

Válasz
Prof. Dr. Zsoldos Ibolya
egyetemi tanár, az MTA doktora
bírálatára

Tisztelettel köszönöm Prof. Dr. Zsoldos Ibolya egyetemi tanárnak, az MTA doktorának értekezéséről készített alapos és részletes bírálatát, valamint a megfogalmazott észrevételeket és kérdéseket. A bírálatban szereplő megállapítások és javaslatok érdemben hozzájárulnak a dolgozat pontosabb értelmezéséhez és az egyes részek egyértelműbb megfogalmazásához. Az alábbiakban a feltett kérdésekre és észrevételekre pontról pontra válaszolok.

Szemcsehalmozokon és talajmintákon végzett nyíró kísérletek

3.1. ábra alatt: „Különböző előtömörítő erők felhasználásával meghatározhatjuk a halmaz nyírási tönkremeneteli határgörbéjét. Ennek a görbének lineáris közelítés esetén két paraméter, a c látszólagos kohézió és a φ belső súrlódási szög jól jellemzi a szemcsehalmoz mechanikai viselkedését.” De ez a két paraméter itt még nincs definiálva, magyarázva, az értekezésben csak később látszik a jelentésük és fontosságuk.

A hivatkozott mondat célja a szemcsehalmoz nyírási viselkedését jellemző két alapvető paraméter bevezetése volt, azonban azok részletes definíciója és fizikai értelmezése valóban csak a későbbi fejezetekben jelenik meg. Egy rövid, előzetes magyarázat beiktatása ezen a ponton segíthetné az olvasót a továbbiak értelmezésében, ezért az észrevétellel egyetértek.

3.2. ábra után: „A szemcse – nyíródoboz méretarány így $0,1/0,0063=15,87$ - re adódott.” Inkább nyíródoboz - szemcse méretarány van megadva, nem fordítva.

Igen, elírás; helyesen: nyíródoboz–szemcse méretarány.

Miért nem olyan, realizisztikusabb kétgömbös modellel dolgozott, ahol az egyik gömb sugara kisebb, úgy, mint a 2.1. ábrán Coetzee (2009) modelljében? (Később poliéderez szemcsealakokkal való számolást is említ.)

A hivatkozott vizsgálatok a kutatási munkám egy korábbi szakaszában készültek, és ezeket az eredményeiket 2015-ben publikáltuk. A modellválasztás során elsődleges szempont volt, hogy a számítási igény és a modellezési pontosság között kedvező egyensúlyt teremtsünk, lehetővé téve nagyszámú szimuláció futtatását és a paraméterérzékenység vizsgálatát.

A kétgömbös modell alkalmazásakor tudatosan törekedtünk a minimálisan szükséges paraméterkészlet használatára. A szemcsék méretkülönbségének bevezetése további szabadsági fokot jelentett volna a modellben, miközben a vizsgált mechanikai jelenségek leírásához nem bizonyult szükségesnek. A választott modell így kellően egyszerű maradt ahhoz, hogy a kalibráció egyértelműen értelmezhető legyen, ugyanakkor elegendő leíróképeséggel rendelkezett a makroszkopikus viselkedés reprodukálásához, amit a kalibráció sikeressége is igazolt. A későbbi kutatásokban ugyanakkor már összetettebb, poliéderez szemcsealakokkal is végeztem számításokat, ami a modellezési megközelítés fokozatos továbbfejlődését jelzi.

3.6. ábrán a függőleges tengelyen a T (kPa) a nyíróerő által keltett csúsztatófeszültség lenne? Nincs magyarázva a leírásban sem. „ T ” a jelölésjegyzékben sem szerepel, sőt, TR a „Rayleigh időlépték” időt ad meg a jelölésjegyzékben. A nyírási tönkremeneteli határgörbét is jó lett volna röviden megmagyarázni.

Az ábrán a T jelölés valóban a nyíróerő által keltett csúsztatófeszültséget jelöli. A jelölést az eredeti publikációval összhangban alkalmaztam, ugyanakkor egy rövid magyarázat beiktatása, valamint a jelölésjegyzék kiegészítése segíthette volna az egyértelmű értelmezést. A nyírási tönkremeneteli határgörbe rövid ismertetése ezen a ponton szintén indokolt lett volna, ezért a bíráló megjegyzésével egyetértek.

