

# KEVERÉSI HATÉKONYSÁG VIZSGÁLATA DISZKRÉT ELEMENK MÓDSZERÉVEL

## INVESTIGATION OF MIXING EFFICIENCY WITH DISCRETE ELEMENT METHODS

Varga Attila<sup>\*</sup>, Dr. Fenyvesi László<sup>\*\*</sup>, Dr. Keppler István<sup>\*\*\*</sup>

### ABSTRACT

*There are cases when the mixing process can be performed only by using open mixing screws, for example in the case of silos or silo dryers. Although the mixing process appears unsophisticated, it is a very complex phenomenon. The aim of our prior work was to quantify the mixing efficiency [2]. To determine the effectiveness of the mixing process, the effective radius has been defined. With the effective radius, the optimal angular velocity of a screw auger has been determined. In the present article, we investigate, how the mixing efficiency changes with a given angular velocity in case of screw augers with different diameters. To model this phenomenon, the EDEM Academic 2.7. discrete element software was used.*

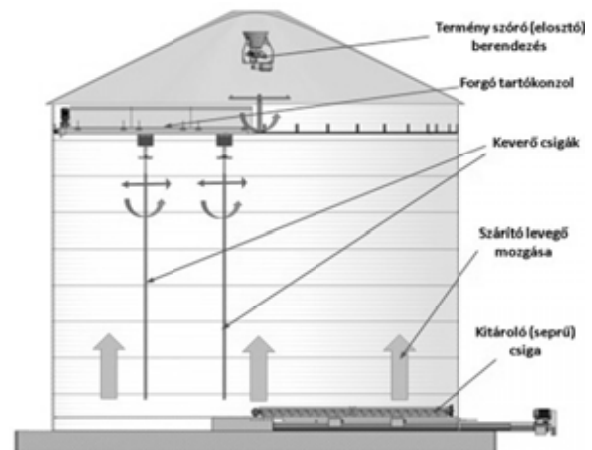
### 1. BEVEZETÉS

A konvekciós szárító berendezések esetében a termék szárítását alapvetően áramló levegő végzi, mely a vízelvonó képesség növelése miatt többnyire meleg levegő. A szárítólevegővel ellentétes irányban mozgó terményt a gravitációs erő hajtja, de léteznek kényszermozgatásos (pl. szalagos, vibrációs) megoldások is. A vastag rétegű gravitációs szárítóknál a megkívánt módon leszáradt réteg általában már a kitérő szakasz előtt kialakul, ezért könnyen létrejöhét a túlszáritás. A mozgás közben a termék szemek forgása korlátozott, amely kihat a szárítás hatásfokára. A szárítási hatásfok növelése érdekében alakították ki a vékony rétegű megoldásokat (pl. palást, szalagos szárítók). Sok esetben ezeket a termék kéméletesebb (alacsony hőmérsékletű, kisebb sebességű szárítóközeggel megvalósított) szárítására használják (pl. gyógynövények, leveles zöldségek). Az ismertett megoldások többségénél a szárítóban a termék mozgása egyirányú a halmazon belüli relatív mozgás (keveredés) nem számottevő. Ez a körülmény hátrányos, amennyiben a szárított közeg nedvességtartalma nem homogén. Az egyenletes, a terményhalmaz nedvességtartalmi inhomogenitását kezelni tudó, jó hatásfokú szárítás megvalósításához előnyös a szárított

termény bolygatása. A megoldás alkalmazása – szimmetria okok miatt – különösen előnyös szárítósilók esetében. Ekkor a szárított anyag átkeverését ugyanis függőleges irányban elhelyezett csigák végzik (1. ábra), amelyek mozgatása a torony sugárirányában és egy konzol segítségével körbeforgatva történik. A keverőszerkezet mozgása így többszörösen összetett, amely a terményréteg fellazításával a levegőáramlást is megkönnyíti.

