

STRESZCZENIA

Łukasz BRODZIK¹
Andrzej FRĄCKOWIAK²

THE EFFECT OF THE CONDUCTIVE LAYER ON THE THERMAL PROPERTIES OF DAMAGED ORBITER TPS PANEL

The content of the article concerns the analysis of heat insulating material of the thermal protection system, which is related to aerodynamic heating during atmospheric reentry by spacecraft. The example of the heat flux distribution as a function of flight time for analysis is used. The purpose of the article is to investigate the effect on the results of the new material of model with relatively high thermal conductivity coefficient across the isolating tile. It is considered that it may allow to compensate the temperature on the surface of underlying structure. The article contains the comparison of two types of thermal analysis of selected insulating tile models. The first case assumed that the models contain only three layers, e.g. insulation, strain isolator pad and underlying structure. In the second analysis, calculations are based on models consisting of four layers. Due to the good thermal properties as the additional material titanium alloy is selected. All analyses take into account two types of models: undamaged and damaged tiles. The conclusions contain graphs of maximum temperature distribution in function of time on the surfaces of selected layers. The results allowed to determine the temperature difference calculated on the basis of the considered of both cases.

Key words: aerodynamic heating, unsteady heat flow, heat protection

WPLYW WARSTWY PRZEWODZĄCEJ NA WŁAŚCIWOŚCI TERMICZNE USZKODZONEJ PŁYTKI SYSTEMU OSŁONY TERMICZNEJ ORBITERA

Streszczenie

Treść artykułu dotyczy analizy materiału termoizolacyjnego systemu osłony termicznej, która związana jest z nagrzewaniem aerodynamicznym w trakcie wlotu pojazdu w atmosferę. Do analizy użyto przykładowego rozkładu strumienia ciepła w funkcji czasu lotu. Celem artykułu jest zbadanie wpływu na wyniki nowego materiału umieszczonego w modelu, mającego relatywnie wysoki współczynnik przewodności cieplnej w kierunku poprzecznym płytki izolacyjnej. Uważa się, że może on umożliwić wyrównanie temperatury na powierzchni konstrukcji podstawowej. Artykuł zawiera porównanie dwóch typów analizy termicznej wybranych modeli izolacyjnych płytek. W pierwszym przypadku założono, że modele zawierają tylko trzy warstwy, izolację, podkładkę i konstrukcję podstawową. W drugiej analizie obliczenia bazują na modelach zawierających cztery warstwy. Ze względu na dobre właściwości termiczne jako dodatkowy materiał wybrano stop tytanu. Wszystkie analizy uwzględniają dwa rodzaje modeli: płytki nieuszkodzone i uszkodzone. Wnioski zawierają wykresy rozkładu temperatur maksymalnych w funkcji czasu na powierzchniach wybranych warstw. Wyniki pozwoliły ustalić różnicę temperatur obliczonych na podstawie rozważonych przypadków.

Słowa kluczowe: nagrzewanie aerodynamiczne, niestacjonarny przepływ ciepła, osłona termiczna

DOI: 10.7862/rm.2014.33

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

¹ Autor do korespondencji/corresponding author: Łukasz Brodzik, Politechnika Poznańska, adres: Pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań, tel: 61 665 2779, e-mail: lukasz.brodzik@put.poznan.pl

² Andrzej Frąckowiak, Politechnika Poznańska, e-mail: andrzej.frackowiak@put.poznan.pl

Przemysław CIŻMIŃSKI³
Sylvia POLESEK-KARCZEWSKA⁴
Dariusz KARDAŚ⁵
Bartosz MERTAS⁶

CIEPLNO-PRZEPLYWOWY MODEL KARBONIZACJI SUCHEGO WĘGLA

Koksowanie węgla, istotne z technicznego punktu widzenia, jest procesem złożonym, na który składa się szereg zjawisk fizycznych i chemicznych. Kompleksowy model koksowania wymaga uwzględnienia zagadnień transportu ciepła, przemian fizykochemicznych i fazowych oraz zagadnień związanych z przepływem gazu. Podstawą procesu jest piroliza cząstki węgla, podczas której pod wpływem wysokiej temperatury ulega ona rozkładowi, w wyniku czego uwalniane są gazy pirolityczne. Termochemiczna konwersja cząstek węgla wiąże się jednocześnie ze zmianą ich struktury, tj. porowatości i gazoprzepuszczalności, co znacząco wpływa na dynamikę zmian ciśnienia w komorze koksowniczej. W pracy proponuje się jednowymiarowy nieustalony model procesu koksowania. Model opisuje proces karbonizacji węgla suchego i składa się z czterech równań bilansowych - bilansu masy fazy stałej, transportu masy fazy gazowej, bilansu pędu gazu, bilansu energii wsadu oraz, dodatkowo, równania stanu gazu doskonałego. Źródło masy gazów opisano bazując na danych termogravimetrycznych. Do rozwiązania zagadnień transportu ciepła i przepływu gazu wykorzystano schematy numeryczne częściowo niejawne. Model umożliwia predykcję rozkładu temperatury, ilości wydzielonych gazów, ciśnienia i prędkości gazów w komorze koksowniczej dla całego procesu rzeczywistego przy stosunkowo niewielkim koszcie obliczeń. Rezultaty wskazują jednoznacznie na istotny wpływ zawartości części lotnych w węglu oraz gazoprzepuszczalności na zmiany ciśnienia w komorze.

Słowa kluczowe: koksowanie, piroliza, części lotne, gazoprzepuszczalność

THERMAL-FLOW MODEL FOR DRY COAL CARBONIZATION

Abstract

Coal coking, crucial from technical point of view, is a very complex process involving many physical and chemical phenomena. The complete model of coking requires taking into account of problems of heat transfer, physico-chemical and phase transitions, and gas flow. The basis of the process is the pyrolysis of coal particle, during which under high temperature they undergo decomposition, in result of which the pyrolytic gases are released. Thermochemical conversion of coal particles is associated with their structure change, e.g. their porosity and permeability, which strongly affects the dynamics of pressure change in coking chamber. In the paper, the transient one-dimensional model of coal coking is proposed. It describes the carbonization process of dry coal and consists of four balance equations- mass balance for solid, mass and momentum balance equations for gas, energy balance for coal charge, and additionally, the ideal gas law. Mass source for gas was described basing on thermogravimetric data. To solve the problems of heat transport and gas flow the semi-implicit numerical schemes were applied. The model enables to predict distributions of temperature, mass of released gases, pressure and gas velocity in coking chamber for the whole real process with relatively low calculation cost. The results clearly indicate on the effect of coal volatile content and gas permeability on the pressure change in the chamber.