Hengeres nyírókészüléknél a nyomóerő biztosítására szolgáló nagyobb tömeg elnevezésére nem szerencsés a „szemcse” szó, hiszen a szemcsék a jóval kisebb magok, ha jól értelmezem a leírást: „A felső nyomólap fel-le mozgásával fenntartott állandó normálerő problémáját más esetekben úgy küszöböltük ki, hogy egyetlen, a normál terhelés értékének megfelelően megválasztott súlyú szemcsével hoztuk létre a szemcsehalmoz függőleges terhelését...”.

Valóban, a „szemcse” megnevezés helyett a „gömb” kifejezés használata pontosabb lett volna ebben az esetben. A gömb alkalmazásának célja az volt, hogy a függőleges terhelés átadása stabil maradjon, és elkerülhető legyen a nyomólap esetleges megdőlése. A választott geometria ezt megbízhatóan biztosította.

Kicsit részletesebb magyarázat jó lett volna: A szemcsehalmoz nyíróvizsgálatánál a nyomóerő és a nyíróerő iránya egymásra merőleges volt. A 3.10. ábrán mutatott módosított torziós talajnyíró készülék esetén bizonyára forgatással biztosítjuk a nyíróerőt. Mert ekkor lesz a két erő egymásra merőleges. (Erről csak később, a 3.14. ábránál tesz említést.) Forgatáskor hogyan, hol méri a nyíróerőt? (Ezt is csak később, a

3.14. ábra után mondja meg, hogy a tengelyen méri az erőt.) Végül a módosított, vagy a klasszikus nyírókísérletet használta a DEM modellhez?

A módosított torziós talajnyíró készülék esetében a nyírást a talajminta elforgatása hozza létre, amely elsősorban a hengerpalást mentén ébredő nyírófeszültségek formájában jelentkezik. A vizsgálat során közvetlenül nem a nyírófeszültséget, hanem a készülék elforgatásához szükséges nyomatékot mértük a központi tengelyen.

A talajmintán mind klasszikus nyíróvizsgálatot, mind helyszíni torziós mérést végeztünk. A DEM-modell kalibrációja a torziós nyírókísérlet eredményei alapján történt (itt a mért és a szimulációval meghatározott nyomaték értékeket hasonlítottuk össze), majd az így kalibrált szemcsehalmozon klasszikus nyírókísérlet-szimulációkat hajtottunk végre. A szimulációkkal és a kísérleti úton meghatározott klasszikus nyírási tönkremeneteli határgörbe között jó egyezés adódott, ami arra utal, hogy a módosított torziós és a klasszikus nyíróvizsgálat a kalibráció szempontjából konzisztens módon írja le a talaj nyírási viselkedését.

Egy részletesebb módszertani összekapcsolás ezen a ponton valóban segíthette volna az olvasót, ezért a bíráló megjegyzésével egyetértünk.

Talajmodellnél miért használt duplagömbös alakot a talajszemcsékre a DEM modellben? A talajszemcsék alakja legjobban ehhez hasonlít?

A duplagömbös szemcsemodell alkalmazásakor arra törekedtünk, hogy a lehető legkisebb modellösszetettséggel mellett is megfelelően leírható legyen a talaj mechanikai viselkedése. A választott geometria elegendő szabadságot biztosított a szemcsék gördülési és kapcsolódási viselkedésének reprezentálásához, miközben a modell számítási igénye kezelhető maradt. A kalibráció eredményei azt mutatták, hogy a modell a vizsgált jelenségek leírására megfelelő pontosságú volt.

A termény- és talajszemcsékre használt geometriai alakzatokat megadja, de a szemcsék anyag- és mechanikai tulajdonságairól nem találtam említést a dolgozatban. Ez bizonyára szükséges volt a DEM modell számára. Hogyan oldotta meg? (Később 40. oldalon is csak annyit ír, hogy „a diszkrét elemes modell mikromechanikai paramétereit addig változtattuk, amíg elfogadható egyezést nem kaptunk a mért és a szimulációval meghatározott értékek között”)

A torziós és klasszikus nyíróvizsgálatnál használt DEM-modellhez alkalmazott anyag- és mikromechanikai paraméterek a dolgozat 63. oldalán, táblázatos formában kerültek

összefoglalásra. A táblázatban már a kalibráció eredményeként meghatározott paraméterértékek szerepelnek, amelyek a későbbi vizsgálatokhoz kiindulási alapként szolgáltak.