A megfelelően beállított hőmérsékletű szárítólevegő a teljes perforált szellőztető padozaton keresztül jut a szárítótérbe. A leszártott terményt kitérő csigával lehet eltávolítani. A megoldás számos kivitele ismert, a csigák száma, és a terménybe nyúlásuk mértéke, a mozgatás jellege (önállóan mozgó, vagy fixen szerelt keverőcsigák) szerint.

A rendszerrel kéméletes szárítás valósítható meg, a magok beltartalmi értékeinek megőrzésével, homogén szárítási minőséggel. A rendszer jól szabályozható ezert szinte mindenféle gabona és sok egyéb termék szárítására alkalmas.



1. ábra A silószárító perforált padozatú légbevezető rendszerrel

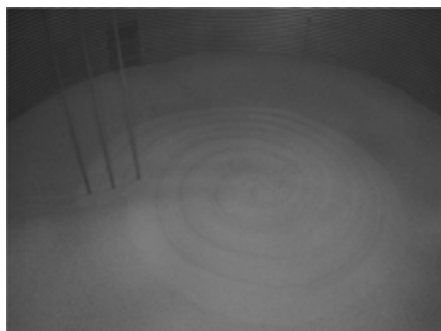
A keverőcsigák által bejárt mozgáspálya függ a csigák számától, radiális sebességüktől, valamint a tartókonzol szögsebességétől. A kisebb radiális

<sup>\*</sup> levelező tagozatos doktorandusz, Szent István Egyetem Mechanikai és Géptani Intézet

<sup>\*\*</sup> egyetemi docens, Szent István Egyetem Mechanikai és Géptani Intézet

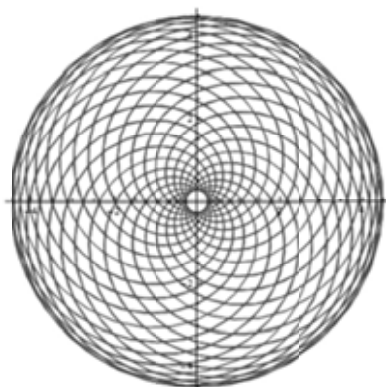
<sup>\*\*\*</sup> egyetemi tanár, Szent István Egyetem Mechanikai és Géptani Intézet

sebességű, a tartókonzolon fixen rögzített keverőcsigák esetén a felszíni keverési kép csigavonal szerint alakul (2. ábra). Ebben az esetben a keverőcsigák együtt mozognak a tartókar mentén. Azaz, a keverés művelete három mozgás szuperpozíciójából (tartókonzol körmozgásából, a csigák a tartókar mentén végzett mozgásából és a csigák saját tengelyük körüli forgásából) tevődik össze.



2. ábra A csigavonal szerint alakuló felszíni keverési kép

Amennyiben a radiális sebesség nagy, és a keverőcsigák egymástól függetlenül mozognak, megváltozik a felszíni keverési kép is (3. ábra). Mindkét verzió esetében látható, hogy a centrumban erőteljesebb a keverőhatás, mint a széleken.



3. ábra A csigás keverőrendszer mozgásának pályái[4]

A keverőrendszerek tervezésének a legfontosabb kérdései, hogy a keverés során a keverőcsigák az adott idő alatt mekkora utat járnak be és mennyi anyagot mozgatnak meg. A tervezés során, úgy kell kialakítani a konstrukciót, hogy a lehető legjobban végezze a keverést, azaz minél egyenletesebben, minél több anyagrészt keverjen át.

Nagyon fontos a geometria és az üzemeltetési beállítások pontos megadása. Ha ezeket a paramétereket rosszul választják meg, akkor a teljesítmény sem lesz megfelelő. Maga a keverési folyamat egyszerűnek tűnik, azonban a folyamat modellezése rendkívül nehéz és összetett feladat. Az ezen a területen dolgozó kutatók

és mérnökök a tervezésnél és a fejlesztéseknél javarészt empirikus adatokra támaszkodnak. Korábbi és jelenlegi munkáink során, azt vizsgáltuk, hogy egy álló tengely körül forgó csiga környezetében milyen áramlási viszonyok alakulnak ki, ha a keveredést befolyásoló tényezőket (a keverőcsigák szögsebessége, levélátmérő, menetemelkedés) változtatjuk. A modellezéshez az EDEM Academic 2.7. diszkrét elemes szoftvert használtuk.