Keywords: coking, pyrolysis, volatile content, gas permeability

DOI: 10.7862/rm.2014.34

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

³ Autor do korespondencji/corresponding author: Przemysław Ciżmiński, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Fiszerza 14, Gdańsk, 80-231, tel. 58 6995155, e-mail: pcizminski@imp.gda.pl

⁴ Sylwia Polesek-Karczewska, adres: j.w., e-mail: sylvia@imp.gda.pl

⁵ Dariusz Kardaś, adres: j.w., e-mail: dk@imp.gda.pl

⁶ Bartosz Mertas, Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, Zamkowa 1, 41-803 Zabrze, e-mail: bmertas@ichpw.zabrze.pl

PASSIVE PRESSURE PULSATION DAMPING USING SHAPED NOZZLES

Pressure pulsations in intake and outlet systems of positive-displacement compressors are one of the most important problems in compressed gas pipelines. This problem occurs not only in huge compressed systems, such as the natural gas piping in gas mines or national gas transport systems, but also in small refrigeration compressors in domestic applications. Nowadays systems require new approach since in all applications the variable rotational speed compressors are introduced. The mufflers designed in a conventional way on the basis of the Helmholtz theory are effective only for specific frequency range. In case of variable rotational speed the reaction of such damper may be insufficient. Therefore, any innovative ideas for pressure pulsation damping are welcomed by the compressor industry. One of the possible solutions to attenuate pressure pulsation over a wide range of frequencies is the introduction of shaped nozzles just after the compressor outlet chamber. It is obvious that the nozzle attenuates pressure pulsation, but simultaneously the requirement for the driving power of the compressor rises. The main subject of this paper is to show that using properly shaped nozzles one can achieve pressure pulsation damping, with insignificant influence on the compressor power consumption. The results of experimental investigations and some results of CFD analyses are shown in the paper, with indication for the best construction of the nozzle shape.

Key words: compressors, pressure pulsation damping, CFD simulation

PASYWNE TŁUMIENIE PULSACJI CIŚNIENIA RÓŻNOKSZTAŁTNYMI DYSZAMI

Streszczenie

Pulsacje ciśnienia w układach wlotowych i wylotowych sprężarek waporowych są jednym z największych problemów obecnych w rurociągach sprężonego gazu. Problem ten występuje nie tylko w wielkich układach sprężających, jak rurociągi tłoczne gazu ziemnego w kopalniach gazu lub państwowych systemach transportu gazu, ale również przy codziennym użytkowaniu małych sprężarek chłodniczych. Obecnie wymagane jest nowe podejście do tego typu systemów wynikające z coraz większego zastosowania sprężarek o zmiennej prędkości obrotowej. Tłumiki projektowane w konwencjonalny sposób, na bazie teorii Helmholtza, są skuteczne tylko dla konkretnego zakresu częstotliwości. W przypadku sprężarek o zmiennej prędkości obrotowej działanie takiego tłumika może być niewystarczające. Przemysł sprężarkowy jest więc nastawiony na innowacyjne pomysły z zakresu tłumienia pulsacji ciśnienia. Jednym z możliwych rozwiązań tłumienia pulsacji ciśnienia w szerokim zakresie częstotliwości jest wprowadzenie specjalnie ukształtowanych dysz bezpośrednio za komorą wylotową sprężarki. Oczywistym jest tłumienie pulsacji ciśnienia przez dyszę w wyniku rozpraszania energii jednakże zarazem wzrasta zapotrzebowanie sprężarki na moc napędową. Tematem niniejszego artykułu jest wykazanie, że przy użyciu odpowiednio ukształtowanych dysz można osiągnąć tłumienie pulsacji ciśnienia zarazem nie zwiększając stanowczo poboru mocy. Wyniki badań eksperymentalnych oraz kilka wyników analiz CFD przedstawiono w artykule, ze wskazaniem na kilka najlepszych rozwiązań kształtu dyszy.

Keywords: sprężarki, tłumienie pulsacji ciśnienia, symulacje CFD

DOI: 10.7862/rm.2014.35

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

⁷ Autor do korespondencji/corresponding author: Piotr Cyklis, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel.: (+48 12) 628 35 72, e-mail: pcyklis@mech.pk.edu.pl

⁸ Przemysław Młynarczyk, e-mail: pmlynarczyk@pk.edu.pl

Joanna DRATWA⁹
Stanisław WITCZAK¹⁰

ANALIZA PROCESU WRZENIA AMONIAKU O RÓŻNYM STOPNIU ZAOLEJENIA

W pracy scharakteryzowano aktualny stan wiedzy w zakresie procesu wrzenia amoniaku przy przepływie w rurach poziomych. Przedstawiono wyniki badań własnych oraz danych literaturowych dotyczących zjawisk ciepło-przepływo-wych występujących podczas wrzenia amoniaku o różnym stopniu zaolejenia. W oparciu o zebrane wyniki badań dokonano analizy procesu pod kątem określenia wpływu stopnia zaolejenia czynnika oraz właściwości cieczy olejowych na warunki wnikania ciepła. Wskazano także na metody obliczeniowe przydatne dla opisu efektywności wnikania ciepła podczas wrzenia przy przepływie amoniaku w obecności oleju.

Słowa kluczowe: amoniak, wrzenie, wnikanie ciepła, struktury przepływu

ANALYSIS OF AMMONIA BOILING PROCESS WITH DIFFERENT EXTENT OF OILING

Summary

The paper presents the current state of knowledge on ammonia boiling at flow in horizontal pipes. The results of author's own research as well as the literature data on the heat flow phenomena during boiling of ammonia with different extent of oiling are described. Based on the collected results the analysis of the process was made in order to determine an impact of extent of agent oiling and its properties on the heat transfer conditions. The paper also indicates computational methods which are useful for describing the efficiency of heat transfer during boiling at ammonia flow in the presence of oil.

Key words: ammonia, boiling, heat transfer, flow structures

DOI: 10.7862/rm.2014.36

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

⁹ Autor do korespondencji/corresponding author: Joanna Dratwa, Politechnika Opolska ul. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole, tel.77 449 8373

¹⁰ Stanisław Witczak, Politechnika Opolska ul Mikołajczyka 5, 45-271 Opole, tel.77 449 8370, e-mail: s.witczak@po.opole.pl

Andrzej FRĄCKOWIAK¹¹
Michał CIAŁKOWSKI¹²
Agnieszka WRÓBLEWSKA¹³

ALGORYTM ITERACYJNEGO ROZWIĄZYWANIA ZAGADNIENI ODWROTNYCH PRZEWODNICTWA CIEPŁA Z MINIMALIZACJĄ OSCYLACJI TEMPERATURY

W pracy rozwiązane zostało zagadnienie odwrotne dla przypadku stacjonarnego pola temperatury w obszarze wielospójnym, które jest ważne z technicznego punktu widzenia i dotyczy problemu chłodzenia łopatek turbin gazowych. Rozwiązane zostało zagadnienie odwrotne testowe dla obszaru pierścienia eliptycznego, w którym znany jest rozkład temperatury oraz współczynnik przejmowania ciepła na brzegu zewnętrznym obszaru. Na tej podstawie wyznaczony został rozkład temperatury oraz gęstości strumienia ciepła na brzegu wewnętrznym pierścienia. W funkcjonale optymalizującym rozwiązanie zagadnienia odwrotnego uwzględniony został człon związany z gradientem temperatury w całym obszarze. Obliczenia przeprowadzono dla znanego rozkładu współczynnika przejmowania ciepła na brzegu zewnętrznym obszaru zaburzonego błędem losowym równym 0, 1, 5 oraz 10%. Zbadano wpływ gradientu temperatury na czas i dokładność obliczeń. Uwzględnienie gradientu temperatury w funkcjonale, który jest minimalizowany w procesie obliczeniowym skróciło czas obliczeń oraz zmniejszyło oscylacje rozkładu temperatury oraz strumienia ciepła na brzegu wewnętrznym obszaru wielospójnego.

