

РЕЛАТИВНО ИЗНОСВАНЕ НА ЛИФТЕРИ

INNOVATIVE RELATIVE WEAR OF LIFTERS

Стоименов Н.

Институт по Информационни и Комуникационни Технологии, БАН, София, България

e-mail: nikistoimenow@gmail.com

Резюме: В настоящата статия са разгледани лифтери и нуждите от тях. Обърнато е внимание на релативното износване на лифтер с мелещи тела. Процесът е симулиран и моделиран в софтуер, работещ по метода на дискретните елементи (Discrete Element Method). Получените данни от симулацията са анализирани и сравнени със данни от друга симулация с друг тип лифтер.

Key words: лифтери, мелници, смилане, симулация.

1. Въведение

В съвременните производствени условия топковите мелници са един широк клас от машини, предназначени за раздробяване, смилане и/или смесване на материали, като за целта се използват метални или друг вид сферични тела, така наречената работна (мелеща) среда. В конструктивно отношение топковата мелница представлява относително просто устройство с проста конструкция, но за разлика от конструкцията има сложния характер на работния процес.

Топковата мелница представлява цилиндричен съд, монтиран върху фундамент, който позволява осъществяването на въртливо движение на барабана посредством задвижване от електрически двигател със съответна трансмисия. Смилането и натрошаване на материали се осъществява най-често при топкови мелници. Най-разпространените топкови мелници са полу-автогенни или автогенни.

Най-често тези мелници се използват за процеси при обогатяването на руди, натрошаването и смилането на материали. Натрошаването и смилането се осъществява с помощта мелещи тела и на лифтери (облицовъчни плочи), които също са подложени на агресивна работа среда, освен самите мелещи тела. Този процес е изключително енергоемък (световно около 20% от енергията се използва за този процес). Поради тази причина е силно изследван. От голямо значение е правилното функциониране на мелницата, мелещите тела, лифтерите, оборотите и други фактори за постигане на добра работа и висока производителност[1-3].

Целта на настоящата статия е да се изследва относителното износване на лифтери.

2. Анализ на процеса

Процесът на смилане при този тип мелници може да бъде разгледан като процес на повишаване на сумарната площ на смилаемия материал. Повечето мелници са разделени на два стадия (грубо, и фино смилане на материал) като в повечето случаи има решетка между двата стадия на мелницата с определени отвори. Това е с цел да се осъществи преминаване само на частиците, които са смлени за следващ етап. Смилането се осъществява както с мелещи тела, така и с лифтери. Мелещите тела най-често са сферични стоманени топки с различни размери.

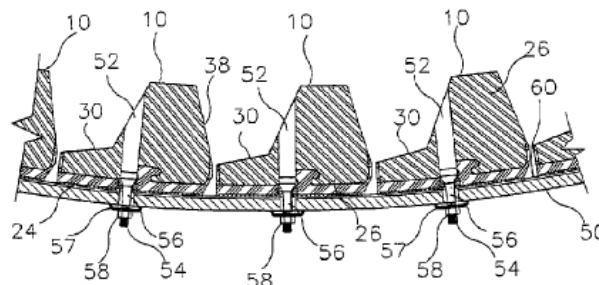
Процесът може да бъде осъществен при различни режими на работа на топковите мелници. Най-разпространените режими са каскаден, водопаден, центрофугиране (режим, който е изключително енергоемък и с повишено износване на мелещата среда) и др.