## 2. KEVERÉSI HATÉKONYSÁG VIZSGÁLATA

### 2.1. Diszkrét elemek módszere

A diszkrét elemes módszer (DEM) egy új numerikus eljárás a szemcsés halmazok mechanikai viselkedésének modellezésére. Egy numerikus eljárást diszkrét elemes modellnek tekinthetünk, ha egymástól egyértelműen elkülöníthető elemekből épül fel és ezek az elemek önálló elmozdulási szabadságfokokkal rendelkeznek oly módon, hogy a modell képes követni az elemek véges nagyságú eltolódásait és elfordulásait (esetleg deformációit is) [1].

A diszkrét elemes közelítés a szemcsés anyagot az egyes szemcsék mechanikai viselkedésének nyomon követésével modellezi. A DEM szimuláció lényege, hogy az összes szemcse mozgásegyenletét egyenként oldjuk meg. A közelítés során a halmazt idealizált tulajdonságokkal rendelkező szemcsék összességének tekintik. A szemcsék mechanikai kölcsönhatását erők és nyomatékok segítségével modellezzik.

A szimulációk során a szemcsék, illetve a szemcsék és a keverőcsiga közti kapcsolatok leírására a Hertz-Mindlin-féle "no slip" kapcsolati modellt használtunk.

A diszkrét elemes modellben a szimuláció kezdetétől a program kiszámolja az érintkezésből adódó erőket a Hertz-Mindlin csúszásmentes kapcsolati modellhez: az anyagi és kapcsolati paramétereknek hatása van a normál, illetve az érintőirányú erőkre. Ezek az erők illetve nyomatékok hatnak a szárítandó szemcsék között a következő összefüggésnek megfelelően:

A normál irányú erő:

$$F_n = \frac{4}{3} E_o \delta^{\frac{3}{2}} \sqrt{R_o} - 2 \sqrt{\frac{5}{6}} \frac{\ln C_r}{\sqrt{\ln^2 C_r + \pi^2}} \sqrt{2 E_o^{\frac{4}{3}} R_o \delta} \sqrt{m_o v_{nrel}} \quad (1)$$

Ahol  $C_r$  az ütközési tényező,  $E_o$  az egyenértékű Young modulusza a két kölcsönhatásban lévő szemcsének és  $\delta$  az átfedés a két szemcse között. Az  $R_o$  az egyenértékű sugár az  $m_o$  egyenértékű tömeg és  $v_{nrel}$  a normális irányú komponense a relatív sebességnek a szemcsék között.

Az érintő irányú erő:

$$F_t = -8 G_o \sqrt{R_o} \delta \delta_t - 2 \sqrt{\frac{5}{6}} \frac{\ln C_r}{\sqrt{\ln^2 C_r + \pi^2}} \sqrt{2 G_o^{\frac{4}{3}} R_o \delta} \sqrt{m_o v_{trel}} \quad (2)$$

Ahol  $G_0$  az egyenértékű nyírási modulusza két egymással kapcsolatba lépő szemcsének,  $\delta$  az átfedés a két szemce között. A  $\delta_i$  az érintőirányú átfedés a két szemce között, a  $v_{\text{rel}}$  pedig az érintőirányú komponense a szemcsék közötti relatív sebességnek. Az érintőirányú átfedés az érintőirányú elmozdulása az érintkezési pontnak, egészen addig a pontig ameddig az érintkezés véget nem ér vagy a szemce el nem kezd gördülni vagy csúszni. Az érintő irányú átfedés az adott szemcséknek az érintőirányú deformációját reprezentálja. Az érintőirányú erőt a Coulomb törvény korlátozza:  $\mu_S F_n$  ahol  $\mu_S$  a csúszási súrlódási együttható (avagy a súrlódási félkúpszög tangense). A gördülési súrlódásból adódó nyomaték:

$$M_r = -\mu_r F_N R_i \omega_i \quad (3)$$

Ahol  $R_i$  az  $i$  szemce középpontjának távolsága az érintkezés pontjától,  $\omega_i$  pedig egy szögsebességirányú vektor, amely dimenzió nélküli mennyiség és csak az  $i$ . szemce forgásának az irányát mutatja meg. A  $\mu_r$  a gördülési súrlódási együttható. Az érintő irányú erőnek szintén van nyomatéka a szemcsére:

