

Резюмета на статиите  
на английски и български език

## I.1

Kolev D., R. Popov, “*A new method for determining the distribution of the liquid phase along the cross-section of irrigated apparatus*”, Доклади БАН „ Comptes Rendus de l’Academie Bulgare des Sciences“ T.46 No 5 pp.79-81 (1993). ISSN 1310–1331

### Abstract

When examining irrigation devices, as well as redistribution packing, one of their most important characteristics is the uniform density of irrigation along the section of the apparatus. The newly-created method allows for accurate reading by means of computerized time measurement and pre-measured with high accuracy volume to achieve repeatable results with high accuracy. When measuring flow rates from 2.6 to 6 l / h, the error found is  $\pm 0.37\%$ . The method is suitable for measuring stationary flows of conductive liquids.

Нов метод за определяне на разпределението на течната фаза по напречното сечение на оросявани апарати

### Резюме

При изследване на оросителни устройства, както и на преразпределителни пълнежи, една от най-съществените им характеристики е равномерната плътност на оросяване по сечението на апарата. Създаденият нов метод дава възможност за прецизно отчитане посредством компютъризирано измерване на време и предварително измерен с голяма точност обем, за да се постигнат повтарящи се резултати с голяма точност. При измерване на дебити от 2,6 до 6 л/час установената грешка е  $\pm 0.37\%$ . Методът е подходящ за измерване на стационарни потоци на проводими течности.

## I.2

Kolev D., N. Kolev. "New technology for utilization of the waste heat of flue gases from drier installations, *Journal of Environmental Protection and Ecology* 2, № 2, 516-522 (2001) ISSN: 1311- 5065

### Abstract

The increasing of the energy efficiency is the best method for decreasing of greenhouse gases. The present work considers a possibility to decrease the fuel consumption of spray dryers for drying ceramic suspension for production of ceramic tile and, in the same time, utilization of the waste heat of flue gases for warming the plant. Based on preliminary studies, an industrial installation is constructed, and data from its testing is presented. It is shown, that the re-circulation of the flue gases leads to about 15,6 % reduction of fuel consumption. In the same time, in the cold season, the contact economizer system ensures about 1 MW heat, which is enough for warming the plant.

The discussed ideas can be also used for energy efficiency increasing of other types of dryers.

Нова технология за оползотворяване на отпадната топлина от димните газове от сушилна инсталация

### Резюме

Повишаването на енергийната ефективност е най-добрия начин за намаляване на парниковите газове. Настоящата работа разглежда възможността за намаляване на използваното гориво в разпрашителна сушилна за керамична суспензия (за продукция на керамични плочки) и в същото време утилизиране на отпадната топлина от димните газове за отопление на завода. На база на предварителни изчисления е проектирана и изградена инсталация и данните от тестовете ѝ са показани в работата. Данните показваха, че ре-циркулацията на димни газове води до около 15,6 % намаляване на използваното гориво и в същото време в студения сезон системата с контактен економайзер улавя 1MW топлина , което е достатъчно за отопление на завода.

Обсъдените идеи могат да се използват и при други видове сушилни.

### I.3

D. Kolev, N. Kolev, “ *Performance characteristics of a new type of lamellar heat exchanger for the utilization of flue gas heat*” Applied Thermal Engineering 22 pp. 1919-1930 (2002).  
ISSN: 1359-4311

#### Abstract

A new kind of lamellar-type heat exchanger, for utilization of the heat of flue gases, obtained by burning of natural gas is presented. It is especially appropriate for heating of the feed water for boilers and for district heating network. The influence of the flow rates of both phases, the coefficient of air excess in the burner of the boiler, initial and exit temperature of the phases, and specific dimensions of the heat exchanger on its efficiency is studied. The investigations are carried out using a mathematical model, based on heat and mass transfer differential balance equations. It is shown that this invention surpasses all existing technical solutions from economical point of view.

Работни характеристики на нов тип ламелен топлообменник за оползотворяване на топлината на димните газове

#### Резюме

Разгледан е нов вид ламелен топлообменник за утилизация на топлина от димни газове получени от изгарянето на природен газ. Той е особено подходящ за подгряване на хранващата вода на топлофикационни котли, както и на топлофикационната мрежа. Изследвано е влиянието на дебита на двете фази при различни коефициенти на излишък на въздуха на горенето в котела, при различни входяща и изходяща температура на фазите и специфични размери на топлообменника. Изследванията са извършени с помощта на математически модел базиран на топло- и масообменни балансови диференциални уравнения. Показано е, че това изобретение надминава всички съществуващи решения от икономическа гледна точка.

