

TÉZISEK

1. **Az elektrosztatikus leválasztóban lejátszódó folyamatok leírására egy áramlástani modellt fejlesztettem ki, amely az eddigieknél átfogóbban modellezi a villamosan töltött porfázis transzportfolyamatát, így lehetővé téve a pormozgás és a gázáramlás az eddigi modelleknél átfogóbb áramlástani szimulációját, amely a leválasztási folyamat összetett kölcsönhatásainak paramétervizsgálatára alkalmas.**

1.1 A téma kísérleti vizsgálatával és numerikus szimulációjával foglalkozó szakirodalom átfogó rendszerezése segítségével feltártam az eddigi modellek gyenge pontjait. Az elektrosztatikus leválasztás folyamatában lejátszódó áramlástani jelenségek vizsgálatára egy újszerű áramlástani modellt hoztam létre. Kiss (2005) értekezésében tárgyalt villamos erőtér számító modell integrálásával kidolgozott új leválasztó modell az egész leválasztási folyamatot modellezi. A leválasztóbeli gázáramlás, pormozgás és a leválasztási fok meghatározásának céljával kidolgoztam a villamosan töltött porszemcsék transzportfolyamatát leíró, tértöltéseket is figyelembe vevő áramlástani modellt. (2.3, 3.3, 3.4 és 3.5 alfejezetek)

1.2 A kísérleti vizsgálatokkal alátámasztott numerikus szimulációs modell segítségével a szakirodalomban ismert jelenségekre elvégzett paramétervizsgálat alapján kimutattam az egyes áramlástani tényezők jelentőségét a gázáramlás kialakulásában és számításában. Vizsgáltam a gázáramlás és a villamos erőtér egymásra hatását. Létrehoztam az elektrohidrodinamikusan áramlástani tér szimulációs modelljét, mely a valós leválasztóutca geometriai modellezése mellett lehetővé teszi a villamos szél gázáramlásra és porszemcse-mozgásra gyakorolt hatásának figyelembevételét. (3.4, 3.5 és 5.4 alfejezetek)

1.3 A modell alkalmas a leválasztótérben mind a villamos, mind az áramlástani hatások együttes vizsgálatára. A modell lehetővé teszi a koronaelektrod sor áramlási nyomának figyelembevételét. Vizsgáltam a tértöltések által módosított villamos erőtérnek a gáz és porszemcse áramlására gyakorolt hatásait: figyelembevételének ill. elhanyagolásának jelentőségét. Az új leválasztó modell figyelembe veszi az inhomogén eloszlású por tértöltés hatását a töltéssűrűség-eloszlásban. (3.5, 5.2 alfejezetek)

2. **A villamos erőtérben mozgó, töltött porfázis transzportfolyamatának Euler-féle leírást alkalmazó modelljét hoztam létre, amely a por transzportegyenlet megoldásával alkalmas a porfázis áramvonalainak meghatározására az áramfüggvény módszer segítségével.**

2.1 A kutatás során megalkotott áramlástani modell a szakirodalomban még nem publikált módon kezeli a porfázis mozgását a tértöltéses villamos erőtérben. A kétfázisú áramlás leírására az Euler-féle megközelítést alkalmazó modell a villamos erőtérben mozgó porfázisra kidolgozott transzportegyenlet numerikus megoldásával határozza meg a pormozgását jellemző poráramvonalakat az áramfüggvény módszer segítségével. (3.5.7, 3.5.8 alfejezetek)

2.2 A kidolgozott Euler-féle leírást alkalmazó számítási modell lehetővé teszi a leválasztó utcabeli porkoncentráció-eloszlás és leválasztási fok meghatározását. Elvégeztem a portértöltés elektrosztatikus leválasztókra vonatkozó szerepének átfogó vizsgálatát, és paramétervizsgálattal bemutattam a tértöltések figyelembe vételének jelentőségét a pormozgás és leválasztási hatások számításában. (3.5.6, 3.5.9 alfejezetek)

3. Modell leválasztó berendezés egy teljes leválasztó utcájának turbulens áramlási terének kísérleti meghatározására a szakirodalomban megtalálható méréseknél részletesebb Lézer Doppler Anemométer mérési sorozatot végeztem. A leválasztó utca LDA mérési eredményeit a numerikus szimulációs eredményekkel összehasonlítva kimutattam a koronaelektród sor áramlási nyomának és a gyújtóelektródok melletti falközeli határréteg-áramlás jelentőségét a leválasztási folyamat és a pormozgás áramlástan modellezésében.