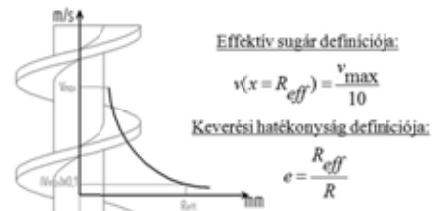
$$M_t = F_t R_i \quad (4)$$

A szimulációk során lendülettel illetve a perdülettel segítségével fel kell írni a mozgásegyenleteket az összes különálló szemcsére. A felhasznált időléptéknek nagy hatása van a numerikus modell stabilitására. Az egyik gyakran alkalmazott időlépték Rayleigh-féle időlépték [2]:

$$T_R = (0.1631\nu + 0.8766)^{-1} \pi R \left( \frac{\rho_p}{G_p} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

## 2.2. Diszkrét elemes szimulációk

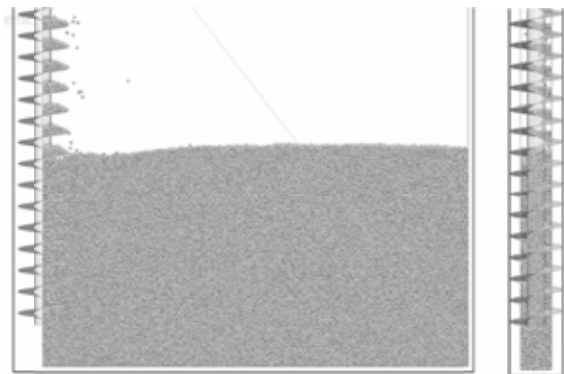
Korábbi kutatásunk [2] eredményeként bebizonyítottuk, hogy a cikkünkben bemutatott numerikus modell alkalmazásával a búza-halmazban forgó csiga hatására kialakuló mozgás és a mérési tapasztalat között szoros kapcsolat van. A modell kísérleteket 6.3 % nedvességtartalmú búzával végeztük el. Ezért cikkünkben ezt a numerikus modellt alkalmazzuk a keverés minőségének, hatásfokának jellemzésére irányuló vizsgálatainkban. A diszkrét elemes szimulációk során 5 különböző levéltámmérvél rendelkező keverőcsiga keverési hatékonyságát vizsgáltuk állandó fordulatszám mellett. A keverési hatékonyságot úgy definiáltuk, mint az effektív sugár és a csigalevél sugarának hányadosát (4. ábra.).



4. ábra A keverési hatékonyság meghatározása[2]

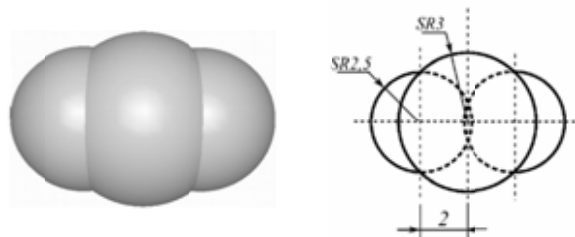
A effektív sugár az a csiga hossz tengelyétől mért távolság, amelynél a szemcsék csiga-tengely irányú sebessége a sugár mentén fellépő maximális csiga-tengely irányú sebesség értékének 10%-ával egyenlő.