#### I.4

D.Kolev, N.Kolev, “ *Performance characteristics of a new type of lamella heat exchanger for the utilization of flue gas heat*”, Доклади БАН „ Comptes Rendus de l’Academie Bulgare des Sciences“ Т.55 No 6 pp.55-60 (2002). ISSN 1310–1331

#### Abstract

A new type of lamella heat exchanger for utilization of the heat of flue gases obtained by burning of natural gas is presented. It is especially appropriate for heating of the feed water for boilers and for district heating network. The influence of the flow rates of both phases, initial humidity of the air entering the boiler, initial and exit temperature of the phases, and the specific dimensions of the heat exchanger on its efficiency is studied using mathematical modelling based on heat and mass transfer differential balance equations. It is shown that this invention surpasses all existing technical solutions from economical point of view.

Представяне на характеристиките на нов тип ламелен топлообменник за оползотворяване на отпадна топлина от димни газове

#### Резюме

Представен е нов тип ламелен топлообменник за утилизация на топлина от димни газове, получени при изгаряне на природен газ. Той е особено подходящ за подгриване на добавяната вода на котела, както и за подгриване на водата на топлофикационната мрежа. Влиянието на потока на двете фази, влажността на въздуха влизащ в котела, входящата и изходящата температура на фазите както и специфичната геометрия на топлообменника са изучени с използване на математически модел базиран на топло- и масообменните диференциални балансови уравнения. Показано е, че това изобретение надминава всички съществуващи технически решения от икономическа гледна точка.

## I.5

N.Kolev, S.Nakov, L.Ljutzkanov, D.Kolev, "Effective area of a highly efficient random packing", "Chemical Engineering and Processing: Process Intensification 45(2006) pp. 429-436. ISSN: 0255-2701

### Abstract

The effective area of a metal Raschig Super-Ring with a nominal diameter of 20-70 mm has been investigated. The liquid superficial velocity varies between 5 and 200 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>h) but not higher than the one at the loading point. The initial gas velocity was kept constant, equal to 4000 kg/(m<sup>2</sup>h). The absorption of CO<sub>2</sub> in NaOH solution was used as a model system. The column diameter was 470 mm and the packing height - 2400 mm. The liquid phase distributor ensured 923 drip points per m<sup>2</sup>. The values of the mass transfer coefficient (K<sub>Ga</sub>) under these conditions are also represented. The results show that at high liquid superficial velocity the effective area of the investigated packings is higher than their specific area. For example, the packing with nominal diameter 70 mm has an effective area more than twice higher than its specific area. That means that under these conditions the surface of the drops and jets, trickling into the free volume of the packing is more than its specific area. An equation for calculating the effective area has been obtained. Its average error amounts to 4.5%. The maximum deviation does not exceed 10%.

Ефективна повърхност на високо ефективни ненаредени пълнежи

### Резюме

Целта на статията е да се намери ефективната повърхност за метални пълнежи Rasching Super- Ring с номинални диаметри от 20 до 70 мм. При извършване на изследването е използвана плътност на оросяване в диапазона от 5 до 200 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>h). Това оросяване е под точката на задържане за пълнежа. Количеството на входящия газ се поддържа константно равно на 4000 кг/(м<sup>2</sup>h). Абсорбцията на СО<sub>2</sub> в разтвор на NaOH се използва за моделна система. Диаметърът на експерименталната колона е 470 мм, а височината на пълнежа е 2400 мм. Разпределителят на течната фаза е с 923 точки на м<sup>2</sup>. Стойностите на коефициента на масопреминаване (K<sub>Ga</sub>) при тези условия също са показани. Изследванията показваха, че ефективната повърхност на изследваните пълнежи е по-голяма от специфичната повърхност. За пример пълнеж с номинален диаметър 70 мм има ефективна повърхност повече от два пъти по-голяма от специфичната повърхност. Това значи, че повърхността на капките и струйките в свободното сечение на пълнежа са с по-голяма повърхност от повърхността на пълнежа. Бе намерено уравнение, което да изчислява ефективната повърхност на пълнежите. Средните отклонения на параметрите в уравнението не надвишават 4,5%, а максималното отклонение на стойностите получени от уравнението не надвишава 10%.