Słowa kluczowe: turbiny gazowe, zagadnienia odwrotne, zagadnienie Cauchy'ego

ALGORITHM FOR ITERATIVE SOLVING THE INVERSE HEAT CONDUCTION PROBLEMS WITH MINIMIZATION OF TEMPERATURE OSCILLATIONS

Summary

In this paper, the inverse problem for the steady-state temperature field in the multiply-connected domain was solved, which is of great importance from technical point of view and concerns the problem of cooling the gas turbine blades. Test inverse problem for domain of the elliptical ring with the known temperature distribution and the heat transfer coefficient on the outer boundary of the domain was solved. On this basis the distributions of temperature and heat flux density on the inner boundary of the ring were determined. The optimization functional of the solution of the inverse problem comprises a term related to the temperature gradient in the whole domain. Calculations were made for the known distribution of the heat transfer coefficient on the outer boundary of the domain disturbed by random error equal of 0, 1, 5 and 10%. The influence of the temperature gradient on time and the accuracy of calculations was examined. Taking into account the temperature gradient in the functional, which is minimized in the calculation process, reduced the time of calculations and decreased oscillations of the temperature as well as heat flux distributions on the inner boundary of the multiply-connected domain.

Keywords: gas turbine, inverse problems, Cauchy problem

DOI: 10.7862/rm.2014.37

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

¹¹ Autor do korespondencji/corresponding author: Andrzej Frąckowiak, Politechnika Poznańska, pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań, 61 665 2779, andrzej.frackowiak@poznan.pl.

¹² Michał Ciałkowski, Politechnika Poznańska, michal.cialkowski@poznan.pl.

¹³ Agnieszka Wróblewska, Politechnika Poznańska, agnieszka.wroblewska@poznan.pl.

Sebastian GROSICKI¹⁴
Robert SMUSZ¹⁵
Joanna WILK¹⁶

KONCEPCJA STANOWISKA DO POMIARÓW WSPÓŁCZYNNIKÓW WYMIANY MASY/CIEPŁA W MINI-WYMIENNIKACH

W artykule zaprezentowano wstępną koncepcję stanowiska eksperymentalnego do badań wymiany masy/ciepła w elementach mini-wymienników ciepła. Proponowana metoda badawcza bazuje na technice elektrolitycznej, w której do wyznaczenia współczynników wymiany masy wykorzystuje się zależności opisujące zjawiska elektrolizy. Pomiary powstałych prądów granicznych, powierzchni katody, przy której następuje wymiana roboczych jonów, oraz stężenia jonów w elektrolicie, dają możliwość określenia intensywności wymiany masy. Otrzymane wielkości, wykorzystując analogię pomiędzy procesami przenoszenia masy i ciepła, przelicza się na współczynniki wymiany ciepła. Proponowana metoda może być również wykorzystywana w mini-skali. Wiąże się to jednak z dodatkowymi warunkami, które muszą być spełnione, aby zminimalizować błędy wynikające ze skali procesu, a związane m.in. z chropowatością powierzchni elektrod, zmianą stężenia na długości katody, czy też grubością średniej warstwy dyfuzyjnej. Zaprojektowane stanowisko będzie umożliwiało badania nad intensywnością wymiany masy/ciepła w mini-wymienniku ciepła z kanałami o przekroju prostokątnym.

Słowa kluczowe: badania eksperymentalne, metoda prądów granicznych, minikanaly, wymiana ciepła

CONCEPT OF THE STAND FOR MEASUREMENTS OF MASS AND HEAT TRANSFER COEFFICIENTS IN MINI HEAT EXCHANGERS

S u m m a r y

The paper presents the preliminary conception of the experimental stand for measurements of mass and heat transfer coefficients in mini heat exchangers. The proposed method based on the electrolytic technique in which to determine the mass transfer coefficients the equations describing the electrolysis phenomenon are used. Measurements of limiting streams established, the cathode surface at which the ion exchange exists, and the concentration of ions in the electrolyte make it possible to determine the intensity of mass exchange. The proposed method may be used in small scale applications. However, this is connected with the additional conditions that must be met in order to minimize errors resulted from the scale of the process, e.g. the surface roughness of the electrodes, the concentration change of the length of the cathode, or the average thickness of the diffusion layer. Designed test stand will allow to study the intensity of mass and heat exchange in mini exchanger with channels of rectangular cross-section.

Keywords: experimental investigations, limiting stream method, minichannels, heat exchange

DOI: 10.7862/rm.2014.38

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

¹⁴ Autor do korespondencji: Sebastian Grosicki, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszów, al. Powstańców Warszawy 12, tel. (17) 865-1326, e-mail: sebogr@prz.edu.pl

¹⁵ Robert Smusz, Politechnika Rzeszowska, e-mail: robsmusz@prz.edu.pl

¹⁶ Joanna Wilk, Politechnika Rzeszowska, e-mail: joanwilk@prz.edu.pl

MODELOWANIE Z WYKORZYSTANIEM METODY SIATKOWEJ BOLTZMANN TERMOMECHANIKI PRZEPIYWU WRAZ Z REAKCJAMI CHEMICZNYMI

Szczegółowy opis oraz analiza termomechaniki w przepływie przez ośrodek porowaty wraz z następującym uwolnieniem składników chemicznych z ziaren ciała stałego ośrodka (reprezentujących biomasę, węgiel) zostaną zaprezentowane wraz z pierwszymi wynikami symulacji przy wykorzystaniu uproszczonego modelu odgazowania. Po wykonaniu podstawowych testów dla przepływu płynu oraz transportu ciepła, dodatkowe funkcje rozkładu zostały zaimplementowane w celu modelowania ewolucji emisji oraz transportu składników chemicznych. Koncentracja składników chemicznych (jako wynik symulacji) wyznaczona jako wynik prostych reakcji wykazuje dobrą zgodność z innymi metodami numerycznymi. Modelowanie procesu pirolizy wykonane zostało z wykorzystaniem referencyjnego odgazowania węgla dało pierwsze jakościowe wyniki, przy pewnym zauważalnym wzroście kosztów obliczeniowych. Dla wyższej dokładności oraz zmniejszenia złożoności obliczeniowej planujemy wykorzystanie uproszczonego opisu kinetyki chemicznej dla zjawiska odgazowania stałych cząstek paliwa (ciało stałe geometrii). W artykule wyjaśniono przepływ płynu z przemieszczaniem ciepła przez reaktywne nośniki granulowane na poziomie reprezentatywnego elementu o objętości (REV), w tym także oddziaływania mechaniczne ziaren stałych spowodowane ich rozszerzalność cieplną.

Słowa kluczowe: LBM, termomechanika przepływu, modelowanie odgazowania, reprezentatywny element objętości

LATTICE BOLTZMANN METHOD FOR THERMOMECHANICS OF FLUID FLOW WITH CHEMICAL REACTIONS

Summary

A detailed description of thermomechanics of fluid flow through porous media with a release of chemical compounds from grains of solid fuel particles (biomass, coal, etc.) is presented together with first simulation results of a simplified model for degasification process. After the basic tests for fluid flow and heat transport, additional distribution functions are implemented to model the evolution of both emission and transport of chemical components. The concentration of chemical components (as a result of the simulation) is determined as a result of simple reactions shows good agreement with other numerical methods. A simulation of the pyrolysis process with the use of a simple reference model of coal degasification, gives first quantitative results along with a notable increase of computational cost. For higher accuracy and reduction of the computational complexity we plan to use a simplified description of the chemical kinetics of the phenomenon of degasification of solid fuel particles (solid geometry). In the article we account here for fluid flow with heat transfer through reactive granular media at the level of a representative element of volume (REV) including also mechanical interactions of solid grains due to their thermal expansion.