3.1 Az elektrofilterbeli mérésekre vonatkozó szakirodalom átfogó elemzése alapján elmondható, hogy a rendelkezésre álló mérési sorozatoknál részletesebb sebességmérő méréseket végeztem POLYTEC LDV-380 típusú Lézer Doppler Anemométerrel egy 7 koronaelektródos modell leválasztóban. (2.4 és 4.5 alfejezetek)

3.2 A különböző áramlási és villamos paraméterek változtatása mellett LDA méréseket végeztem a leválasztó utca sebességterének turbulencia-eloszlásának meghatározására, mely alapján megállapításokat tettem a hossz-, ill. keresztirányú turbulencia-eloszlásra. A kísérleti eredményeket a numerikus szimulációs számításokkal összevetve elemzem. Kísérleti eredményekkel igazoltam, hogy a koronaelektród-sor áramlási nyoma hatással van a gázáramlás és a porfázis mozgására. Ennek kapcsán kimutattam, hogy a leválasztó utcában lejátszódó transzportfolyamat jellegzetességei csak sok koronaelektródos, teljes utca turbulens sebességméréseiből határozhatók meg. (4. fejezet, 4.6 alfejezet, 5.4.2 alfejezet)

3.3 Az áramlásba juttatott olajköd részecskék sebességterének villamos erőtérrel és anélkül történő LDA mérésével hasznos információkat nyertem a poros gázok elektrohodinamikusan áramlásában lévő villamosan feltöltött szemcsék mozgását illetően. (4.6 alfejezet)

4. Az elektrosztatikus leválasztó vizsgálata során előtérbe került a szekunder fázis által okozott turbulencia módosítás kérdése. E hatás vizsgálatára korszerű lézer-optikai elvű mérés technikákat /PDA, PIV, PTV(S)/ alkalmaztam egy- ill. kétfázisú nyíróréteg áramlás jellemzőinek mérésére és összehasonlítására, a szekunder fázis turbulencia módosító hatásának kísérleti úton való meghatározása céljából. Az egy- ill. kétfázisú iker-szabadsugarú nyíróréteg áramlásra a fenti mérés technikákat együttesen először alkalmazva mérésekkel meghatároztam a turbulencia módosítás mértékét. Javaslatot tettem egy, a szemcsék tehetetlenségi paraméterét bemutató diagram használatára, amely a turbulencia módosítás újszerű, átfogóbb jellemzésére és értékelésére ad lehetőséget.

4.1 Korszerű lézer-optikai levű mérés technikákat (Particle Image Velocimetry /PIV/, Particle Tracking Velocimetry and Sizing /PTV(S)/, Fázis Doppler Anemométer /PDA/) alkalmaztam az egy- ill. kétfázisú nyíróréteg-áramlás turbulens sebességterének kísérleti vizsgálatára. Az egy- ill. kétfázisú áramlás sebességterének és turbulens jellemzőinek mérésére és összehasonlítására a szakirodalomban elsőként alkalmaztam együttesen a PIV és PTV(S) mérés technikákat. A kétfázisú közegáramlás mérések során a víz-spray szekunder fázis mozgásának jellemzésére pedig Fázis Doppler Anemométert alkalmaztam. (6. fejezet, 6.2, 6.3, 6.4 alfejezetek)

4.2 A speciális kétfázisú iker-szabadsugarú nyíróréteg áramlásra vonatkozó kísérleti eredményeim jól illeszkednek Elghobashi (1994) összefoglaló diagramjához. A turbulencia-módosításra vonatkozó kísérleti eredményeimmel kiegészítettem Gore & Crowe (1989) kétfázisú méréseket összefoglaló diagramját. (6.4.5 alfejezet)

4.3 A mérési eredmények alapján azok összefoglalásaként kidolgoztam és javaslatot tettem a kétfázisú nyíróréteg áramlásra jellemző turbulencia módosítás mértékének jellemzésére alkalmas diagram alkalmazására, amely az egy- ill. kétfázisú áramlásban végzett PIV, PTV(S) ill. PDA mérési eredmények alapján a kétfázisú nyíróréteg áramlásban mozgó polidiszperz szemcsealmaz tehetetlenségi paraméterét vizsgálva a gázfázisra gyakorolt hatásának a szakirodalomban eddig alkalmazott módszerektől eltérő módon, azoktól átfogóbb jellemzésére ad lehetőséget. (6.4.6 alfejezet)

THESES

1. A novel model for particle transport in electrostatic precipitator is developed. The transport process of the electrically charged dust particle phase is modelled more general than previous models, and it is capable for proper calculation of particle phase and gas flow field, hence it is well suited for parametric study of the complex interactions in the precipitation process.