## I.6

D.Kolev, D. Dzhonova-Atanasova, N. Kolev, “ *Vertical plates with inclined capillary grooves for redistribution of the liquid phase over the cross-section of packed columns*” Chemical Engineering and Processing: Process Intensification 47(2008) 833-841 ISSN: 0255-2701 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cep.2007.01.037>

### Abstract

The uniform distribution of the liquid phase over the cross-section of a packed column is a major prerequisite for its effective operation. Regarding various distributor designs, the best uniformity has been obtained with devices which distribute the liquid into jets with equal flow-rates, distributed uniformly across the column cross-section. The final liquid redistribution, to obtain uniformity over cross-sections of the range of a packing element, takes place in the packing itself or in a specially designed redistribution layer. For this purpose, a packing with inclined capillary grooves, especially suitable for low liquid superficial velocity, is developed. It consists of parallel vertical plates with inclined crossing small-size grooves stamped in them. On the bases of the data obtained from the experimental study of the liquid flow in these grooves, dimensionless equations are obtained which are necessary for calculating the height of the new redistribution layer.

Вертикални пластини с наклонени капилярни канали за преразпределение на течната фаза по сечението на колоните с пълнеж

### Резюме

Равномерното разпределение на течната фаза по сечението на апарата е основната предпоставка за ефективна работа на колоните с пълнеж. Относно различни дизайни на оросители, най-добрите безспорно разпределят равномерно течни струи с еднакви дебители на течната фаза. Окончателно се използва преразпределителен слой пълнеж, който да направи равномерно разпределение на течността по сечението на апарата. За тази цел е разработен пълнеж с капилярни канали особено подходящ за ниски плътности на оросяване. Той представлява паралелни вертикални пластини с щамповани пресичащи се капилярни канали. На база на данни на експериментално проучване на течния поток в тези канали, са получени безразмерни уравнения. Тези уравнения са необходими за изчисляването на височината на новия преразпределителен пълнеж.

## I.7

S.Nakov, N.Kolev, L.Ljutzkanov, D.Kolev "Comparison of the effective area of some highly effective packings", Chemical Engineering and Processing: Process Intensification 46 (2007) pp. 1385-1390. ISSN: 0255-2701

### Abstract

The effective area  $a_e$  of three types of highly effective packings such as Raschig Super-Ring, IMTP and Ralu-Flow made from stainless steel and from plastic with nominal size from 20 to 70 mm, are investigated using the Danckwerts method with absorption of  $\text{CO}_2$  in NaOH by pseudo-first-order fast chemical reaction. The liquid superficial velocity  $L$  varied between 5 and 200  $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ . The comparison of the obtained data shows the following:

Among all investigated packings at comparable values of the specific area and the liquid superficial velocities, the metal Raschig Super-Rings (RSR) have the highest effective area. They have also the lowest pressure drop versus effective area, at the same gas velocity.

At comparable values of the specific area and the liquid superficial velocities the effective areas of the plastic Ralu-Flow and plastic RSR are practically the same, but the first of them have lower pressure drop versus effective area, at the same gas velocity. As it is to be expected, all metal packings have greater effective area than all plastic ones with the same specific area. That means among all investigated 14 packings, the metal RSR have the greatest effective area.

### Сравняване на ефективната повърхност на някои високоефективни пълнежи

#### Резюме

Изследвана е ефективната повърхност  $a_e$  на три вида високоефективни пълнежи като Raschig Super-Ring, IMTP и Ralu-Flow изработени от неръждаема стомана и от пластмаса с номинални размери от 20 до 70 мм. Използван е методът на Danckwerts с абсорбция на  $\text{CO}_2$  в NaOH, химическа реакция от псевдо първи порядък. Плътноста на оросяване на пълнежите е в порядъка от 5 до 200  $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ . Сравняването на получените резултати показва следното:

При всички изследвани пълнежи при сравними стойности на специфичната повърхност и плътности на оросяване изработените от неръждаема стомана пълнежи Raschig Super-Ring (RSR) имат най-висока ефективна повърхност. Те имат също и най-ниско хидравлично съпротивление спрямо ефективна повърхност при еднакви скорости на газа.

Сравняването на стойностите на специфичната повърхност и различни плътности на оросяване върху ефективната повърхност на пластмасов Ralu-Flow и пластмасов RSR са практически еднакви, но първият от тях е с по-ниско хидравлично съпротивление при сравними ефективни повърхности и еднакви скорости на газа.

Както се очаква, всички метални пълнежи имат по-висока ефективна повърхност от всички пластмасови пълнежи със същата специфична повърхност. От цялото изследване на 14 пълнежа, металния RSR има най-висока ефективна повърхност.

I.8

N. Kolev, D. Kolev, D. Dzhonova-Atanasova, D. Popov “*Thermodynamic investigation of a new type highly effective gas turbine operating partially at isothermal expansion*” Chemical Engineering Transactions Vol 18, 2009 pp. 929-934 ISSN: 2283-9216

<http://dx.doi.org/10.3303/CET0918152>

#### Abstract

The greatest shortcoming of gas turbine is that to decrease its inlet temperature the burning chamber operates with a large excess of air which significantly reduces the efficiency. This work presents the solving of problem by operating in the burner with lack of air and adding the rest of it, up to the stoichiometric value, through the internal cooling channels of the first part of the turbine. This ensures significant increasing of the efficiency and prevention of NO<sub>x</sub> emissions.