Keywords: LBM, thermomechanics, degasification modeling, representative element of volume

DOI: 10.7862/rm.2014.39

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

¹⁷Autor do korespondencji: Arkadiusz Grucelski Instytut Maszyn Przepływowych PAN, e-mail: agrucelski@imp.gda.pl

¹⁸Jacek Pozorski, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, e-mail: jp@imp.gda.pl

MODELOWANIE HYBRYDOWEGO OBIEGU CHŁODNICZEGO PRZY WYKORZYSTANIU PROGRAMU LABVIEW

W Instytucie Inżynierii Ciepłej i Procesowej Politechniki Krakowskiej zaprojektowano i zbudowano prototypowy kaskadowy adsorpcyjno-sprężarkowy system ziębniczy. Pierwszym stopniem kaskady jest urządzenie adsorpcyjne zasilane energią ciepłą z kolektorów słonecznych, działające w okresie letnim jako układ chłodniczy, odprowadzający ciepło ze skraplacza drugiego stopnia kaskady - sprężarkowego układu ziębniczego z CO₂ jako czynnikiem chłodniczym. Do symulacji systemu przygotowany został dedykowany program tworzony z wykorzystaniem graficznego języka programowania w środowisku LabView. Aplikacja uwzględnia jednowymiarowe dynamiczne zmiany parametrów systemu jako całości oraz poszczególnych jego modułów. Rozwiązywane są równania bilansu ilości substancji (masy) oraz bilansu energii. System zawiera cztery typy modułów: a) źródła ciepła i/lub masy, do których należą m. in. kolektor słoneczny, wyparna wieża chłodnicza, komora chłodnicza; b) elementy inercyjne i wymienniki; c) układy napędowe (m. in. urządzenie adsorpcyjne); d) urządzenia sterujące (np. zawory). W algorytmie obliczeniowym każdy moduł systemu zdefiniowany jest jako podprogram o określonych funkcjach przejścia oraz liczbie wejść i wyjść. Każdy moduł zasadniczo opisany jest przez dwa równania podstawowe – równanie energii i równanie ciągłości – oraz równania uzupełniające, odpowiednie dla poszczególnych elementów systemu. Dla zobrazowania działania programu pokazano przykładowy wykres zmian temperatury wody w zbiorniku jako odpowiedź na skokową zmianę gęstości strumienia promieniowania słonecznego działającego na absorber kolektorów słonecznych.

Słowa kluczowe: symulacja jednowymiarowa, bilans energii, kaskada chłodnicza,

MODELING OF THE HYBRID REFRIGERATION CYCLE BY USING THE LABVIEW PROGRAM

Summary

In the Institute of Thermal and Process Engineering at Cracow University of Technology prototype of cascade adsorption-compression refrigeration system has been designed and assembled. The first stage component of the cascade is the adsorption system feed by the heat generated by the solar collectors, which during summer period work as a refrigeration system rejecting the heat from the condenser of the second stage of compressor refrigeration system with CO₂ as the cooling agent. A dedicated program has been made in LabView software environment using the graphic program language. The program is able to simulate one-dimensional dynamic changes of the system parameters as a whole and also its individual modules. The algorithm of the program is based on balance of mass continuity and energy balance equations. The system consists of four types of modules: a) heat and/or mass sources, e.g. solar collectors, cooling towers, cooling chambers b) inertial components and heat exchangers, c) driving systems (e.g. adsorption system), d) control elements (e.g. valves). Each module of the computational algorithm is defined as a numerical sub-program with specified transformation functions and definite number of inputs and outputs. Each module is defined with generally two basic equations of continuity and energy and supplementary equations, appropriate to each module of the system elements. An example of the program operation a diagram of temperature of water in the tank as a response to step change of the flux density of solar radiation acting on the adsorber of solar collectors are presented.

Keywords: one-dimensional simulation, energy balance, cooling cascade

DOI: 10.7862/rm.2014.40

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

¹⁹ Autor do korespondencji: Ryszard Kantor, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, 12 628 35 85, rkan-tor@mech.pk.edu.pl.

Ryszard KANTOR²⁰
Mateusz MAJOCH²¹

NUMERYCZNE WYZNACZANIE STOPNIA ZMIESZANIA WODY I KAOLINU W MIESZALNIKU STATYCZNYM

Jednym z elementów przemysłowego procesu oczyszczania wody lub ścieków jest flokulacja, jako proces tworzenia agregatów z cząstek fazy stałej, będącej wynikiem oddziaływania i wiązania powierzchni agregatów za pośrednictwem zaadsorbowanego na nich związku polimerowego. Powstałe ciężkie i porowate agregaty zwane flokulami zaczynają poddawać się siłom grawitacji i są łatwe w filtracji. Proces flokulacji jest inicjowany przez wprowadzenie cząstek stałych, np. kaolinu, które powinny być rozprowadzone równomiernie w fazie ciekłej. Przy zastosowaniu mieszalnika statycznego są one wprowadzane do rurociągu instalacji wodnej lub ściekowej bezpośrednio przed mieszalnikiem. Konstrukcja mieszalnika ma zapewnić pełne i równomierne zmieszanie cząstek stałych z cieczą. W niniejszej pracy pokazano numeryczne wyznaczenie stopnia zmieszania wody i kaolinu w mieszalniku statycznym za pomocą CFD oraz ocenę jego działania w kontekście skuteczności mieszania oraz podatności w warunkach przemysłowych. Symulacja nieustalonego procesu mieszania pozwala zamodelować zachowanie się cząstek fazy stałej na całej długości mieszalnika i w efekcie daje możliwość określenia optymalnych wymiarów mieszalnika, takich jak m. in. jego długość oraz ilość przegród zaburzających. Mieszalnik ten może być wykorzystywany m. in. we wstępnych fazach oczyszczania ścieków albo w procesach produkcji zawiesin.

Słowa kluczowe: flokulacja, zawiesiny, mieszanie, przepływ dwufazowy, symulacja CFD, optymalizacja

NUMERICAL DETERMINATION OF THE DEGREE OF MIXING OF WATER AND KAOLIN IN THE STATIC MIXER

Summary

Flocculation is one of industrial processes, being part of the process of water treatment. It is the process of formation of aggregates of solid particles, which are results of the binding interactions between aggregates through the adsorbed polymeric compound thereon. The resulting heavy and porous aggregates called floccules, begin to succumb to the force of gravity and are easy to filter. Flocculation process is initiated by the introduction of particles such as kaolin, which should be evenly distributed in the liquid phase. In the static mixer solid particles are introduced into the water or sewage directly before the mixer. The aim of the mixer is to ensure uniform distribution of solids particles within the liquid phase. In the present paper, the CFD simulations of the degree of mixing of water and kaolin in a static mixer and evaluation of its performance in terms of mixing efficiency and in an industrial usefulness are presented. Numerical simulations of transient process of the mixing process allow to model behavior of the solid particles along the entire length of the mixer, and as a result make it possible to determine the optimal dimensions of the mixer, such as, among others, its length and the number of baffles. This mixer can be used, among others, in the initial stages of sewage treatment or in production processes of suspensions.