При лифтерите за по-грубото смилане се използват по-големи (фиг. 1), а за по-финото смилане по-малки, показани на фиг. 2. Лифтерите са разположени по вътрешната част на мелницата, като имат за цел при въртливото движение на мелницата да спомагат за повдигането на материала и

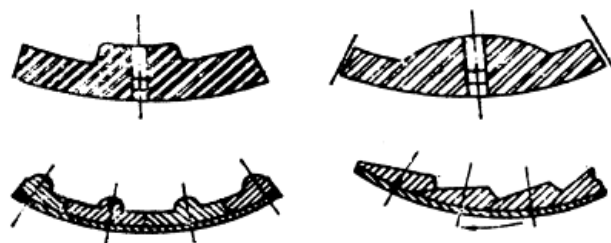
мелещите тела до по-високи нива, за да се осъществи по-качествено смилане. От друга страна, лифтерите служат и за предпазване на вътрешната част на мелницата. Броят, размерите и самата форма също са от съществено влияние за производителността [2-4].

Основните параметри за производителност на топковите мелници са:

- Размери на мелницата – дължина и диаметър;
- Тип на мелницата – преливен или диафрагмен;
- Скорост на въртене;
- Обем на товара;
- Размери на частиците на входния материал и на изходния продукт;
- Работен индекс на материала;
- Мощност на вала на мелницата;
- Плътност на мелещите тела.



Фиг. 1. Лифтери [5].



Фиг. 2. Различни профили на лифтери [3].

3. Методика за симулация на износоустойчивост.

За изследване износоустойчивостта на лифтери, чрез симулационно моделиране със специализиран софтуер, работещ по метода на дискретните елементи е необходимо да се извършат последователно следните задачи:

1. Запознаване с нуждата от симулация и очакваните резултати и изходни данни.
2. Подбиране на подходящ модел (Hertz-Mindlin (no slip), Hertz-Mindlin (no slip) with RVD Rolling Friction, Hertz-Mindlin with JKR, Hertz-Mindlin with bonding, Hertz-Mindlin with heat conduction, Hysteretic Spring, Linear Cohesion, Linear Spring), по който ще се осъществи симулацията.
3. Задаване и определяне на нужните връзки между частици и геометрия.
4. Задаване на гравитация.
5. Задаване на материали на мелещи тела и геометрия.
6. Задаване свойства на материалите.
7. Задаване на връзки между различните материали.
8. Моделиране на 3D геометрични модели, необходими за симулацията и определяне тяхните размери.
9. Вмъкване на 3D модели.
10. Задаване на динамични характеристики (в конкретният случай - линейна ротация). Задаване на продължителност на действието.
11. Определяне посоката на действие по оси X, Y, Z.
12. Определяне на необходимия брой частици, времето за което ще се осъществи генерирането им, маса, брой. Време от което ще започнат да се генерират.
13. Задаване на параметри на частиците като тип, размер, позиция, скорости, ориентация, ъглова скорост и др.
14. Задълбочено анализиране на осъществената симулацията.
15. Експортиране на изходни данни от симулацията като скорости, ускорения, връзки, взаимодействия, сили и др.

Изпълнението и определянето на поставените задачи е персонално за всеки тип симулация. Горепосочените задачи са ключовите, от които следва разширяване на някои методи и създаване на нови.

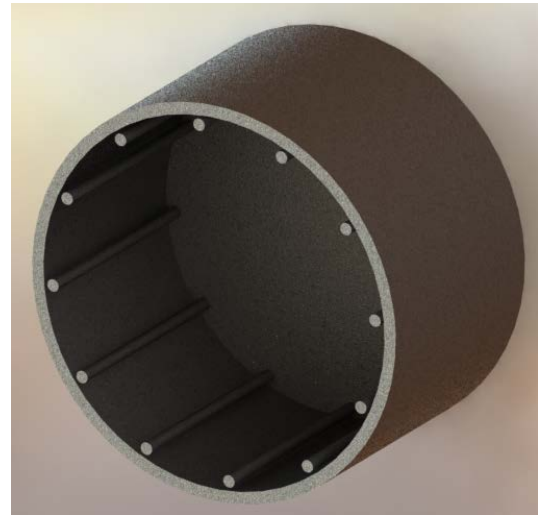
4. Моделиране и симулиране на процеса.