Термодинамично обследване на нов вид високоефективна газова турбина оперираща частично с изотермично разширение

#### Резюме

Най-големия недостатък на газовите турбини е намаляване на входящата температура в горивната камера, както и работата им с голям излишък на въздух, който значително намалява ефективността. Настоящата работа представя решаване на проблема, като в горивната камера се подава въздух в недостиг, а останалия до стехиометрично необходимия се подава във вътрешните отвори за охлаждане в първата част на турбината. Това осигурява значително увеличаване на ефективността и превенция от емисии на NO<sub>x</sub>.

## I.9

D.Kolev, D. Dzhonova-Atanasova, N. Kolev. "Pressure drop of vertical plates with inclined capillary grooves for a redistribution packing layer of packed columns" Bulgarian Chemical Communications Vol 43 №3 pp.456-459 (2011). ISSN: 0324-1130 <http://www.bcc.bas.bg>

### Abstract

The uniform distribution of the liquid phase over the cross-section of a packed column is a major prerequisite for its effective operation. Regarding various distributor designs, the best uniformity is achieved with devices, where the liquid is divided into jets with equal flow-rates. The final liquid redistribution, to obtain uniformity over a cross-section area of the size of a packing element, takes place in the packing itself or in a specially designed redistribution layer. For this purpose a new packing, especially proper for low liquid superficial velocity, has been developed and investigated. It consists of parallel vertical polystyrene plates with inclined crossing capillary grooves stamped on their surface. In the present work experimental data for the pressure drop of the new redistribution packing at different gas velocities and liquid superficial velocities have been obtained and compared with data for other packings designed with the same purpose. The results prove that of all compared redistribution packings, the proposed packing is characterized by the lowest pressure drop which is connected with its advantage to change the direction of the liquid phase without changing the direction of the gas phase.

Хидравлично съпротивление на вертикални пластини с щамповани капилярни канали за преразпределителен пълнеж на колони с пълнеж

### Резюме

Равномерното разпределение на течната фаза по напречното сечение на колоната с пълнеж е основна предпоставка за ефективна работа на апарата. Сред съществуващите оросителни устройства най-добра равномерност се постига при тези от тях, които разпределят течността на струйки с равни дебити. Крайното преразпределение до равномерност по напречно сечение с размери от порядъка на пълнежен елемент се осъществява в самия пълнеж или в специално конструиран преразпределителен пълнежен слой. За тази цел е разработен и изследван нов пълнеж, особено подходящ за ниски плътности на оросяване. Той се състои от успоредни вертикални пластини с наклонени пресичащи се капилярни канали, щамповани върху тях. В настоящата работа са получени експериментални данни за хидравличното съпротивление на новия преразпределителен пълнеж при различни скорости на газа и плътности на оросяване. Сравнението с данни за други съществуващи пълнежи със същото предназначение доказва, че хидравличното съпротивление на предложеният пълнеж е най-ниско, което се дължи на неговото предимство пред сравняваните преразпределителни пълнежи да променя посоката на течната фаза без да променя посоката на газа.

## I.10

N.Kolev, B. Krlev, D. Kolev “ *Gas side controlled mass transfer in a new packing with stamped horizontal lamellae operating at extremely low liquid loads.*” Chemical Engineering and Processing: Process Intensification Vol 63 pp. 44-49 (2013) ISSN: 0255-2701

### Abstract

The gas side controlled mass transfer coefficient of an easy to make packing, with stamped horizontal lamellae, designed for operating at extremely low liquid superficial velocity, between 0.04 and 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> h is investigated. The absorption of SO<sub>2</sub> in sodium hydroxide water solution is used as a model process. Based on the obtained experimental data, an equation for calculating the gas side controlled mass transfer coefficient, with deviation of ±8 % is presented.

The comparison between the new packing and different highly effective packings shows that the new one has lower pressure drop at the same specific area and mass transfer coefficient, respectively higher mass transfer coefficient at the same pressure drop and specific surface.