A szimulációkban csak a búzaszemcsék és a keverőcsiga kölcsönhatását vettük figyelembe, mivel az általunk kiemelt hengeres tartomány környezetében a valóságban szintén szemestermény van. A modelltér falát 1,5 méterre helyzetük el a csigától, megszüntetve ezzel a fal szemceáramlásra gyakorolt hatását. Ezért az így létrehozott modelltér falainál a súrlódás hatásával nem kellett számolnunk. A számítás igény csökkentése érdekében csak a csiga középvonalától jobbra eső részt vizsgáltuk a csiga átmérőjével megegyező szélességű sávban [5. ábra].



5. ábra A keverőrendszer diszkrét elemes modellje

A szemcséket három egymásba metsző gömb segítségével modelleztük [6. ábra].



6. ábra Egy búzaszem diszkrét elemes modellje[3]

A búza és az acél mikromechanikai paraméterei megegyeztek a korábbi munkánk során meghatározott értékekkel [2][3]. A szimulációkban 80, 90, 100, 110, 120 mm-es levéltámmérvél rendelkező csigákat alkalmaztunk. A tengelyátmérő és a menetemelkedés

minden esetben 40 mm volt. A csigák hossza 1200 mm, szögsebessége 20rad/sec.

A diszkrét elemes modellezés első lépése a modell térben véletlenszerűen elhelyezkedő szemcsék generálása. Az általunk használt szoftver először a modell térben generálja a szemcséket és ezt követően gravitációs úton „hullanak” le a szemcsék a modell tér aljára. A folyamat következményeként kialakul a véletlenszerű elhelyezkedés. Ezután meg kell várni, amíg a halmaz lecsillapodik és ezután lehet indítani a keverést.

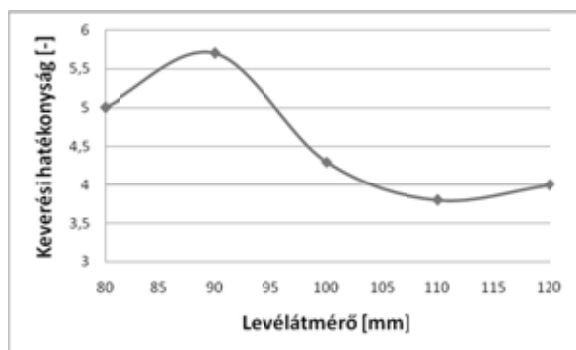
### 3. EREDMÉNYEK

AA függőleges irányú sebességek meghatározásához 10x10x10 mm<sup>3</sup> tartományokat helyeztünk el a csiga aljától mérve 200mm magasságban, sugárirányban. A tartományban található búzaszemcsék függőleges irányú sebességeinek vettük az átlagát. Ezek segítségével számítottuk ki az effektív sugarakat, valamint a keverési hatékonyságot (1. táblázat).

1. táblázat Keverési hatékonyság meghatározása

Csiga levélméret	Effektív sugár	Kev. hat.
[mm]	[mm]	[-]
80 mm	200	5
90 mm	260	5.7
100 mm	215	4.3
110 mm	210	3.8
120 mm	240	4

A következő ábrán látható, hogyan változik a keverési hatékonyság különböző levélméretök esetén (7. ábra).



7. ábra Keverési hatékonyság változása

### 4. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánk során azt vizsgáltuk, hogyan változik a keverési hatékonyság 5 különböző levélmérettel rendelkező keverő csigák esetén adott fordulatszám mellett és menetemelkedés mellett. A szimulációkban alkalmazott szemcsehalmoz búza volt. Korábbi kutatásunk [2] során létrehozott, a megadott paraméterek esetén igen jól illeszkedő, diszkrét elemes

modellünket alkalmaztuk a keverési hatékonyság meghatározására. Egy búzaszemcsét három egymásban metsző gömb segítségével modelleztünk. A vizsgálatokat a keverés szempontjából leghátrányosabb helyzetben végeztük el, amikor a forgó csiga hatását határoló fal nem növeli. Mivel ekkor a fal a szemcseáramlásra nem gyakorol hatást, az így létrehozott modell tér falainál a súrlódás hatásával nem kellett számolnunk. A tartomány falait súrlódásmentes anyagként definiáltuk. Az eredmények azt mutatják, hogy a keverő csiga levélméretjének a növelése nem javítja a keverési hatékonyságot. Létezik egy optimum érték, amely felett a keverési hatékonyság már jelentősen csökken.