Az érzékenységvizsgálatok során ezekből a kalibrált értékekből kiindulva elemeztem az egyes paraméterek hatását a makroszkopikus viselkedésre. Valóban igaz, hogy a geometriai leírás helyén egy rövid előzetes hivatkozás segíthette volna az olvasót a paraméterek későbbi, részletes bemutatásának megtalálásában.

Rezgő talajművelő szerszám merev és rugalmas rögzítés

A 3.18 ábrán fotón mutatja a rugalmas szerszám rögzítést. De a rögzítési mód nincs megmagyarázva, és a fotó alapján nem érthető a rugalmas rögzítési mód, esetleg csak sejthető. Röviden jó lett volna megmagyarázni.

A 3.18. ábrán bemutatott rugalmas szerszám rögzítés célja az volt, hogy a szerszám egy csukló körül el tudjon fordulni miközben a talajjal való kölcsönhatás által létrehozott kényszerített rezgőmozgás fennmaradjon. A rögzítés részletesebb magyarázata ezen a ponton valóban segíthette volna az ábra értelmezését, ezért a megjegyzéssel egyetértek.

Fontos megjegyezni, hogy a klasszikus nyírókísérlet, a módosított torziós nyírókísérlet és a rezgő talajművelő szerszamos vizsgálat egyaránt a Mezőgazdasági Gépesítési Intézet talajvályújában, valamint az onnan származó talajmintákkal kerültek elvégzésre. Ennek megfelelően a különböző kísérletek és az ezekhez kapcsolódó DEM-modellek közötti egyezések egy közös kísérleti háttérből és hasonló talajállapotból adódnak.

A talaj mikromechanikai tulajdonságainak meghatározását most is csak megemlíti. Jó lett volna ismertetni, pontosan milyen tulajdonságokat határozott meg.

Ebben az esetben valóban indokolt lett volna a talaj mikromechanikai tulajdonságainak részletesebb ismertetése. A rezgő talajművelő szerszamos vizsgálatokhoz tartozó DEM-modell egy korábbi publikációban részletesen bemutatott modellre épült, azonban annak teljes paraméterleírása az értekezésben nem került ismételésre.

Fontos hangsúlyozni, hogy a klasszikus és a torziós nyírókísérletek esetében YADE és EDEM környezetben megvalósított DEM-modelleket alkalmaztam, míg a rezgő szerszamos vizsgálatok EDEM szoftverben készültek. A modellek alapelvei és a kalibrációs szemlélet azonosak voltak, ugyanakkor a szoftverek eltérő kontaktmodell-megvalósításai miatt a mikromechanikai paraméterek nem minden esetben egyeztek meg numerikusan.

A rezgő talajművelő szerszámos vizsgálatoknál alkalmazott paraméterkészlet önálló kalibráció eredményeként adódott, amely biztosította, hogy a szimulációk a kísérleti megfigyelésekkel összhangban írják le a talaj viselkedését. Egy részletesebb, a szoftverek közötti különbségeket is bemutató összefoglalás ezen a ponton valóban segíthette volna az olvasót, ezért a bíráló megjegyzésével egyetértek.

Galton deszka működésén alapuló statikus keverőberendezés

Köszönöm a bíráló pozitív megállapítását és elismerő értékelését a Galton-deszkán alapuló statikus keverőberendezés bemutatásával és validálásával kapcsolatban.

Ipari és modell szárító berendezés

Kicsit zavaró, hogy az Anyag és módszer fejezetben is leír olyan megállapításokat, amik itt még nincsenek megmutatva, igazolva (bár az Eredmények fejezetben később részletezi): „Az elvégzett mérések alapján két fő következtetés vonható le: 1. A lamellák jelenléte jelentősen befolyásolja a sebességviszonyokat, ezáltal a szemcsék áramlásának egyenetlenségét. 2. A működő szárítóberendezésben zajló légáramlási folyamatok nem gyakorolnak számottevő hatást a szemcsemozgási folyamatokra.

Valóban, az Anyag és módszer fejezetben megfogalmazott következtetések előreutalnak az Eredmények fejezetben részletesen bemutatott megállapításokra. Ezeknek a kijelentéseknek az elkülönítése vagy későbbre helyezése szerkezetileg indokoltabb lett volna, ezért a megjegyzéssel egyetértek.