Of all compared highly effective packings, only the crossed strips packing, quite difficult to produce, has close, yet higher, pressure drop at similar specific surface area and volumetric mass transfer coefficient

Масообмен контролиран от газовия граничен слой при пълнеж с шампомани хоризонтални ламели работещ при екстремно ниски течностни натоварвания

### Резюме

Изследван е коефициентът на масопреминаване контролиран от газовия граничен слой за нов пълнеж, който е лесен за направа с шамповани хоризонтални ламели и проектиран да работи при екстремно ниски плътности на оросяване между 0.04 и 1 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>h. За моделен процес е използван процесът на абсорбцията на SO<sub>2</sub> във воден разтвор на натриев хидроксид. На базата на събраните експериментални данни е създадено уравнение за изчисляването на коефициента на масопреминаване контролиран от газовия граничен слой с отклонение от ± 8 %.

Сравнението на новия пълнеж с различни високоефективни пълнежи показва, че новият пълнеж има по-ниско хидравлично съпротивление при еднакви специфична повърхност и коефициент на масопреминаване, респективно по-висок коефициент на масопреминаване при еднакво хидравлично съпротивление и специфична повърхност.

При сравняването на новия пълнеж с високоефективните пълнежи, само crossed strips пълнеж, който е много труден за производство, има близко хидравлично съпротивление, близка специфична повърхност и близки стойности на коефициента на масопреминаване.

I.11

D. Dzhonova-Atanasova, E. Razkazova-Velkova, L. Ljutzkanov, N. Kolev, D. Kolev “*Energy efficient SO<sub>2</sub> removal from flue gases using the method of Wellman-Lord*” Journal of Chemical Technology and Metallurgy, vol. 48, iss. 5, pp. 457-464 (2013) ISSN 1314-7471

Abstract

Investigations are reviewed on development of energy efficient technology for SO<sub>2</sub> removal from flue gases of combustion systems by using the method of Wellman-Lord. This method is characterized by absorption of sulfur dioxide with sodium sulfite solution, which reacts to form sodium bisulfite. The absorber is typically a packed column with multiple stages. After evaporation of the solution, SO<sub>2</sub> and sodium sulfite are obtained. The latter is dissolved in water from condensation of the steam carrying SO<sub>2</sub> from the evaporator. The regenerated solution returns in the absorber. The SO<sub>2</sub> removed from the flue gases is obtained as a pure product for use in chemical, food or wine production. Technical and economical assessment of this regenerative method is presented in comparison to the non-regenerative gypsum method, using data from the existing research papers and own experience from investigations on improvement of the Wellman-Lord method and development of innovative gypsum technology.

Енергийноэффективно отстраняване на SO<sub>2</sub> от димни газове, използвайки метода на Wellman-Lord

Резюме

В изследването са показани развитието на енергийноэффективната технология за очистиране на SO<sub>2</sub> от изходящи газове на горивни инсталации с използване на метода на Wellman-Lord. Този метод се характеризира с абсорбцията на серен диоксид в разтвор на натриев сулфит, който реагира до натриев бисулфит. Използваните абсорбери са типични колони с пълнеж с множество степени. След изпарение на разтвора се получава отново SO<sub>2</sub> както и натриев сулфит, последния се разтваря във вода получена от водната пара в изпарителя на SO<sub>2</sub>. Регенерирания разтвор се връща в абсорбера. Полученият SO<sub>2</sub> е чист продукт и може да се използва в химическата, хранителновкусовата и винарската промишленост. Технически и икономически аспект на регенеративния метод са представени в сравнение с нерегенеративния гипсов метод. Използвани са данни от литературата както и собствени данни получени при проучвания за усъвършенстване на метода на Wellman-Lord и разработване на нов иновативен гипсов метод.

I.12

D. Dzhonova-Atanasova, D. Kolev, N. Kolev “*Height of vertical plates with inclined capillary grooves for a redistribution packing layer of packed columns*” Bulgarian Chemical Communications Vol 43 №3 pp. 449-455 (2011). ISSN: 0324-1130 <http://www.bcc.bas.bg>

#### Abstract

The uniform distribution of the liquid phase over the cross-section of a packed column is a major prerequisite for its effective operation. Regarding various distributor designs, the best uniformity is achieved with devices where the liquid is divided into jets with equal flow-rates. The final liquid redistribution, to obtain uniformity over a cross-section area of the size of a packing element, takes place in the packing itself or in a specially designed redistribution layer. For this purpose a new packing, especially proper for low liquid superficial velocity has been developed and investigated. It consists of parallel vertical polystyrene plates with inclined crossing capillary grooves stamped on them. A computer procedure has been developed for calculating the height of the redistribution layer for a distributor with a given distance between the feed points. The calculated height ensures, with a selected precision, equality of the flow-rates of the liquid phase leaving the capillary grooves. The comparison with other devices shows that for a given degree of uniformity, the new packing is characterized by significantly smaller height.