Keywords: flocculation, suspensions, mixing, two-phase flow, CFD simulation, optimization

DOI: 10.7862/rm.2014.41

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

²⁰ Autor do korespondencji: Ryszard Kantor, Politechnika Krakowska, ul, Warszawska 24, 31-155 Kraków, 12 628 35 85, rkan-tor@mech.pk.edu.pl.

²¹ Mateusz Majoch, FAKRO PP Sp. z o.o., ul. Węgierska 144a, 33-300 Nowy Sącz, mateuszmajochns@gmail.com.

Agnieszka KIJÓ-KLECZKOWSKA²²
Monika KOSOWSKA-GOLACHOWSKA²³
Władysław GAJEWSKI²⁴
Katarzyna ŚRODA²⁵
Tomasz MUSIAŁ²⁶
Krzysztof WOLSKI²⁷

SPALANIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH W ODNIESIENIU DO WĘGLA I BIOMASY

Praca podejmuje problematykę spalania osadów ściekowych, jako priorytetowej metody ich termicznej utylizacji, w odniesieniu do węgla i biomasy. Biorąc pod uwagę istotę problemu narastającej produkcji, a także własności osadów ściekowych i metod ich unieszkodliwiania, z uwzględnieniem oddziaływania na środowisko oraz uregulowań prawnych, obserwuje się obecnie coraz większe zainteresowanie wspomnianą tematyką, widoczne zarówno w literaturze krajowej, jak i światowej. Zbliżona wartość opałowa wysuszonych osadów ściekowych do węgla brunatnego, uzasadnia możliwość wykorzystania tych odpadów jako paliwa energetycznego. W pracy zaprezentowano wyniki badań eksperymentalnych stanowiące analizę porównawczą spalania osadów ściekowych oraz węgla i biomasy. Badania prowadzono zgodnie z planem rotacyjno-uniformalnym, umożliwiającym określenie oddziaływania rozmiaru paliwa, temperatury w komorze spalania i prędkości napływu powietrza na całkowity czas procesu, temperaturę i czas zapłonu paliwa za pośrednictwem części lotnych, temperaturę maksymalną paliwa oraz czas spalania karbonizatu.

Słowa kluczowe: osady ściekowe, termiczna utylizacja, mechanizm i kinetyka spalania paliw

SEWAGE SLUDGE COMBUSTION WITH REFERENCE TO THE COAL AND BIOMASS

Summary

The paper deals with the problem of sewage sludge combustion as a priority method of thermal utilization, in relation to coal and biomass. Considering the nature of the problem of increasing production, sludge properties and methods of utilization, taking into account the impact on the environment and legislation, there is now a growing interest in mentioned subject, reflected both in the national and world literature. A similar calorific value of dried sewage sludge to brown coal, justifies the possibility to use the sewage sludge as fuel energy. The paper presents the results of experimental studies on comparative analysis of the combustion of sewage sludge, coal and biomass. The investigations were performed according to the rotary-uniform plan, which enables determination of influence of the fuel size, the temperature in the combustion chamber and air velocity on total process time temperature, the both ignition time and temperature of a fuel, maximal temperature of the fuel and combustion time of adsorbents.

Keywords: sewage sludges, thermal utilization, mechanism and kinetics of fuels combustion

DOI: 10.7862/rm.2014.42

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

²² Autor do korespondencji: Agnieszka Kijo-Kleczkowska, Politechnika Częstochowska, al. Armii Krajowej 21, 42-201 Częstochowa, kijo@imc.pcz.czyst.pl.

²³ Monika Kosowska-Golachowska, kosowska@imc.pcz.czyst.pl.

²⁴ Władysław Gajewski, wladyslaw.gajewski@gmail.com

²⁵ Katarzyna Środa, katarzynasroda@imc.pcz.czyst.pl.

²⁶ Tomasz Musiał, musial@imc.pcz.czyst.pl.

²⁷ Krzysztof Wolski, wolski@imc.pcz.czyst.pl.

Krzysztof KNAS²⁸
Krzysztof SŁAWIŃSKI²⁹
Michał GANDOR³⁰
Wojciech NOWAK³¹

WPŁYW SUSZONEGO WĘGLA BRUNATNEGO NA PRACĘ KOTŁA CFB

W niniejszym artykule przedstawiono tematykę związaną z wpływem jaki może mieć podawanie podsuszanego węgla brunatnego na pracę kotła typu CFB. Polskie zasoby węgla brunatnego zapewniają stały i znaczny jego udział wśród paliw wykorzystywanych w krajowej energetyce. Na świecie trwa ciągle poszukiwanie nowych rozwiązań wspomagających waloryzację węgla brunatnych. Powstają kolejne technologie, które niosą z sobą zarówno ryzyko inwestycyjne jak i korzyści mogące wynikać z poprawy konkurencyjności rynkowej młodych (mniej przeobrażonych). W artykule przedstawiono kilka nowoczesnych metod i technologii suszenia węgla brunatnych. Autorzy oprócz znanych na rynku metod przygotowania węgla dla celów energetycznych zaproponowali także innowacyjną technologię jednoczesnego suszenia i mielenia w młynie elektromagnetycznym. Przeanalizowano właściwości podsuszanego paliwa oraz możliwość jego wykorzystania w kotłach CFB oraz poruszono kwestie modernizacji instalacji z cyrkulacyjną warstwą fluidalną na potrzeby spalania waloryzowanego paliwa węglowego. Na podstawie przeglądu literatury oraz własnych doświadczeń podjęto próby określenia wpływu spalania podsuszonego węgla brunatnego na prace kotłów CFB.

Słowa kluczowe: mielenie, suszenie, węgiel brunatny, młyn elektromagnetyczny, kocioł CFB

THE INFLUENCE OF DRIED LIGNITE ON THE PERFORMANCE OF A CFB BOILER

Summary

This paper presents the issues that can be related to an influence of the use of the dried lignite on the performance of the CFB boiler. Polish lignite resources provide a stable and significant share of this fuel in the national energy sector. There is a constant and worldwide search for the solutions enabling the valorization of brown coals. New technologies are being developed, which bring together an investment risk as well as benefits of improved market competitiveness of low-rank (less metamorphosed) coals. In the article, several modern methods for brown coal drying are presented. Authors, beside well-known energetic coal preparation methods, have discussed a new and innovative method for simultaneous grinding and drying in an electromagnetic mill. The properties of the dried coal have been analyzed and its capability for being utilized in CFB boilers as well as the issue of modernization of the existing circulating fluidized bed installations for the purpose of burning the valorized coal fuel. Based on the literature review and own experience, an attempt was made on establishing the influence of the dried lignite on the performance of a CFB boiler.

Keywords: milling, drying, brown coal, electromagnetic mill, CFB boiler

DOI: 10.7862/rm.2014.43

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

²⁸ Autor do korespondencji/corresponding author: Krzysztof Knaś, Politechnika Częstochowska, ul. Dąbrowskiego 73 42-201 Częstochowa, kknas@fluid.is.pcz.pl

²⁹ Politechnika Częstochowska, kslawinski@fluid.is.pcz.pl

³⁰ Politechnika Częstochowska, mgandor@fluid.is.pcz.pl

³¹ Akademia Górniczo-Hutnicza, wnowak@agh.edu.pl

Anna KRASZEWSKA³²
Janusz DONIZAK³³
Marek JASZCZUR²

INVESTIGATION OF NATURAL CONVECTION IN CUBICAL ENCLOSURE USING LASER INDUCED FLUORESCENCE

Temperature measurements are extremely important and they are used in many technical and engineering processes, including the analysis of natural convection. In contrast to the commonly used thermocouples and Pt100 temperature sensors, which allow point temperature measurements, laser induced fluorescence technique (LIF) allows the imaging of temperature fields throughout the area. An obvious disadvantage of thermocouples and Pt100 sensors is the possibility that the probes can affect the fluid flow, changing its structure. This problem does not appear in LIF measurements and better accuracy of temperature mapping is obtained. This work focuses on describing one-color LIF technique (using one fluorescent dye) in theoretical and practical terms. The experimental set-up is described, as well as a number of operations required to get the temperature field of the whole domain. The results of the natural convection process analysis in the configuration of one side wall heated and the opposite one cooled, with the use of laser induced fluorescence technique are presented.