1.1 With the help of systematic review of the available literature of numerical/theoretical models and experimental investigation the weak points of the previous models are allocated. A novel fluid mechanical model for electrostatic precipitation is developed to study the particle transport process. The new model is capable for calculating the whole separation process while integrating the model for calculating the electric field presented in thesis of Kiss (2005). The fluid mechanical model for simulation of transport process of electrically charged dust phase including space charges is developed with the aim of calculating gas flow field, particle motion and collection efficiency. (2.3, 3.3, 3.4 and 3.5 chapters)

1.2 The numerical simulation model supported by experimental investigation is tested for parameters of the main phenomena known from the literature and significance of the fluid mechanical parameters in flow field simulation are shown based on the parametric study. Also interactions between electric and flow field is investigated. Numerical simulation of electro-hydrodynamic flow field is presented, that is convenient for investigation ionic wind and its interactions between gas and particle flow field taking into consideration of the real geometry of the precipitator channel. (3.4, 3.5 and 5.4 chapters)

1.3 The novel model is suited for simultaneous study of both electric and flow field parameters. It is available also to taking into consideration of the wake flow of the corona wires. Effect of the space charge modified electric field on the gas and particle flow field is investigated: importance of neglecting or taking into consideration of space charges in modelling is shown. The novel model includes inhomogeneous distributed particle space charges in charge distribution of the precipitator channel. (3.5, 5.2 chapters)

2. The numerical model in Eulerian formulation is presented for modelling charged particle transport process in the electric field of the electrostatic precipitator. The streamlines of the particle motion is calculated via the stream function of the dust phase obtained from solving the transport equation for the dust phase.

2.1 Numerical simulation model for the particle motion developed for the present model is unique in the literature and has been never applied for dust phase motion in electrical field with space charges. The numerical simulation model uses Eulerian description for solving the transport equation of the charged dust phase and results in streamlines of the dust phase that is defined by the stream function. (3.5.7, 3.5.8 chapters)

2.2 The Eulerian solution developed for particle transport is available for calculation particle concentration and collection efficiency. General investigation on the role of the space charges in electrostatic precipitators is presented, and their influence on particle motion and collection efficiency is investigated via parametric study. (3.5.6, 3.5.9 chapters)

3. Detailed, general experimental investigation on turbulent flow field with Laser Doppler Anemometry is performed that is limited to one precipitator channel in laboratory scale model equipment. Based on the comparison of the experimental and numerical results it is shown that the influence of the wake flow of the corona electrodes and the wall boundary layer near collection electrodes is crucial in modelling of precipitation process and particle motion.

3.1 General investigation on experimental studies for electrostatic precipitation in the literature concludes that the measurement series performed with the POLYTEC LDV-380 type LDA in a model precipitator channel having 7 corona electrodes is more general from fluid mechanical viewpoint than it has been ever experienced. (2.4 and 4.5 chapters)

3.2 With changing flow and electrical parameters series of LDA measurements are performed to determine the flow field and turbulence characteristics in the precipitator channel, conclusions considering the streamwise and transversal evolution of the turbulent flow field is presented. Analysis of the comparison graphs of experimental / numerical data are presented. Experimental investigations are confirmed the importance of the wake flow of the corona wires in gas flow and particle motion. It is shown that inhomogeneous characteristics of the particle transport process can be modelled only with a help of flow field measurements that is performed in multi-electrode whole channel geometry. (4., 4.6 and 5.4.2 chapters)

3.3 Using oil smoke droplets as seeding particles for LDA velocity measurements with/without electric field concluded in highly useful information on characteristics of electrically charged particle motion in electro-hydrodynamic flow field. (4.6 chapter)

4. While investigating the electrostatic precipitation process the problematic of the turbulence modification by the secondary dispersed phase has been arisen. The turbulence modification phenomena is investigated by up-to-date laser-optical measurement techniques /PDA, PIV, PTV(S)/ in single- and two-phase mixing layer flow aiming to determine experimentally the turbulence modulation by the dispersed phase. First unique combination of these experimental techniques for single- and two-phase flow of twin-jet mixing layer flow is presented, and experimental results are shown for measured turbulence modification. Plotting the streamwise variation of the particle inertial parameter (particle Stokes number) is proposed for novel and more general evaluation of the turbulence modification.

4.1 Up-to-date laser-optical experimental techniques (Particle Image Velocimetry /PIV/, Particle Tracking Velocimetry and Sizing /PTV(S)/, Phase Doppler Anemometry /PDA/) is applied for measuring turbulent flow field of single- and two-phase mixing layer flow. For measuring and comparing of such single-phase and two-phase flow conditions the combined application of the PIV and PTV(S) experimental techniques are first in the literature. The flow characteristics of the spray envelope in single- and two-phase flow conditions are measured by Phase Doppler Anemometry. (6., 6.2, 6.3 and 6.4 chapters)

4.2 The obtained experimental results of the twin-jet mixing layer two-phase flow is in accordance with the concluding turbulence modulation map proposed by Elghobashi (1994). Experimental results on turbulence modification show good agreement with literature and are integrated into the summarizing graph of Gore & Crowe (1989). (6.4.5 chapter)

4.3 Based on the PIV, PTV(S) and PDA experimental results for summarizing and concluding turbulence modification phenomena in two-phase mixing layer flow a streamwise evolution graph of the particle inertial parameter (particle Stokes number) is proposed to use that is more convenient and general for evaluation of relative change in turbulence intensity of the carrier phase. (6.4.6 chapter)