A faltól való távolságot hogyan mérte? A kamera volt elhelyezve a faltól 0, 2, 4, ..., 16 cm-re? Milyen magas, milyen széles a szárító berendezés?

A fal menti mérések a szárítóberendezés betekintő ablakán keresztül történtek, a kamera rögzített helyzetben volt elhelyezve, és a mérések a faltól mért távolság függvényében, a látómezőn belül kerültek kiértékelésre. A betekintő ablak egyetlen szárítómodult fogott át.

Egy modul névlegesen 200 mm széles, azonban a betekintő ablak kialakításánál a modul két szélén az eredeti fémfalból 20–20 mm-t meg kellett hagyni a plexilap rögzítése érdekében. Ennek következtében az optikailag megfigyelhető terület tényleges szélessége 160 mm volt, ami a falhoz viszonyított távolságok értelmezését első ránézésre valóban megtevesztővé tehetette.

A szárítóberendezés teljes geometriai méreteinek részletesebb megadása ezen a ponton szintén segíthette volna az ábra és a mérési elrendezés egyértelműbb értelmezését, ezért a bíráló megjegyzésével egyetértek. A berendezés méretarányairól a mellékelt kép adhat felvilágosítást.



Hogyan mérte a sebességet? Pl. a videofelvételen diszkrét szemcsék sebességének átlagából?

A szemcsék sebességének meghatározása a plexifal mentén mozgó szemcsékről készített videofelvételek kiértékelésével történt. A felvételeken az egyes szemcsék vizuálisan jól elkülöníthetők voltak, így a szemcsék elmozdulása egymást követő képkockák között meghatározható volt.

A sebesség meghatározása az ismert időközönként rögzített képkockák alapján, az elmozdulás és az időlépés hányadosaként történt, majd az így kapott értékekből átlagos sebességek kerültek meghatározásra a vizsgált tartományban.

Ugyanolyan magasságban történtek a sebességmérések? A magasság szerint változik-e a sebesség, vagy csak a faltól való távolságtól függ?

A sebességmérések minden esetben azonos magasságban történtek. A vizsgált szárítóberendezés szakaszos kitárolási módja miatt az anyagoszlop a működés során „egyben” mozog, ezért a különböző magasságokban mérhető átlagos szemcsemozgási sebességek között nem adódott számottevő eltérés. A mérések alapján a sebességeloszlást elsősorban a faltól mért távolság határozta meg, míg a magassági irányú változások a vizsgált üzemi állapot mellett másodlagos szerepet játszottak.

A 3.28. ábrán nem tudtam megfigyelni lamellákat, holott azt írja, hogy „a lamellák jelenléte jelentősen befolyásolja a szemcsék áramlási sebességét”.

Valóban, a 3.28. ábrán a lamellák vizuális azonosítása nem egyértelmű, ezért azok jelölése vagy külön kiemelése segíthette volna az ábra értelmezését. A megjegyzéssel egyetértek.

A 3.28. ábrán és a leírásban is hiányzik a különböző jelölő alakzatok megadása. Az öt különböző jelölő alakzat az öt különböző időpontban készült videofelvételnek felel meg?

Az ábrán alkalmazott különböző jelölő alakzatok öt, különböző időpontban készült videofelvételből származó, egymástól független mérés eredményeit jelölik. A jelölések magyarázatának feltüntetése az ábrán vagy az ábra alatti leírásban valóban indokolt lett volna, ezért a megjegyzéssel egyetértek.

Többes szám 3. személyben említi, hogy „elkészítettek egy modellszáritó berendezést”. Kik tervezték, kik építették?

A modellszáritó berendezés egy ipari együttműködésben készült. A berendezés tervezését és kivitelezését a projektben részt vevő ipari partner végezte, míg a kísérleti vizsgálatok megtervezése, végrehajtása és az eredmények kiértékelése az én feladatomból volt.

A kutatás során ugyanakkor a projekt közvetlen fejlesztési céljain túlmutató, általánosítható elméleti és módszertani eredmények is születtek. Ezek a szemcseáramlás egyenetlenségének értelmezésére, valamint a geometriai kialakítás és a mikromechanikai folyamatok

kapcsolatának vizsgálatára vonatkoztak, és ezek képezik az értekezésben bemutatott tudományos eredmények alapját.