### 5. SUMMARY

In this paper, the changes of the mixing efficiency were investigated in the case of 5 different diameters right-handed augers with a constant pitch length and a given angular velocity. The investigations were done in the worst case of mixing terms when effect of the rotating screw was not increased by the bounding wall. In this case the wall has no effect to the particle motion. The wheat particle model has been created as the clump of three spheres. The wall of the volume was defined as a frictionless material. It can be found that increasing of the screw diameters do not revise the mixing efficiency. There is an optimal value above which there is no reason to increase the diameter.

### 6. IRODALOM

- [1] CUNDALL, P.A., HART, D.H.: Numerical modelling of discontinua. Journal of Engineering Computations, 1992
- [2] KEPLER I., VARGA A., SZABO I., KATAI L., FENYVESI L.: Particle motion around open mixing screws: optimal screw angular velocity, Engineering Computations Vol. 33 (2016) Iss: 3, pp.896 – 906
- [3] KEPLER I., KOCSIS L., OLDAL I., FARKAS I., CSATAR A.: Grain velocity distribution in a mixed flow dryer, Advanced Powder Technology 2, (2012) pp.824-832.
- [4] VARGA A.: Silószárítók szemcsemozgás viszonyainak elemzése, Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, XX, Kolozsvár (2015), 319-322. o., ISSN: 2393-1280



# CONTENTS

1. Hanula Barna, Vízur Gábor László:

## **EVOLUTION OF ENGINEERING EDUCATION – WHAT REQUIRES THE GENERATION Z? .....5**

*The social, economic and technological development in recent decades dramatically changed the work of engineers and at least in the same way young people entering the universities changed as well. It cannot be a surprise that the training must change significantly, to adapt to the new conditions. Those, who take part in the education need to consider the actual objectives, structure, content and methodology of training.*

2. Pfliegler Péter, Várnai Beáta, Márton Ádám:

## **COMPREHENSIVE DEVELOPMENT OF TOWN MISKOLC .....8**

*The article explains that in recent years the town Miskolc through comprehensive improvements developed using innovative technologies. Through the settlement of Hungarian and international companies it has become a modern, viable regional center, which plays a major role in automotive industry. Moving forward the town Miskolc plans to become a “green and clever” city.*

3. Jármái Károly, Farkas József:

## **OPTIMUM DESIGN OF A TRUCK FLOOR FOR MINIMUM MASS AND COST, USING DIFFERENT MATERIALS .....13**

*In the article the floor structure of a truck produced by a company in Hungary has been investigated. The structure consists of steel members, or extruded Al-alloy longitudinal and cross members as well as a tread deck plate. Using an optimum design process, namely the Hillclimb optimizer, significant mass and cost savings may be achieved by decreasing the deck plate thickness and changing the profile, dimensions and number of cross members. Design constraints relate to fatigue stress range of welded joints, to local buckling of extruded or normal profiles and to fabrication size limitations.*

4. Ervin Kerekes, Ákos Finta, Gábor Erdei, Miklós Tóth:

## **LIFE CYCLE EMISSION REDUCTION – THE INCREASING CHALLENGE FOR ENGINE DEVELOPMENT .....19**

*According to the current directives the engines must comply with emissions standards throughout their useful lives. To ensure that the engine manufacturers can fulfil this legalization requirements an additional well-defined process was prescribed for the engine certification called Deterioration Factor Testing (DF). DFs are applied to account for any increase in emissions over the useful life of an engine. The certification engine must comply with emission standards after the DFs are applied.*

5. Zsemberi Andor, Siménfalvi Zoltán Károly,

Palotás Árpád Bence:

## **INVESTIGATION OF THE THERMAL-CATALYTIC CRACKING PARAMETERS .....22**

*In this publication we present recycling options of various rubber tyre and plastics derivatives in combined material flow by means of applying thermo-catalytic degradation process at different temperature levels. This technology offers an opportunity to produce a secondary energy source (petrol- and gas oil-type hydrocarbons) and/or raw material for the chemical industry from the mentioned waste fraction.*