Височина на вертикални пластини с щамповани капилярни канали за преразпределителен слой на колоните с пълнеж

#### Резюме

Равномерното разпределение на течната фаза по напречното сечение на колоната с пълнеж е основна предпоставка за ефективна работа на апарата. Сред съществуващите оросителни устройства най-добра равномерност се постига при тези от тях, които разпределят течността на струйки с равни дебити. Крайното преразпределение до равномерност по напречно сечение с размери от порядъка на пълнежен елемент се осъществява в самия пълнеж или в специално конструиран преразпределителен пълнежен слой. За тази цел е разработен и изследван нов пълнеж, особено подходящ за ниски плътности на оросяване. Той се състои от успоредни вертикални пластини с наклонени пресичащи се капилярни канали, щамповани върху тях. Разработена е компютърна програма за изчисляване на височината на преразпределителния слой при дадено разстояние между точките на оросяване на оросителното устройство. Изчислената височина осигурява, с избрана точност, равенство на дебитите на течната фаза напускаща капилярните канали. Сравнението със съществуващите устройства показва, че при дадена степен на равномерност новият пълнеж се характеризира със значително по-малка височина.

I.13

N.Kolev, D.Kolev, *“Some Possibilities for significant increase of energy efficiency by production of heat and electrical energy.”* Advances in Bulgarian Science 1/2006. ISSN 1314-3565

Abstract

The best way to minimize green house gases is by increasing the energy efficiency. Some possibilities for considerable increase of efficiency in various processes are presented in the paper. They include using plate-fin heat exchangers as well as contact economizers second generation for boilers, a system with a contact economizer for drying unit operations and a gas turbine cycle for simultaneous production of electricity and heat energy for central heating.

Някои възможности за значително увеличаване на енергийната ефективност при производство на топлина и електрическа енергия

Резюме

Най добрият начин за намаляване на парниковите газове е увеличаване на енергийната ефективност. В настоящата статията са показани няколко възможности за значително увеличаване на ефективността при различни процеси. Използване на пластичат топлообменник, както и контактни економайзери второ поколение при топлофикационни котли, система с контактен економайзер при сушилни инсталации както и газотурбинен цикъл за едновременно производство на електро- и топлоенергия за централно топлооснабдяване.

I.14

Николай Колев, Димитър Колев „По-евтино топлоснабдяване” Ютилитис 2009 януари  
стр. 79-81 ISSN 1312-3017

Резюме

Настоящата работа има за цел да представи нови методи, които биха довели до значително намаляване на цената на топлоенергията от топлофикационните дружества: Улавяне на топлината от изходящи димни газове посредством системи с контактни економайзери първо и второ поколение, използване на нов газотурбинен цикъл за получаване на съвместно електро- и топлоенергия. Представяне на нова технология за очистване на димни газове от  $\text{SO}_2$ , която ще даде възможност за използване на въглища като енергоресурс. Цената на въглищата е до 3 пъти по-ниска от цената на природния газ. При внедряване на така представените технологии ще доведе до значително намаляване на парниковите газове.

Cheaper heating

Abstract

The paper aims to present new methods, which would considerably decrease the price of heat energy supplied by heating companies. Capturing the heat of flue gases by using systems with contact economizers first and second generation. Use of a new gas turbine cycle for production of electricity and heat energy. Presenting a new technology for scrubbing of flue gases from  $\text{SO}_2$ , which will allow the use of coal as an energy source. Price of coal is up to three times as low as that of natural gas. Implementation of the presented technologies would lead to a significant reduction of green house gases.

I.15

Nikolay N. Kolev, Dimitar N. Kolev “ Possibilities for strong reduction of the cost price of the district heating” Ecology&Safety. International Scientific Publications, Vol.2 Part 1 pp. 1-7 2008 ISSN 1313-2563

<https://www.scientific-publications.net/download/ecology-and-safety-2008.html>

Abstract

Two patented inventions of the authors for significant increasing of the energy efficiency at simultaneous production of electric and heat energy for district heating purpose, using as fuel natural gas ore considered. The first of them which based on the present level of technology in the area of gas turbines' production ensures up to 53 % mechanical efficiency at 106 % overall one. This efficiency is more than 100% because, as usual, it is calculated based on the lower calorific effect of the fuel, which does not take into account the heat of condensation of the water vapor obtained by the burning of methane. That is why the lower calorific effect of this fuel is 11% lower than its higher calorific effect. The economical calculations, based on 50 MW electric and 50 MW heat power, show that at the present prices of the natural gas of 0.615 lev/nm<sup>3</sup>, electrical energy 0.25 lev/kWh and heat energy 0.08 lev/kWh, the pay-back term of such installation is about 0.73 years. Even at a double decrease of the heat price to 0.04 lev/kWh, the pay-back term is less than 1 year.

