фонтаниращ слой, поради факта, че в техническата литература методологиите са доста противоречиви и непълни.

Ключови думи: фонтаниращ слой, сушилни с фонтаниращ слой, насипни материали.

#### **4.2.2. Generalized Methodology for Designing of a Spouted Bed Dryer**

Priority of the dryers with “sprouted” bed is, that they provided much better uniformity of drying process of pile materials to a lower ending humidity. Except this, they are more compact and less labor – consuming. For a difference of the dryers with “boiled fluidized bed”, where a possibility for appearance of unstatical non – homogeneous processes in bed exist, apparatus with spouted bed are one of the decisions for overcoming of negative unstatical non – homogeneous effect, transforming in statical.

In this paper generalized methodology for designing spouted bed dryers is presented, because of the fact, that in the technical literature methodologies are fairly contradictory and incompletely.

Keywords: spouted bed, spouted bed dryers, pile materials.

4.2.4 **Пенчев П.**, Интензификация на топлообмена при кондензация на водна пара върху хоризонтални дълбоко спирално-валцовани тръби, комбинирани със спирални ленти, Научна Конф. с Межд. Уч. – Стара Загора, Том 1, 177-183,2005, ISBN 954-9329-19-4

**4.2.4 Пенчев П.**, Интензификация на топлообмена при кондензация на водна пара върху хоризонтални дълбоко спирално-валцовани тръби, комбинирани със спирални ленти

Експериментално са изследвани коефициентите на топлопредаване при кондензация за пет хоризонтални медни дълбоко спирално валцовани тръби със спирално усукани ленти и е направено сравнение между съотношенията  $E_o$  за тръбите с и без вложки от усукана лента. Характерните параметри на тръбите са:  $e/D_i$  в порядъка на 0.0057,  $p/e=7.45, 9.50, 8.11, 6.77, 10.95$ ;  $H/D_i=7.7, 5.8, 4.7$ . Наблюдавани са значително по-високи външни коефициенти на топлопредаване от тези на гладката тръба при същите работни условия.

Ключови думи: Кондензация, Дълбоко валцована тръба, Спирално- усукана лента

**4.2.4 Enhancement of condensation heat transfer coefficient by a combination of deep spirally corrugated tubes with twisted tape inserts**

Condensation heat transfer coefficients for five horizontal copper deep spirally corrugated tubes with twisted tape inserts has been experimentally investigated, and a comparison between ratios  $E_o$  for the tubes with and without twisted tape inserts has been made. The characteristic parameters of the tubes are:  $e/D_i$  in orders of 0.057,  $p/e=7.45, 9.50, 8.11, 6.77, 10.95$ ;  $H/D_i=7.7, 5.8, 4.7$ . Significantly higher outside heat transfer coefficients than those of the smooth tube under the same operating conditions have been observed.

Keywords: Condensation, Deeply corrugated tube, Twisted tape insert

**3.1.9 Пенчев П., Изследване характеристиките термопомпена система „вода – вода“, Science & Technologies, Volume XIII, 2023, Number 2: Technical Studies, pp: 34-38**

**Изследване характеристиките термопомпена система „вода – вода“,**

Термопомпата вода-вода, черпи топлинна енергия от подпочвените води с помощта на два кладенеца. След това получената топлинна енергия може да се използва за отопление или топла вода. Термопомпите вода-вода са най-ефективните термопомпи за отопление. Докато термопомпите с въздушен източник изтеглят околния въздух с вентилатор, а термопомпите със земен източник използват геотермална енергия чрез сондажи или повърхностни колектори, термопомпите вода-вода ползват подземни резервоари за подпочвени води за извличане на топлина. Подпочвените води, намиращи се на дълбочина 20 и повече метра, са с относително постоянна температура, варираща в границите 10-13°C и променящи температурата си с до 1°C лято/зима в зависимост от типа и структурата на почвените слоеве. Тази благоприятна възможност е довела до разработване на технически решения, с помощта на които се постига добър баланс по отношение оптимално използване на електрическата енергия за отоплителни нужди

**Investigation of the characteristics of the "water-water" heat pump system**

The water-to-water heat pump draws heat energy from the groundwater with the help of two wells. The resulting thermal energy can then be used for heating or warm water. Water-to-water heat pumps are the most efficient heat pumps for heating. While Air source heat pumps draw in ambient air with a fan, and heat pumps with a ground source use geothermal energy through boreholes or surface collectors, water-to-water heat pumps use underground reservoirs for groundwater for heat extraction. Groundwater, located at a depth of 20 meters and more, has a relative constant temperature, varying in the range of 10-13°C and changing its temperature by up to 1 °C summer/winter depending on the type and structure of the soil layers. This auspicious one possibility has led to the development of technical solutions with the help of which it is achieved good balance regarding optimal use of electrical energy for heating needs.