6. Palotás Béla, Pogonyi Tibor:

## **RESULTS OF RESISTANCE SPOT WELDING OF AHSS IN UNIVERSITY OF DUNAUJVAROS .....27**

*The paper shows the results of resistance spot welding of DP, TRIP, TWIP and HF steels, results proved that they can be welded without any grain growing. The results of research – which will be demonstrated in the paper – proved that these AHS steels shall be welded with complex welding schedules.*

7. Szilágyiné Biró Andrea, Tisza Miklós:

## **INFLUENCE OF ACTIVE SCREEN BIAS VOLTAGE ON PLASMA NITRIDED LAYERS OF LOW ALLOYED NITRIDABLE STEEL .....34**

*In most cases the surfaces of engineering parts have an important role in increasing lifetime: surface needs to be wear and/or corrosion resistant, while the rest of the part needs to be tough/ductile. The surface engineering can help to fulfil these complex requirements. Using this heat treatment technology, it is possible to produce a hard surface layer on the components. Nitriding is a widely used process to alloy the surface with nitrogen. Plasma technology is an environmental-friendly process.*

8. Sója János, Sebestyén Zoltán, Czégény Zsuzsanna, Miskolczi Norbert:

## **TECHNOLOGIES FOR WASTE POLYMER PYROLYSIS .....40**

*The amount of plastic waste is rapidly growing and generates serious problem. Thermal and thermo-catalytic pyrolysis looks attractive ways for problem solution, because valuable products such as pyrolysis oil and hydrocarbon gases could be obtained. There are a lot of technologies for this aim, which use batch, tubular, fix bed, fluid bed or rotating drum reactors. This paper is dedicated to summarizing the mostly used processes for waste polymer pyrolysis together with their main parameters.*

9. Fenyvesi Bence:

## **CALIBRATION EXPERIENCES ON A VORTEX FLOW METER .....45**

*The paper presents the diagnostic investigation of the effects of non-linear behaviour caused by the main measurement principle of vortex-shedding flow meters. The investigation includes the start to finish design and building of the calibration equipment, the description of the diagnostic method and the processing of the acquired data. The presented calibration method and the built equipment can be applied to several kinds of flow meter calibrations, it is not restricted to the case under investigation.*

10. Varga Attila, Dr. Fenyvesi László, Dr. Keppler István:

## **INVESTIGATION OF MIXING EFFICIENCY WITH DISCRETE ELEMENT METHODS .....52**

*The aim of the prior work was to quantify the mixing efficiency. To determine the effectiveness of the mixing process, the effective radius has been defined. With the effective radius, the optimal angular velocity of a screw auger has been determined. In the present article, we investigate, how the mixing efficiency changes with a given angular velocity in case of screw augers with different diameters.*

# GÉP

## INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám

**President of Editorial Board**

Vesza József

**General Editor**

Dr. Jármái Károly

Dr. Péter József

Dr. Szabó Szilárd

**Deputy**

Dr. Barkóczi István

Bányai Zoltán

Dr. Beke János

Dr. Bercesy Tibor

Dr. Bukoveczky György

Dr. Czitán Gábor

Dr. Danyi József

Dr. Dudás Illés

Dr. Gáti József

Dr. Horváth Sándor

Dr. Illés Béla

Kármán Antal

Dr. Kalmár Ferenc

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Pálincás István

Dr. Patkó Gyula

Dr. Péter László

Dr. Penninger Antal

Dr. Szabó István

Dr. Szántó Jenő

Dr. Szűcs Edit

Dr. Tímár Imre

Dr. Tóth László

Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Dr. Zobory István

**DEAR READER,**

Last year in 2016 the vehicle engineering training started at the University of Miskolc. It was a great pleasure to see the enthusiasm of the 37 young persons. On registration week we have organized a workshop, where they could listen several lectures on the training and after that we have visited the TAKATA Company. On the occasion of this training we have organized a conference on Vehicle Engineering and Vehicle Industry, JK2016. The conference was at November 17-18, 2016 at the university.