It is shown also that the second patented invention ensures up to 76% mechanical efficiency and 109% overall efficiency.

Възможности за значително намаляване на себестойността на централното отопление

Резюме

Два патента са изобретени от авторите, които значително увеличават енергийната ефективност при едновременното производство на електрическа и топлинна енергия за топлофикационни цели при използване като гориво природен газ. Първият от тях, който се базира на съществуващо ниво на техника в областта на газовите турбини, произвежда 53% механична енергия и общо 106% КПД. Тази ефективност е повече от 100%, защото обикновено тези изчисления се извършват на база долна работна топлина на изгаряне на горивото, като не се взима предвид топлината получена при кондензация на водната пара получена при изгарянето на метана. Ето защо долната топлина на изгаряне е с 11 % по-ниска от горната. Икономическият анализ на процеса показва, че при изчисления базирани на производство на 50 MW електрическа и 50 MW топлинна енергия, при сегашни цени на природния газ от 0.615 лев/nm<sup>3</sup>, цена на електроенергията 0.25 лев/kWh и цена на топлоенергията 0.08 лев/kWh, срокът на откупуване на инсталацията е 0,73 години. При двойно намаление на цената на топлинната енергия на 0.04 лев/kWh срокът на откупуване на инсталацията е под 1 година.

Показано е също, че използването на втория патент ще доведе до повишаване на механичната енергия до 76 % и 109% общ коефициент на полезно действие.

## I.16

Nikolai N. Kolev, Ljutzkan A. Ljutzkanov, Dimitar N. Kolev, Daniela B. Dzhonova-Atanasova, Elena N. Razkazova-Velkova “ *New technology for purification of the flue gas from sulfur dioxide*” Journal of International Scientific Publication: Materials, Methods & Technologies, Volume 5, Part 1 pp. 375-382 (2011) ISSN 1314-7269 <https://www.scientific-publications.net/download/materials-methods-and-technologies-2011-1.pdf>

### Abstract

A new type of installation for SO<sub>2</sub> removal from flue gas, producing high quality gypsum, is described. It ensures condition at which the absorption process is practically gas side controlled with elimination of the resistance in the liquid phase boundary layer between gas and liquid and between the liquid and solid CaCO<sub>3</sub> used as absorbent. This gives the possibility to calculate the absorption using data from literature, which eliminates the necessity of performing experiments for the given system and absorber construction. The new installation ensures high absorption degree, more than 99 % and provides optimal conditions for oxidation of the CaSO<sub>3</sub> to gypsum, small height of the packing of the absorbers and low pressure drop. The installation is intended for removal of SO<sub>2</sub> from the flue gases from small and middle capacity boilers, but with small changes can be used for big boilers too.

Нова технология за почистване на димните газове от серен диоксид

### Резюме

Описана е нов вид инсталация за почистване на SO<sub>2</sub> от димни газове. Той осигурява състояние, при което абсорбционният процес се контролира от газовия граничен слой с елиминиране на съпротивлението на течностния граничен слой между газа и течността и между течността и твърдия CaCO<sub>3</sub> използван като абсорбент. Това дава възможност да се изчисли абсорбцията използвайки данни от литературата, което елиминира необходимостта от извършване на експерименти за тази система и конструкция на абсорбер. Новата инсталация осигурява висока степен на абсорбция, повече от 99% и оптимални условия за оксидация на CaSO<sub>3</sub> до гипс, малка височина на пълнежа в абсорберите, както и ниско хидравлично съпротивление. Инсталацията е предназначена за премахване на SO<sub>2</sub> от димните газове на малки и средни по капацитет котли, но с малки преработки може да се използва също и за големи котли.

I.17

Ljutzkanov, L. A., E. N. Razkazova-Velkova, N. N. Kolev, D. B. Dzhonova-Atanasova, D. N. Kolev, "Oxidation of  $\text{CaSO}_3$  by air in the technology for purification of flue gases from  $\text{SO}_2$ ", Journal of International Scientific Publications, Materials, Methods and Technologies, Vol.5, Part 1, 2011, 304-325, ISSN 1313-2539 <http://www.scientific-publications.net/download/materials-methods-and-technologies-2011-1.pdf>