Прилагането на метода на дискретните елементи при симулирането на процеса на работа на топкови мелници, както и изследването на техните режимите на работа позволява използването на EDEM Software. Софтуера има възможност за симулиране повърхнини и материали с различни коефициенти и свойства, позволява изследването на частици с различни геометрични форми, взаимодействията между тях, както и потока им. При подходящи параметри и оптимизации позволява симулирането на движението на голям брой частици. Друга интересна опция на този софтуер е отчитането на относителното износване на геометрията.

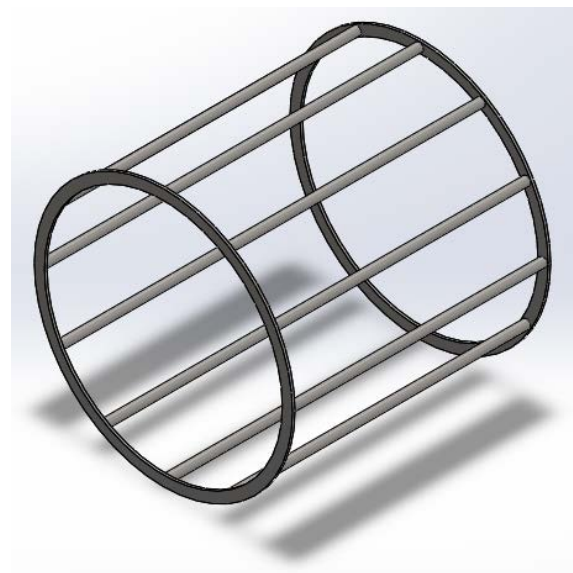
За симулирането е използван модел на лабораторна топкова мелница със следните размери: вътрешен диаметър $D=305\text{mm}$ и дължина от $L=305\text{mm}$. Тази мелница максимално се доближава до габаритите на мелница на БОНД. Конструкцията на барабанната топкова мелница представляват три камерна конструкция с различна ширина – 150, 100 и 50mm. Страничните капаци са прозрачни, това позволява наблюдаване на различните режими на смилане. Мелницата има възможност за добавяне на лифтери, като техният брой е до 24. За случая на симулацията са използвани 12 лифтера.

На фиг. 3 е показана вътрешността на мелницата, като моделът е конструиран така, че да позволява бърза смяна на лифтерите с цел изследване на различни варианти. В случаят 3D модела е моделиран на три части – барабан, капаци и лифтери. На фиг. 4 а) са показани използваните лифтери в тази симулация. Lifтерите представляват цилиндрични пръти. Данните от симулацията ще бъдат сравнени със предишна симулации от иновативна форма лифтери. Иновативната форма се състои от глава, която представлява триъгълник със

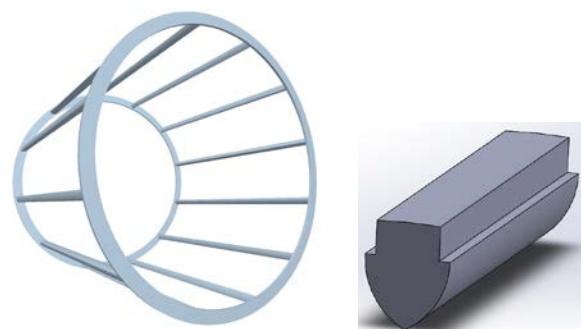
сфероидални страни и заострен връх, тяло и основа (фиг. 4б). [6]



Фиг. 3. Моделирана топкова мелница.



а) Лифтери на лабораторната мелница.



б) Иновативна форма лифтер.