The research work, which elaborated in the 4th Centre of Excellence, entitled *Innovative Vehicle, Energetic and Mechanical Engineering Design and Technologies* went on properly at the University of Miskolc. The aim of the Centre of Excellence is to continue research, the innovative modelling, design and technological processes, which are in-line with the priorities of the European Union, to strengthen the innovation and developing technologies with better environmental protection.

The Centre of Excellence continues its activity. We want to further improve on the results obtained, the new ones to expand. For the period 2014-2020's, the emerging GINOP and EFOP calls we proposed a range of topics to be developed. Hopefully these will be built into the forthcoming tenders.

The described articles partially were carried out as part of the EFOP-3.6.1-16-00011 "Younger and Renewing University – Innovative Knowledge City – institutional development of the University of Miskolc aiming at intelligent specialisation" project implemented in the framework of the Széchenyi 2020 program. The realization of this project is supported by the European Union, co-financed by the European Social Fund."

The first 7 articles are the lectures of the conference on *Vehicle Engineering and Vehicle Industry* and the research results of the 4th Center of Excellence, the followings are the results of the researchers at other universities.

*Prof. Dr. Károly Jármái*  
*Vice rector for strategy and development,*  
*leader of the Center of Excellence*

Managing Editor: Vesza József. Editor's address: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.

Phone/fax: (+36-46) 379-530, (+36-30) 9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1027 Budapest, Fő u. 68, Postal address: 1371, Bp, Pf. 433

Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: a.gaby@gteportal.eu, Web: www.gte.mtesz.hu

Web: http://www.gepujsag.hu \* Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Publisher: Dr. Igaz Jenő, Managing Director

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Telefon: 06-46/379-530 • e-mail: gazdasz@chello.hu

Distributed to subscribers by Magyar Posta Zrt, Postal address: 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered at any Hungarian post office, from postmen, from the link: www.posta.hu WEBSHOP

(https://eshop.posta.hu/storefront/), via e-mail: hirlapelofizetes@posta.hu, by phone: 06-1-767-8262, or mail to: MP Zrt. 1900 Budapest

Subscription: subscription can be ordered from overseas and to overseas at Magyar Posta Zrt. Visit: www.posta.hu WEBSHOP (https://eshop.posta.

hu/storefront/), mail to: 1900 Budapest, 06-1-767-8262, or hirlapelofizetes@posta.hu

Domestic subscription prices are: HUF 1,260 a single copy and HUF 2,520 a double copy.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

**The published articles have been reviewed.**

The publication is supported by the National Cultural Fund of Hungary



## 2<sup>nd</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON VEHICLE AND AUTOMOTIVE ENGINEERING VAE2018



23-25. May 2018. University of Miskolc, Hungary



# A jövő jelen van.



**MACH-TECH**



**IPAR NAPJAI**



**2017. május 9–12.**

## **MACH-TECH és IPAR NAPJAI szakkiallítások**

a HUNGEXPO Budapesti Vásárközpontban!

A Hungexpo ipari szakkiallítás-együttese a legátfogóbb rendezvény, mely egy időben, egy helyen ad lehetőséget minden ipari szegmens bemutatására, felvonultatva az ipar összes ágazatát.

**Magyarország legjelentősebb üzleti eseménye az iparban**

**Kiemelt téma:** Ipar 4.0 – M2M, IoT, AI, smart solutions, termelési hálózatok és további számos technológiai irányzat

**Legfontosabb megjelenő tematikák:** elektronika, automatizálás, gépipar, robotika, chemtech, hegesztéstechnika, energetika, IT, beszállítóipar és még sok más iparág

**A honlapon online látogatói regisztráció működik az ingyenes belépésért.**

**Bővebb információ**

[www.iparnapjai.hu](http://www.iparnapjai.hu)

**A kiállítás támogató partnere:**



**hungexpokiállítás**

**50 ÉVE**