Keywords: temperature measurement, visualization techniques, LIF, fluorescence

ANALIZA PROCESU KONWEKcji NATURALNEJ PRZY UŻYCIU TECHNIKI FLUORESCENCJI WZBUDZANEJ LASEROWO

Streszczenie

Pomiary temperatury są niezwykle istotne i mają zastosowanie w wielu technicznych i inżynierskich procesach, m.in. w analizowaniu konwekcji naturalnej. W odróżnieniu od popularnie używanych termopar i sensorów temperatury Pt100, pozwalających na punktowe pomiary temperatury, technika fluorescencji laserowej LIF pozwala na zobrazowanie pola temperatury w całym badanym obszarze. Oczywistą wadą termopar i czujników Pt100 jest możliwy wpływ sondy na przepływ płynu, zmieniając jego strukturę. Ponadto na dokładność pomiarową w technice LIF wpływa także fakt, że w układzie nie występują zaburzenia przepływu spowodowane wprowadzeniem do analizowanego obszaru stałych czujników. Problem ten nie pojawia się w pomiarach techniką LIF. Ponadto, odwzorowanie temperatury jest bardziej dokładne przy pomiarach techniką fluorescencji laserowej. Poniższa praca skupia się na opisanu jednokolorowej techniki LIF (z wykorzystaniem jednego barwnika fluorescencyjnego) pod względem teoretycznym oraz praktycznym. Opisane zostało stanowisko pomiarowe oraz szereg kolejnych operacji składających się na uzyskanie obszarowego pola temperatury. Przedstawione zostały wyniki analizy procesu konwekcji naturalnej wody w konfiguracji z jedną ścianą boczną grzaną i naprzeciwległą chłodzoną poprzez zamieszczenie wyników pomiarowych uzyskanych techniką fluorescencji laserowej.

Keywords: pomiar temperatury, techniki wizualizacyjne, LIF, fluorescencja

DOI: 10.7862/rm.2014.44

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

³² Autor do korespondencji/corresponding author: Anna Kraszewska, AGH University of Science and Technology, Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, kraszka@agh.edu.pl.

³³ AGH University of Science and Technology, Kraków.

Dariusz MIKIELEWICZ³⁴
Jarosław MIKIELEWICZ³⁵
Jan WAJS^{1,2}
Michał BAJOR²

MIKROSIŁOWNIA DOMOWA JAKO ŹRÓDŁO ENERGII CIEPLNEJ I ELEKTRYCZNEJ

Obiektem rozważań podejmowanych w ramach pracy jest kocioł gazowy sprzężony z laboratoryjnym modułem mikro-ORC. W badaniach zastosowano komercyjny kocioł, przeznaczony do użytkowania w gospodarstwach domowych. Jest to kocioł gazowy firmy De Dietrich (DTG X23N) o mocy cieplnej 25 kW. Przy wyborze kotła jako źródła ciepła kierowano się jak największą popularnością pod kątem mocy grzewczej całej jednostki ORC w gospodarstwach domowych. Głównym celem badań było określenie zakresu temperatur płynu, osiąganych strumieni ciepła oraz sprawności całego układu. Badania wstępne pokazały, że kocioł gazowy jest w stanie dostarczyć nasyconą/przegrzaną parę etanolu o parametrach niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania jednostki ORC. System może wyprodukować około 1kW energii. Zgodnie z zaleceniami i opiniami autorów może być wykorzystany jako źródło ciepła w domowych siłowniach micro-CHP.

Słowa kluczowe: mikrosiłownia, organiczny obieg Rankine'a, kocioł gazowy

DOMESTIC MICRO POWER PLANT AS A SOURCE OF HEAT ENERGY AND ELECTRICITY

Summary

The object of considerations undertaken in the article is a gas boiler coupled with laboratory micro-ORC module. The investigations used a commercial boiler, intended for the use in households. This is the gas boiler produced by DeDietrich company (DTG X23N), 25 kW thermal power. The most popular source for heating power the entire ORC unit in households is considered to choose a boiler as a heat source. The main aim of the study was to determine the fluid temperature range, heat flux performance and efficiency of the whole system. Preliminary investigations showed that a gas boiler is able to provide the saturated/superheated vapour of ethanol as working fluid at required conditions needed in the ORC. The system can produce around 1kWe. According to authors' recommendations and opinions it can be used as a heat source in domestic micro-CHP.

Keywords: micro power plant, organic Rankine cycle, gas boiler

DOI: 10.7862/rm.2014.45

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

³⁴ Autor do korespondencji/corresponding author: Dariusz Mikielwicz, Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, Narutowicza 11/12, 80-231 Gdańsk, e-mail: dariusz.mikielwicz@pg.gda.pl

³⁵ Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Fiszerza 14, 80-231 Gdańsk, e-mail: jaroslaw.mikielwicz@imp.gda.pl, jan-wajs@pg.gda.pl, micbajor@pg.gda.pl

Dariusz MIKIELEWICZ³⁶
Jarosław MIKIELEWICZ³⁷
Jan WAJS^{1,2}

ANALIZA MOŻLIWOŚCI WSPÓŁPRACY ELEKTROWNI O MOCY 900MW Z UKŁADEM ODZYSKU CIEPŁA ZASILAJĄCYM ORC

W pracy przeanalizowano kwestie związane z wykorzystaniem ciepła odpadowego z bloku energetycznego elektrowni o parametrach nadkrytycznych o mocy 900MW. Zagadnieniem nad którym skupiono uwagę jest pełne wykorzystanie potencjału ciepła odpadowego ze spalin, w postaci strumienia ciepła gorącej wody o mocy 200MW i temperaturze 90°C. Ciepło to wykorzystane jest do grzania układu ORC. Temperatura nośnika ciepła jest niewystarczająca, aby uzyskać atrakcyjne sprawności termiczne obiegu ORC i dlatego obieg ten jest dodatkowo dogrzewany ciepłem pary upustowej. W pracy przedstawiono model numeryczny układu hybrydowego łączącego blok nadkrytyczny o mocy 900 MWe z obiegiem ORC. Ponadto przedstawiono obliczenia numeryczne bloku nadkrytycznego dla płynu roboczego etanolu, przy wykorzystaniu dwóch upustów pary wodnej do końcowego odparowania czynnika ORC. Do analizy parametrów eksploatacyjnych obiegu posłużono się komercyjnym kodem Aspen Plus.