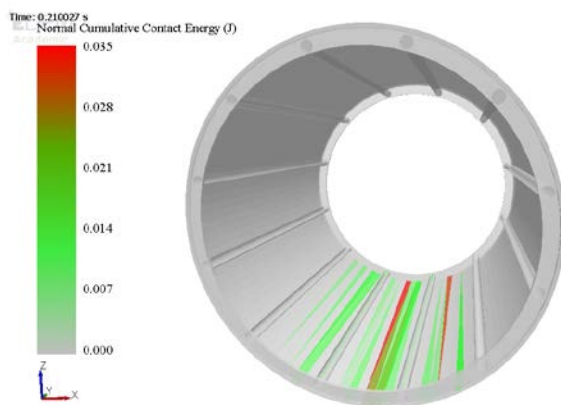
Фиг. 4. Лифтери на лабораторна мелница – а) тип на наличните лифтери от лабораторната мелница; б) иновативна форма на лифтер.

Относителното износване е отчетено като идентифициране на региони с повишена степен на износване на моделираните обекти. Изчислението се осъществява на относителната скорост и свързаните с тях сили между оборудването и мелещите тела. Чрез използването на този модел се получават данни, като се локализируют регионите, където износването оказва влияние. Този метод осигурява количествени стойности

за сравнение между проектни взаимодействия, не може да определи като процент отнемането на материал [7, 8].

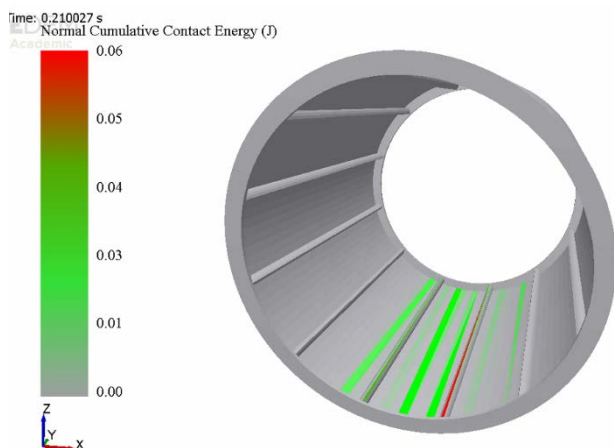
5. Анализ на получените резултати

Данните получени от софтуера индексират равномерно износване на лифтерите и повишено износване на областите между тях. Повишено износване се наблюдава в момента на генериране на мелещите тела, при първоначалния им контакт с вътрешността на мелницата, показано на фиг. 5.



Фиг. 5. Относително износване в началото на симулацията.

Също така получената енергия от мелещите тела по мелницата в този момент на симулацията е 0,035J, която е по-малка от получената енергия при симулацията с иновативния вид лифтер, показана на фиг. 6 [9].

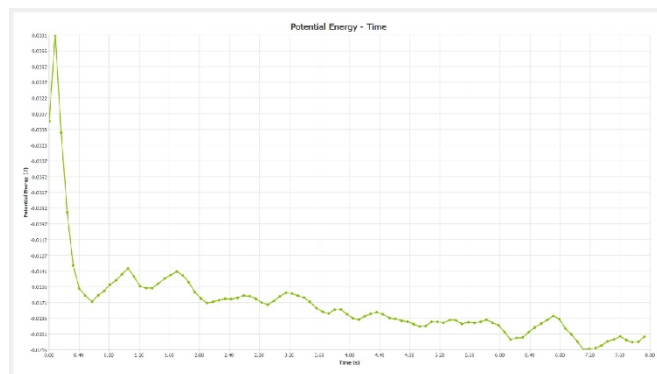


Фиг. 6. Относително износване в началото на симулацията на нов тип лифтер.

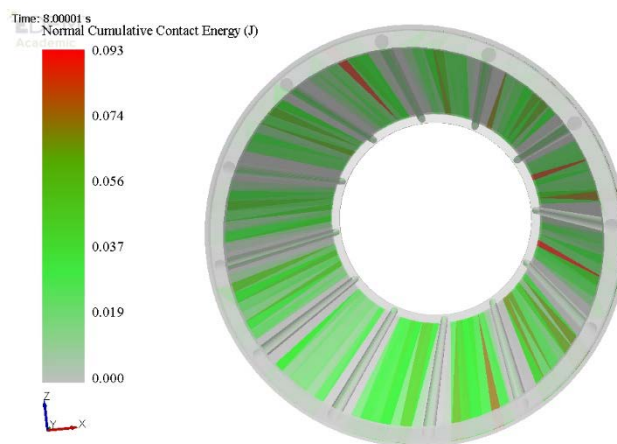
Тази разлика при енергията може да бъде обяснена с формата на лифтера, като иновативната има за цел да разтрошава материалите по-агресивно, с цел намаляване времето за смилане.