3.32. ábrán a faltól mért relatív távolságot hogy értelmezi? Minek a százalékában?

A 3.32. ábrán a faltól mért relatív távolság minden esetben a teljes modulszélesség százalékában van megadva. Az ipari szárító és a modellszárító esetében az egyes modulok szélessége azonos volt, ezért a relatív távolság értelmezése a két berendezés között közvetlenül összehasonlítható.

Mit ért a kukorica rézsűszöge alatt?

A „kukorica rézsűszöge” alatt a kukoricaszemekből álló szemcsehalmaz rézsűszögét értettem. A „halmaz” szó elhagyása valóban pontatlanság, ezért a megjegyzéssel egyetérték.

A 3.41. ábra szerint 22° -nál kisebb lamellaszögekkel volna-e értelme foglalkozni? Folytatódna-e az áramlási egyenetlenség csökkenése?

A 3.41. ábrán bemutatott trendek alapján feltételezhető, hogy a lamellaszög további csökkentése 22° alá a szemcseáramlás egyenetlenségének további mérséklődését eredményezhetné. Ugyanakkor ezen a tartományon túl a geometriai kialakítás már várhatóan kedvezőtlenül befolyásolná a szárítóberendezés légáramlástechnikai működését, különösen a szárítólevegő befűtésének hatékonyságát.

A dolgozatban ezért a vizsgálatok a szemcseáramlási egyenetlenség és a szárítóberendezés üzemeltetési szempontjai közötti kompromisszumot figyelembe vevő lamellaszög-tartományra korlátozódtak. A kisebb lamellaszögek vizsgálata önmagában érdekes lenne, azonban már túlmutatna a jelen munka keretein, és integrált áramlástan elemzést igényelne.

3.1. Nyíróvizsgálatok

Köszönöm a bíráló összegző értékelését az értekezés eredményeivel kapcsolatban, valamint azt, hogy a szemcsés halmazok nyírására és a torziós talajnyírásra vonatkozó vizsgálatok módszertani felépítését és a levont következtetéseket helyesnek és megalapozottnak ítélte.

A szemcsés halmaznál vizsgált 8. paraméternél l/r helyesen a clumpot alkotó szemcsék középponti távolságának és sugarának és aránya és nem „a clumpot alkotó szemcsék sugarának és középponti távolságainak aránya”.

Valóban, az l/r paraméter helyes értelmezése a clumpot alkotó szemcsék középponti távolságának és sugarának aránya, nem pedig fordítva. A megfogalmazás ezen a ponton pontatlan volt, ezért a megjegyzéssel egyetértek.

A 4.1. táblázatban „clump hossz”-on a clumpot alkotó gömbök középponti távolságát érti? A szemcsesugár bizonyára a clumpot alkotó gömbök sugara. Minden esetben 2 azonos gömbből álló clumppal dolgozott?

A 4.1. táblázatban szereplő „clump hossz” alatt a clumpot alkotó gömbök középponti távolságát értettem, míg a szemcsesugár a clumpot alkotó egyes gömbök sugarát jelöli.

A vizsgálatok során minden esetben két, azonos sugarú gömbből álló clumpokat alkalmaztam. Ennek oka az volt, hogy a szemcsealak hatását a lehető legegyszerűbb geometriai modell segítségével, minimális számú paraméter bevonásával vizsgáljam. A bemutatott eredmények alapján ez az egyszerűsített modell a vizsgált jelenségek leírására megfelelőnek bizonyult.

A 4.1-4.6. ábrák diagramjain hogyan jön ki a 37 futtatás? A független változóknál (mikromechanikai paramétereknél) mindig 5 különböző érték van. Egy értékkel többször lefuttatta a DEM szimulációt? Mit jelent a diagramokon a szórás egy adott független változó érték esetén? A DEM szimuláció futtatási eredményeinek van egy szórása? Azaz egymás utáni futtatások (azonos paraméterekkel) kissé különböző eredményt adnak?

Elvileg minden vizsgált mikromechanikai paraméter esetében öt különböző értékre lehetett volna elvégezni a DEM szimulációkat, ami összesen 45 tönkremeneteli határgörbe meghatározását jelentette volna. A vizsgálatok során azonban azt tapasztaltam, hogy bizonyos paraméterek változtatása nem eredményezett számottevő eltérést a makroszkopikus nyírási jellemzőkben.