#### Abstract

The presented investigation are connected with creation of new suitable for small and middle capacity boilers technology for removal of  $\text{SO}_2$  from flue gases by absorption with  $\text{CaCO}_3$  slurry, producing gypsum for building material. To reduce the capital investments it was decided to eliminate the hydrocyclone block and the centrifuge of the existing technologies and to dry the slurry of  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  directly in a spray dryer by flue gases, utilizing the heat of evaporation in a contact economizer system. This decision of a new oxidizer, divided by vertical partitions into 4 chambers with regular distribution of the air in the slurry by means of perforated horizontal tubes, is described. Some possibilities for cleaning of the orifices of the tubes are specially investigated and a solution is found. It is shown that at presence of catalysts. Fe and Mn ions, more than 99% of the slurry can be oxidized in 9 hours. The obtained after the drying of the slurry gypsum is white. The test of its compressive strength shows a value of 3.5 MPa, i.e. 40% higher than the requirements of the Bulgarian national standard for building gypsum. The obtained data are used for designing the oxidizer of an industrial installation for purification of flue gases from  $\text{SO}_2$ .

Окисляване на  $\text{CaSO}_3$  с въздух в технология за пречистване на димни газове от  $\text{SO}_2$

#### Резюме

Настоящото изследване е свързано със създаването на нова подходяща за малки и средни по капацитет котли за очистване на димните газове от  $\text{SO}_2$  при абсорбция с разтвор на  $\text{CaCO}_3$ , като се получава гипс за строителни нужди. За да се редуцират капиталните вложения, се взе решение да се премахне хидроциклонния блок и центрифугата в съществуващите технологии и да се изсуши суспензията от  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  директно в разпрашителна сушилка с димни газове, като се утилизира топлината от изпарението в система с контактен економайзер. Беше взето решение за конструиране на нов окислител състоящ се от 4 камери в който равномерно се разпределя въздух, това се постига с перфорирани тръби разположени напречно. Някои възможности за почистване на тръбите са специално изследвани и е намерено решение. Показано е, че при наличие на катализатори Fe и Mn йони повече от 99% от суспензията се е окислила за 9 часа. Полученият след сушенето гипс е бял. Тестът за неговата якост на натиск е 3.5 MPa и е с 40% над допустимата якост по Български национален стандарт за строителен гипс. Получените данни са използвани за проектиране на окислител на промишлена инсталация за пречистване на димни газове от  $\text{SO}_2$ .

Ljutzkanov, L. A., E. N. Razkazova-Velkova, N. N. Kolev, D. N. Kolev, D. B. Dzhonova-Atanasova, "Equilibrium partial pressure of SO<sub>2</sub> over the absorption slurry in case of purification of the flue gas from sulfur dioxide using gypsum technology", Journal of International Scientific Publications, Materials, Methods and Technologies, Vol.5, Part 1, 2011, 297-303, ISSN 1313-2539

#### Abstract

The most widely used process for purification of the flue gases from SO<sub>2</sub> is its absorption with slurry containing CaCO<sub>3</sub>. Up to now there are installation for carrying out of the SO<sub>2</sub> absorption according to this process only for big capacity boilers because of the great height of the existing absorbers for this technology, about 20-30 m. To create new absorbers for small and middle capacity boilers, equilibrium data for the absorption of SO<sub>2</sub> are necessary. Up to now such data are available in the literature only for a temperature of 25°C. That is why experiments for obtaining of equilibrium data for the partial pressure of SO<sub>2</sub> over slurry containing CaCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>3</sub>, and CaSO<sub>4</sub> at different temperatures are carried out . The results show that the increasing of the temperature from 25 to 45°C leads to about 3 times increasing of the partial pressure of SO<sub>2</sub> in the area of the lowest partial pressures. The respective increasing for the range of 25 to 60 °C is about 10 times.

Равновесно парциално налягане на SO<sub>2</sub> над абсорбиционен разтвор в случай на почистване на димни газове от SO<sub>2</sub> използвайки гипсовия метод

#### Резюме

Най-широко разпространен процес за почистване на димни газове от SO<sub>2</sub> е абсорбция в разтвор съдържащ CaCO<sub>3</sub>. Досега тези инсталации за абсорбция на SO<sub>2</sub> са използвани само за котли с голям капацитет поради голямата височина на съществуващите абсорбери от около 20-30 м. Необходимо е да се създадат нови абсорбери за малки и средни по капацитет котли за абсорбция на SO<sub>2</sub> . До момента в литературата има данни само при температура от 25°C. Ето защо са необходими експерименти за намиране на данни за равновесието на парциалното налягане на SO<sub>2</sub> над разтвори съдържащи CaCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>3</sub> и CaSO<sub>4</sub> при различни температури. Резултатите показваха, че повишаване на температурата от 25 на 45°C води до около 3 пъти повишаване на парциалното налягане на SO<sub>2</sub> в област с понижено парциално налягане. Респективно увеличаване от 25 до 60 °C води до 10-кратно увеличаване .