Получената графика, показана на фиг. 7 от потенциална енергия при тази симулация също отчита завишени стойности в началото, където се осъществява първоначалния контакт с мелещите тела.

В края на симулацията се наблюдава равномерно относително износване както на лифтерите, така и на вътрешността на мелницата, показано на фиг. 8. При този тип лифтери и тук енергията остава по-малка, сравнение с тази на иновативната форма.



Фиг. 7. Графика потенциална енергия.



Фиг. 8. Относително износване в края на симулацията.

6. Заключение

От направената симулация се наблюдава повишено износване в началото на симулацията. Това се дължи от височината на падане на мелещите тела.

При сравнението на лифтерите от лабораторната мелница и иновативната форма, се наблюдават по-завишени сили и енергии в полза на иновативната форма. Това се обяснява именно с ръбът, който служи за разтрошаване на частиците. От друга страна това означава по-бързо износване на лифтерите. Разглежда се възможността за прилагане на високотемпературни процеси с цел уякчаване на този ръб.

Симулацията позволява бързи промени на лифтерите, като по този начин могат да се търсят по-добри варианти за брой, големина и форма на лифтерите.

От направените симулации става ясно, че ако изсипването на материали за смилане и мелещи тела се осъществява възможно най-близо до вътрешният корпус на мелницата, това би спомогнало за запазване на вътрешността на мелницата. По този начин ще се повиши експлоатационността и ще се намалят ремонтите и времената за ремонт на вътрешността на мелниците.

Благодарности

Изследването в настоящата статия е осъществено с подкрепата на проект "Изследване и оптимизация на процеси за смилане чрез иновативни форми на мелещи тела и среди.", договор ДФНП-96/04.05.2016, финансиран от Българска Академия на Науките, програма за подпомагане на млади учени.

Литература

1. Жълтов А., Машины за строителни материали, София, Техника, 1980, 104-122
2. Денев С. Трошене смилане и пресяване на полезни изкопаеми, София, Техника, 1964, 141-161
3. Цветков Х., Обогащителни машини, ДИ „Техника“, С., 1988г., 229-252
4. D. Karastoyanov, M. Mihov, B. Sokolov., Optimization of the Control System by Milling Processes., John Atanasoff Celebration Days, International Conference “Robotics, Automation and Mechatronics” RAM 2012, Sofia, 15-17 October 2012, ISSN 1314-4634
5. Timm D., HIRSCHI N., Moir T., Ecoff B., “MILL LINNER FOR A GRINDING MILL” Pub.No.: WO2011/037600 A1, Pub. Date: March 31, 2011
6. Карастоянов Д., Н. Стоименов, ЛИФТЕР, Заявка за патент на България, Рег. №112174, приоритет от 14.12.2015
7. D. Karastoyanov, B. Popov., Innovative Technology for High Temperature Production of Materials and Alloys., Int. Conf. High Technologies, Business Community 2016, March 14-14 2016, Borovetz, Bulgaria, ISSN 1310-3945, pp. 16-19
8. EDEM Software Platform – www.dem-solutions.com
9. Стоименов Н., Съботинков Н., Соколов Б., Изследване износостойчивостта на лифтери с EDEM Софтуер., International Conference Robotics, Automation and Mechatronics'16 RAM 2016, Vyaga, Bulgaria, October 3-4, 2016, стр. 70-73, ISSN 1314-4634.