Słowa kluczowe: odzysk ciepła, organiczny obieg Rankine'a, elektroenergetyka

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF COOPERATION OF THE 900MWe POWER PLANT WITH THE HEAT RECOVERY SYSTEM SUPPLYING ORC

Summary

In the paper the issues related to utilisation of waste heat from the power unit of power station at supercritical parameters and plant rating of 900MW are analysed. The scrutinized problem is a full utilization of heat from heat recovery from exhaust gases, which is available in the form of flow rate of water with temperature of 90°C and plant rating of 200MW. The temperature of heat source is too small to obtain attractive efficiency of ORC, hence the cycle is additionally heated by heat from the steam bleeds. The paper presents a numerical model of the hybrid system combining supercritical 900MWe block with the ORC cycle. Furthermore, the calculations of supercritical block for the case where ethanol is used as working fluid and two bleeders are used for evaporation of the ORC agent. To analyze the operating parameters of the cycle Aspen Plus commercial code was used.

Keywords: heat recovery, organic Rankine cycle, electrical power engineering

DOI: 10.7862/rm.2014.46

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

³⁶ Autor do korespondencji/corresponding author: Dariusz Mikielewicz, Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, Narutowicza 11/12, 80-231 Gdańsk, e-mail: dariusz.mikielewicz@pg.gda.pl

³⁷ Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Fiszerza 14, 80-231 Gdańsk, e-mail: jaroslaw.mikielewicz@imp.gda.pl, jan-wajs@pg.gda.pl

Łukasz PLESKACZ³⁸
Elżbieta FORNALIK-WAJS³⁹
Aleksandra ROSZKO²

VELOCITY AND TEMPERATURE MALDISTRIBUTION DUE TO THE MAGNETIC FIELD INFLUENCE

The elements that possess the ability of changing the flow structure (neckings, nozzles, valves, elbows) can be found in numerous industrial and medical applications. This ability leads to the velocity and temperature fields modification and can be a reason of negative effects like pressure loss. These negative effects can be reduced by the usage of magnetic field. Magnetic control of weakly magnetic fluids' velocity and temperature distributions is well known. Presented paper considers the numerical analysis of velocity and temperature maldistribution due to the influence of strong magnetic field. The analysis was carried out for three-dimensional circular duct with simplified stenosis (narrowing of the blood vessels), which took form of confusor-diffuser section of the pipe. The system included duct and the magnetic coil that was oriented perpendicularly to the flow axis and placed in between confusor and diffuser. The wall of the stenosis was divided into subzones partially heated in order to control the velocity and temperature fields. Biot-Savart's law was applied to calculate the distribution of the magnetic field, which was then used to obtain the magnetic force distribution and added to principle of conservation of momentum equations as the external body force. Commercially available software Ansys Fluent 13 was chosen to conduct the numerical analysis, however special user-defined modulus to calculate the distribution of magnetic force was prepared and implemented in it. The results pointed out that the usage of magnetic field might provide a significant change in both velocity and temperature distribution, especially for low Reynolds number flows.

Keywords: forced convection, numerical fluid mechanics, magnetic field, magnetic force

ZMIANA ROZKŁADÓW PRĘDKOŚCI I TEMPERATURY POD WPŁYWEM POLA MAGNETYCZNEGO

Streszczenie

Elementy posiadające zdolność zmiany struktury przepływu (przewężenia, dysze, zawory, kolanka) mają wiele zastosowań w przemyśle i medycynie. Zdolność ta prowadzi do modyfikacji pól temperatury oraz prędkości i może być przyczyną negatywnych efektów, takich jak straty ciśnienia. Te negatywne efekty można wyeliminować przy użyciu pola magnetycznego. Magnetyczna kontrola rozkładów prędkości i temperatury słabo namagnesowanych cieczy jest dobrze znana. Niniejszy artykuł prezentuje analizę numeryczną zaburzeń pól prędkości i temperatury pod wpływem silnego pola magnetycznego. Analizę przeprowadzono dla trójwymiarowych kanałów o przekroju okrągłym z uproszczoną stenozą (zwężeniem naczyń krwionośnych) w formie połączenia typu konfuzor-dyfuzor. Badany układ składał się z kanału oraz cewki magnetycznej zorientowanej prostopadle do osi przepływu i umieszczonej między konfuzorem a dyfuzorem. Ścianka stenozy została podzielona na mniejsze obszary grzane różnicowo, aby odpowiednio zmieniać pole temperatury i prędkości. Zastosowano prawo Biota-Savarta w celu obliczenia rozkładu indukcji pola magnetycznego, który później został wykorzystany do otrzymania rozkładu siły magnetycznej. Siła ta została umieszczona w równaniach zachowania pędu. Analizę przeprowadzono przy użyciu komercyjnego oprogramowania (Ansys Fluent 13), w którym zaimplementowano specjalną funkcję definiowaną przez użytkownika w celu obliczenia rozkładu indukcji oraz siły magnetycznej. Wyniki wykazały, że pole magnetyczne może mieć znaczący wpływ na rozkłady prędkości i temperatury, szczególnie w przypadku przepływów o niskiej liczbie Reynoldsa.

Keywords: konwekcja wymuszona, numeryczna mechanika płynów, pole magnetyczne, siła magnetyczna

DOI: 10.7862/rm.2014.47

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

³⁸ Autor do korespondencji/corresponding author: Łukasz Pleskacz, AGH University of Science and Technology, Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, pleskacz@agh.edu.pl.

³⁹ AGH University of Science and Technology, Kraków.

Arkadiusz RYFA⁴⁰
Jacek SMOLKA⁴¹
Zbigniew BULIŃSKI²
Mateusz BĘDKOWSKI²

MODEL NUMERYCZNY SPRZEŻONYCH PROCESÓW CIEPLNYCH WYSTĘPUJĄCYCH W ZAMKNIĘTYM STACJONARNYM POLU Z GENERACJĄ CIEPŁA

W pracy opisano sprzężony trójwymiarowy model matematyczny wymiany ciepła w szafach elektrycznych. Model obejmuje generację ciepła na skutek przepływu prądu elektrycznego, promieniowanie cieplne (wewnątrz i na zewnątrz szafy), konwekcję naturalną oraz przewodzenie ciepła w elementach przewodzących i konstrukcyjnych wewnątrz szafy. W opisywanym modelu pola elektromagnetyczne i cieplno-przepływowe są dwustronnie sprzężone, co oznacza, że rozwiązywane są iteracyjnie. Takie podejście wymaga wzajemnej wymiany danych między modelami składowymi, ale pozwala na uzyskanie dokładnego rozwiązania. Opracowany model został użyty do symulacji pola temperatury w laboratoryjnej rozdzielniczy elektrycznej zasilanej prądem zmiennym. Model został zwalidowany za pomocą pomiarów temperatury dla różnych poziomów temperatur.

Słowa kluczowe: model sprzężony, promieniowanie cieplne, elektromagnetyzm, rozdzielnica elektryczna

NUMERICAL MODEL OF COUPLED THERMAL PROCESSES EXISTED IN ENCLOSED STATIONARY FIELD WITH HEAT GENERATION

Summary

The paper deals with a coupled 3-D mathematical model of heat transfer in an electrical switchbox. The model encompasses heat generation due to electric current flow, radiation (internal and external), natural convection and thermal conduction in conductive and constructional elements inside the switchbox. In the developed model, the electromagnetic and thermal-fluid fields are bilateral coupled. It means that solution is iterative. Such an approach requires both the electromagnetic and fluid flow model to be solved iteratively because of the data transfer between them. The proposed model was used for the simulation of the temperature field in the electric switchbox powered with an alternative current. The model was validated using temperature measurements for several temperature values.