Ennek megfelelően az érzékenységvizsgálatot adaptív módon végeztem: azoknál a paramétereknél, ahol az előzetes futtatások alapján a hatás csekélynek bizonyult, a köztes értékek vizsgálatát elhagytam. Így alakult ki a 37 futtatásból álló vizsgálati sorozat, amely a releváns paramétertartományokat lefedte, miközben a számítási igényt ésszerű keretek között tartotta.

A diagramokon feltüntetett szórás az azonos mikromechanikai paraméterértékek mellett végrehajtott, egymástól független DEM futtatások eredményeiből adódik. A diszkrét elemes módszer sajátosságából fakadóan a szemcsék kezdeti elrendeződése minden szimulációban véletlenszerű, ami kis mértékű eltéréseket eredményez a makroszkopikus válaszban még

azonos paraméterek esetén is. A bemutatott szórás ezt a természetes, statisztikai jellegű variabilitást tükrözi.

3.2. Rezgő talajművelő szerszámok vonóerőigénye

A 4.11. ábrán a kohézív kötésnek milyen szilárdságát mutatja?

A 4.11. ábrán a kohézív kötés normál irányú szilárdságát ábrázoltam, amely a szemcsék közötti kohéziós kapcsolat normál irányú teherbírását jellemzi. Ez a mennyiség a dolgozatban a 2.20. összefüggéssel került definiálásra, és a DEM kontaktmodellben alkalmazott kohéziós törvény normál komponensének felel meg.

4.10. – 4.14. ábrák diagramjait hány futtatási eredményből szerkesztette meg?

A 4.10–4.14. ábrák diagramjain minden egyes adatpont öt, azonos paraméterekkel végrehajtott DEM szimuláció eredménye alapján került meghatározásra. Az ábrákon szereplő értékek ezeknek a futtatásoknak az átlagát reprezentálják. Ennek egyértelmű feltüntetése a szövegben valóban indokolt lett volna, ezért a megjegyzéssel egyetértek.

A sebességhányados növekedésével a vonóerőigény csökkenése látszik más mérésekből is (Bandalana et. al., Shahgoli et. al.). Fogalmazza meg, hogy a saját számításokkal kimutatott csökkenő tendencia mennyivel ad több információt a jelenségről?

Valóban, a sebességhányados növekedésével együtt járó vonóerőigény-csökkenést korábbi kísérleti vizsgálatok is kimutatták. A dolgozatban bemutatott számítások újdonsága nem magának a tendenciának az azonosítása, hanem annak egységes értelmezése és általánosítása. A szerszám alakjától való viszonylagos függetlenségre vonatkozó következtetés nem egyetlen mérésből, hanem az irodalomból származó eredmények közös diagramon történő ábrázolásából vált egyértelművé. Az eltérő szerszámgeometriákhoz tartozó adatsorok ilyen módon egységes trendet mutattak, ami lehetővé tette annak megfogalmazását, hogy a vonóerőigény csökkenése a vizsgált tartományban nem kötődik szorosan a szerszám alakjához. Ezt az értelmezést erősítette meg, hogy a saját DEM-szimulációk – még viszonylag egyszerű modellalkalmazás mellett is – képesek voltak ugyanezt a tendenciát reprodukálni, ami a jelenség általánosabb, dinamikai eredetére utal.

3.3. Galton keverő hatékonysága

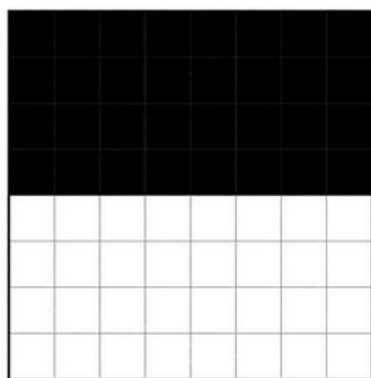
Az ütközősorok számának növelését úgy végezte, hogy azzal együtt a kifolyónyílás magasságát is növelte? Az ütközősorok távolsága pedig ugyanaz maradt?

Az ütközősorok számának növelése során a geometriai konfigurációt úgy módosítottam, hogy a keverő aktív keverőtere bővüljön, miközben az egyes ütközések lokális feltételei változatlanok maradjanak. Ennek megfelelően az újabb ütközősorok beillesztésével a kifolyónyílás pozíciója magasabbra került (alternatív megfogalmazásban: az alsó gyűjtőtér került lejjebb), azonban sem az első ütközősor és a kifolyónyílás közötti távolság, sem az ütközősorok egymástól mért távolsága nem változott.

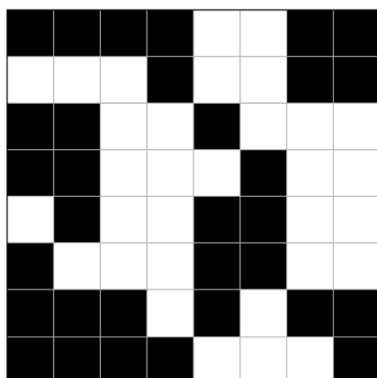
Ez a megoldás biztosította, hogy az ütközősorok számának hatását a keverési indexre önállóan lehessen vizsgálni anélkül, hogy az ütközési geometria vagy a szemcsék egyes sorokra érkezési feltételei módosultak volna.

Jó lett volna látni egy olyan képet a kevert szemcsehalmazról, ahol a keverési index közel egy, és még legalább egy közbenső értékhez tartozó képet, pl, 0,5 körüli értékhez tartozó képet. Pl. a korábbi, 3.27. ábránál milyen a keverési index?

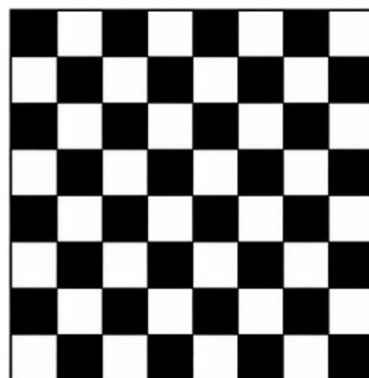
Valóban szemléletesebb lett volna a keverési index értékeihez konkrét szemcseeloszlási állapotokat is bemutatni, különösen egy közel homogén (Lacey-indexhez közeli 1) és egy közbenső, például 0,5 körüli keveredési állapot esetében. A 3.27. ábra egy ilyen közbenső állapotot szemléltet. Az ábrán jól látható, hogy a kezdeti rétegződés már nagyrészt felbomlott, ugyanakkor még nem beszélhetünk teljes homogenizálódásról. A szemcseeloszlás kvalitatív jellege alapján ehhez az állapothoz becslésem szerint egy közepesen magas, megközelítőleg 0,6–0,7 nagyságrendű Lacey-féle keverési index tartozhat. A dolgozatban a hangsúly elsősorban a keverési index paraméterfüggésének kvantitatív elemzésén volt, ezért a szemléltető állapotképek száma korlátozott maradt. A bírálói megjegyzés ugyanakkor jogos, és egyértelművé teszi, hogy a keverési index értelmezését ilyen vizuális példák további bemutatása valóban segíthette volna.



Lacey index = 0



Lacey index $\approx 0,5$



Lacey index = 1

Magyarban tizedesvessző van, tizedespont szerepel a 4.1. összefüggésben, és legtöbb helyen az értekezésben.

Elnézést kérek a bíráló által jelzett formai hibáért: a magyar jelölési konvencióval összhangban az értekezésben következetesen tizedesvesszőt kellett volna alkalmazni, a 4.1. összefüggésben és néhány további helyen szereplő tizedespont ennek nem felel meg.

A 4.2. összefüggésben „ E ” az első ütközősorra érkező szemcsék mozgási energiája? Mert ez nincs megnevezve a szövegben.

A 4.2. összefüggésben szereplő E az első ütközősorra érkező szemcsék mozgási energiáját jelöli, ennek egyértelmű megnevezése a szövegben elmaradt. A pontatlan jelölésért elnézést kérek.

A 4.2 és a 4.3. összefüggéseknél mennyi volt az R^2 értéke?

A 4.2. és 4.3. összefüggés esetében az R^2 értéke nem került feltüntetésre, míg egy korábbi, hasonló telítődési jellegű összefüggésnél (4.1. összefüggés) szerepel. A 4.2. összefüggés esetében az R^2 0,95 feletti a 4.3-as összefüggésnél pedig R^2 0,9 körüli. Ugyanakkor megjegyzem, hogy az alkalmazott összefüggések nem lineárisak, ezért az R^2 értéke csak korlátozott információt hordoz a modellek fizikai megfelelőségére vonatkozóan. A keverési hatékonyság jellemzését mindkét esetben elsősorban a függvény alakja, valamint a paraméterek stabilitása és fizikai értelmezhetősége indokolja. A jelölések és a minőségi mutatók használata ebben a tekintetben nem volt teljesen következetes, ezért elnézést kérek.