Keywords: coupled model, heat radiation, electromagnetism, electric switchgear.

DOI: 10.7862/rm.2014.48

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

⁴⁰ Autor do korespondencji: Arkadiusz Ryfa, Politechnika Śląska, ul Konarskiego 22/105C, 44-100 Gliwice, Arkadiusz.Ryfa@polsl.pl.

⁴¹ Politechnika Śląska, ul. Konarskiego 22/105C, 44-100 Gliwice: Jacek.Smolka@polsl.pl, Zbi-gniew.Bulinski@polsl.pl, Mateusz.Bedkowski@polsl.pl.

Zdzisław SALAMONOWICZ⁴²
Wojciech JAROSZ⁴³
Rafał MATUSZKIEWICZ²
Łukasz OSIĄK²

MODELOWANIE TRANSPORTU MASY I CIEPŁA PODCZAS WYPŁYWU STRUMIENIOWEGO GAZU ZE ZBIORNIKA ZAWIERAJĄCEGO FAZĘ SKROPLONĄ

Artykuł podejmuje temat analizy parametrów termodynamicznych układu propan-zbiornik-otoczenie, podczas awaryjnego uwolnienia fazy gazowej ze zbiornika zawierającego skroplony gaz. W pracy zaproponowano model opisujący procesy zachodzące podczas emisji gazu ze zbiornika z fazą skroploną, uwzględniający bilans ciepła i masy badanego układu. Wyniki przedstawionego modelu uzyskano przy wykorzystaniu programu Matlab. Analizowany model opisuje następujące parametry: temperaturę fazy ciekłej i fazy parowej propanu, temperaturę zbiornika w części fazy ciekłej i parowej, ubytek masy fazy parowej oraz przejście międzyfazowe ciecz-para. Weryfikacji modelu dokonano poprzez serię badań przedmiotowego układu. Wykorzystano standardowe butle o pojemności wodnej 27 dm³ zawierające 10 kg propanu. Uzyskano dobrą zgodność modelu z danymi eksperymentalnymi.

Słowa kluczowe: emisja, wrzenie, awaryjne uwolnienie, propan

MODELING OF HEAT AND MASS TRANSFER DURING GAS-PHASE JET RELEASE FROM THE TANK CONTAINING LIQUEFIED GAS

Summary

The research described in the article deals with the analysis of the thermodynamic parameters of the propane-tank-environment system during the accidental release of gaseous phase from a tank containing liquefied gas. The paper proposes a model describing the processes taking place during the emission of gas from the tank containing condensed phase, taking into account the heat and mass balance of the test system. The results of presented model were obtained using Matlab. The analyzed model describes the following parameters: temperature of the liquid phase and vapor propane phase, the tank temperature in the liquid and vapor phases, weight loss of vapour phase, and the liquid-vapor interfacial transition. Verification of the model was made through a series of tests of the system. A typical container for LPG, containing 10 kg of mixture of propane (27 dm³ volume) is used. A good agreement of the model with experimental data was obtained.

Keywords: emission, boiling, emergency release, propane

DOI: 10.7862/rm.2014.49

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

⁴² Autor do korespondencji: Zdzisław Salamonowicz, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, ul. Słowackiego 52/54, 01-629 Warszawa, 225617546, zsalamonowicz@sgsp.edu.pl.

⁴³ Szkoła Główna Służby Pożarniczej, ul. Słowackiego 52/54, 01-629 Warszawa.

Krzysztof SŁAWIŃSKI⁴⁴
Krzysztof KNAŚ⁴⁵
Michał GANDOR⁴⁶
Wojciech NOWAK⁴⁷

SUSZENIE WĘGLA BRUNATNEGO W ENERGETYCE – MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA MŁYNA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

W niniejszym artykule omówiono możliwość poprawy procesu spalania węgla brunatnego w energetyce. Powszechność zasobów tego surowca sprawia, iż dzięki racjonalnemu jego zużyciu możliwe jest utrzymanie jego strategicznej pozycji w energetyce. W tym celu należy ciągle poszukiwać innowacyjnych rozwiązań technologicznych oraz wciąż rozwijać obecnie stosowane technologie suszenia węgla brunatnych. Autorzy niniejszego artykułu zaprezentowali koncepcję suszenia węgla brunatnego w instalacji z młynem elektromagnetycznym oraz przedstawili wady i zalety tej metody na tle wybranych, obecnie stosowanych technologii mielenia i suszenia. Materiałem wyjściowym do przeprowadzenia badań był odpowiednio przygotowany węgiel brunatny pochodzący z Kopalni Węgla Brunatnego Turów. Dla węgla przeprowadzono analizy oznaczeń wilgoci zarówno przed, jak i po procesie mielenia w młynie elektromagnetycznym, w celu określenia zdolności urządzenia do podsuszania paliw w trakcie ich rozdrabniania. Rozważono również możliwość brykietowania otrzymanego produktu w celu zwiększenia jego atrakcyjności na rynku paliw. Z przeprowadzonych badań i obserwacji wynika iż istnieje możliwość zastosowania młyna elektromagnetycznego do jednoczesnego mielenia i suszenia węgla brunatnego. Instalacja taka charakteryzuje się przede wszystkim małymi gabarytami, niską emisją hałasu oraz niskim zużyciem energii elektrycznej na potrzeby procesu. Z uwagi na brak części mechanicznych istnieje znikome ryzyko awaryjności w pracy ciągłej urządzenia.

Słowa kluczowe: młyn elektromagnetyczny, węgiel brunatny, suszenie, mielenie

BROWN COAL DRYING IN THE POWER INDUSTRY – THE POSSIBILITY OF APPLICATION OF AN ELECTROMAGNETIC MILL

Summary

This article discusses the possibility of improving the combustion of brown coal in the power industry. With the rational utilization, the abundance of this resource makes it possible to maintain its strategic role in the power industry. For this purpose, it is necessary to search innovative technical solutions and to develop technologies currently used in brown coal drying. The authors of this article have presented the concept of drying lignite in an electromagnetic mill installation and showed the advantages and disadvantages of this method compared to other currently used. The material used for testing was properly prepared samples of lignite from Turow Lignite Mine. Moisture amount analysis was performed both before and after the milling process in the electromagnetic mill, in order to determine its ability to dry the fuel during its comminution. The possibility of briquetting of the resulting product in order to increase its attractiveness in the fuel market was also considered. The studies and observations indicate that there is a possibility of simultaneous grinding and drying of coal in the electromagnetic mill. This installation is mainly characterized by small size, low noise emissions and low consumption of electricity for the process. Due to the lack of mechanical parts, there is a negligible risk of failure in the continuous operation of the installation.

Keywords: electromagnetic mill, brown coal, drying, milling

DOI: 10.7862/rm.2014.50

Otrzymano/received: 25.05.2014

Zaakceptowano/accepted: 28.06.2014

⁴⁴ Autor do korespondencji: Krzysztof Sławiński, Politechnika Częstochowska, ul. Dąbrowskiego 73, 42-201 Częstochowa, tel.: 34 3250933 kom.: 606101989, kslawinski@fluid.is.pcz.pl

⁴⁵ Krzysztof Knaś, Politechnika Częstochowska, kknas@fluid.is.pcz.pl

⁴⁶ Michał Gandor, Politechnika Częstochowska, mgandor@fluid.is.pcz.pl

⁴⁷ Wojciech Nowak, AGH Kraków, wnowak@agh.edu.pl