Az ütközősorok közti távolság vizsgálatánál (4.19. ábra) miért nem adódtak 1-hez közeli keverési indexek, úgy, mint az ütközősorok számánál és kifolyónyílás magasságánál? Másképpen: a 4.17 és a 4.18. ábrán a keverési index megközelíti az 1 értéket. Ezekben az esetekben mekkora volt az ütközősorok közötti távolság? Ezek az esetek miért nem szerepelnek a 4.19. ábrán? Hiszen az 1-hez közeli értékek a legfontosabbak.

Valóban feltűnő, hogy az ütközősorok közötti távolság vizsgálatánál (4.19. ábra) nem jelennek meg 1-hez közeli keverési indexek, miközben az ütközősorok számának (4.17. ábra), illetve a kifolyónyílás magasságának (4.18. ábra) változtatásánál ilyen értékek előfordulnak. Ennek oka az, hogy a 4.19. ábrán egy rögzített, nem optimalizált alapeometriából kiindulva kizárólag az ütközősorok közötti távolság hatását vizsgáltam, kifejezetten az egyes paraméterek elkülönített hatásának bemutatása céljából, nem pedig az optimális geometria meghatározása érdekében. A 4.17. és 4.18. ábrák 1-hez közeli esetei ezzel szemben már olyan konfigurációkhoz tartoznak,

ahol más geometriai paraméterek (ütközősorok száma, illetve az első ütközősorra érkező szemcsék mozgási energiája) is kedvezőbbek voltak a keverés szempontjából. Ezeknek az eseteknek a megjelenítése a 4.19. ábrán a hatások keveredéséhez vezetett volna, ezért nem szerepelnek ott. Utólag visszatekintve valóban célszerű lett volna ezt az értelmezési különbséget a szövegben is.

3.4. Terményszárítók anyagáramlásai

A 4.25. és 4.26. ábrákon hogy jön ki a százalékos eltérés? A függőleges tengely skáláját százzal szorozzuk? Hogy értelmezi a különbségeket? A mérések átlagértékeit vonja ki egymásból? Szemrevételezéssel nem úgy tűnik.

A 4.25. és 4.26. ábrákon ábrázolt mennyiség nem a függőleges tengely százalékkal való átskálázásából adódik, és nem két mérési eredmény egyszerű különbsége. Az ábrákon az egyenes és a ciklois lamellás esetek átlagolt sebességértékeinek egymáshoz viszonyított, dimenziótlan relatív különbsége szerepel, az egyenes lamellás referenciaállapothoz képest. A „százalékos eltérés” megnevezés ebben a formában félreérthető, pontosabb lett volna a „relatív eltérés” kifejezés használata.

A 4.27. ábrán mit jelentenek a különböző jelölő alakzatok?

A 4.27. ábrán alkalmazott különböző jelölő alakzatok nem különböző fizikai állapotokat vagy egymáshoz tartozó adatsorokat jelölnek, hanem az azonos futó koordináta-hoz tartozó, egymástól független szimulációs futtatások eredményeit. Minden vizsgált koordináta-pozíció esetében három különálló futtatás történt, a jelölők kizárólag ezek megkülönböztetését szolgálják. Utólag visszatekintve a jelölők ilyen megválasztása valóban félreérthető lehet, mivel azt sugallhatja, mintha az azonos alakzatú pontok egymással összetartoznának, ami nem volt a cél.

Köszönöm a bírálónak az értekezésről készített részletes, alapos és összességében támogató értékelést. A felvetett kérdések, megjegyzések és szakmai javaslatok érdemben hozzájárultak az alkalmazott módszerek és az eredmények értelmezésének pontosításához, több esetben pedig előremutató szempontokat adtak a bemutatott vizsgálatok átgondolásához. Remélem, hogy a fenti válaszokkal sikerült a felmerült kérdéseket megnyugtatóan tisztázni, és egyértelművé tenni a dolgozatban bemutatott eredmények háttérét és érvényességét.

Gödöllő, 2026. február 12.

Keppler István