

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА РАЗМЕРИТЕ НА СМИЛАЩИТЕ ТОПКИ ВЪРХУ ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ВИБРАЦИОННА МЕЛНИЦА

Петко Недялков

Технически Университет – София, 1756 София, nedpetko@tu-sofia.bg

РЕЗЮМЕ: В работата са анализирани експериментални резултати от проведен многофакторен планиран експеримент по отношение връзката между механични и технологични параметри на вибрационна мелница. Статията е фокусирана върху изследване на влиянието на размерите на смилещите топки върху характеристиките на вибрационната мелница и на готовия продукт.
Ключови думи: вибрационна мелница, смилещи тела, зърнометричен състав.

RESEARCH OF MILLING BALLS DIMENSIONS INFLUENCE OVER THE CHARACTERISTICS OF VIBRATING COMMINUTION MILL

Petko Nedyalkov

Technical University of Sofia, 1756 Sofia, nedpetko@tu-sofia.bg

ABSTRACT: This paper deals with analysis of experimental results of one multi – variable experiment pointed to discover the connections between mechanical and technological parameters in one vibrating mill. The paper is focused on research of influence from milling balls dimensions to the vibrating mill characteristics and outgoing production. Keywords: vibrating mill, milling bodies, granulometrics.

ВЪВЕДЕНИЕ

Смилането е завършващият процес от подготовката на суровините в обогатителната, строителната и преработващата промишлености. Това е и най-енергопоглъщащият процес в тази завършваща фаза. Използваните машини в общия случай са със сравнително проста конструкция, но за сметка на тази конструктивна простота, мелниците за минерални и неминерални материали са машини със сложна, а понякога и нееднозначна връзка между механични и технологични параметри.

Сложността на връзките между механични и технологични характеристики и връзката с високата енергопоглъщаемост на процеса дават причина за конкретно изследване обект на коментар в настоящата статия.

В общия случай смилането на дадена суровина в машина със смилещи тела води до износването на същите смилещи тела, като това износване е свързано с технологичната характеристика на мелницата. Тъй като процесите на износване са многофакторни в литературата не се срещат теоретични модели на взаимовръзка между износването на мелещите тела и технологичните характеристики, а от там и на механичните характеристики на мелничните агрегати. В общия случай се използват емпирични зависимости за конкретна машина.

Настоящата разработка анализира резултатите от проведен многофакторен активен експеримент върху работата на вертикална вибро – импулсна мелница работеща със смилещи топки. Смилещите тела са от търкалящи тела за съчмени лагери, които не отговарят на качествените критерии в производството на лагери.

Материалът и начинът на изработка за различните размери топки са еднакви, което определя и еднаквите им характеристики като смилещи тела.

Вертикалната вибро – импулсна мелница /ВВИМ/ е прототипна изработка и не е предназначена за непрекъсната работа (Недялков 2009). Смилането на материалите във ВВИМ е с приоритет на стриване на частичките материал между стените на смилещите тела. Ударът между частиците и телата може да се твърди че не влияе върху смилането във ВВИМ (Цветков 1988, Цуцков 1985).

ИЗСЛЕДВАНЕ

Изследването е проведено върху натурен модел на вертикална вибро – импулсна мелница при изменение на шест фактора – честота на вибрационното активизиращо въздействие (f_u); размер на входящия материал (b_m); диаметър на смилещите топки (d_t); време за смилане (t); запълване на мелничната камера с топки (G_t); запълване с материал (ψ_m).

Получените резултати от активният експеримент (Недялков 2009) са статистически обработени и са изведени регресионни модели характеризиращи три целеви функции – зърнометричен състав по краен продукт (качество, Q_u), производителност по краен продукт (Q), относителен енергоразход по краен продукт (W_e).

В този случай факторите – диаметър на смилещите тела и запълването на мелничната камера със смилещи тела са

променяни активно с цел изследване на влиянието им върху избраните целеви функции. Факторът диаметър на смилачите тела е изменян на три нива - $d_t = [7; 11; 15]$, mm, а факторът запълването на мелничната камера със смилачи тела - $G_t = [20; 30]$, daN.

Статистическият анализ на резултатите дава основание от няколко статистически значими (Вражилски 2009, Лазов 2008) и адекватни модели описващи избраните целеви функции, да бъдат предпочетени конкретни модели за всяка от целевите функции имащи най - добри статистически критерии за приемане.

За целевата функция зърнометричен състав по краен продукт (качество) е предпочетен следният модел:

$$Q_u = -0,855 * f_u + 30,473 * b_m - 77,511 * t + 4,579 * G_t - 11,394 * \psi_m - 7,205 * b_m^2 + 0,038 * d_t^2 + 143,395 * t^2 - 0,094 * G_t^2, \% \quad (1)$$

Целевата функция зърнометричен състав е взета като тегловно процентно съдържание на класата готов продукт в общия обем на смления материал, в този случай е следена класата - 160 μ m.

За целевата функция производителност по краен продукт е предпочетен следният модел:

$$Q = -0,482 * f_u + 0,693 * b_m + 0,365 * d_t - 0,678 * t + 1,139 * G_t + 0,004 * f_u^2 - 0,195 * b_m^2 - 0,010 * d_t^2 - 0,021 * G_t^2, kg/h \quad (2)$$

Целевата функция производителност по краен продукт е количеството готова продукция от следената класа - 160 μ m за единица време.

За целевата функция относителен енергоразход по краен продукт е предпочетен следният модел:

$$W_e = 3,827 * f_u + 3,007 * b_m + 1,848 * d_t - 8,872 * t - 9,435 * G_t + 21,253 * \psi_m - 0,026 * f_u^2 + 0,171 * G_t^2, Wh/kg \quad (3)$$

При така описаните фактори и целеви функции се разглежда практическата постановка при която някои от факторите в реалният технологичен процес не могат да бъдат изменяни или контролирани. В случая работим с фиксирани честота на вибрационното въздействие (f_u), време за смилане (t), размер на входящия материал (b_m) и запълване на мелничната камера с материал (ψ_m). Тези ограничения са обусловени от технологичните условия на експлоатация на подобен род машини. Времето за смилане и честотата на вибрационното въздействие зависят от началната настройка на машината и в процеса на работа не се донастройват. Тези режимни настройки могат да се изменят, но не и в процеса на работа. Размерът на входящия материал зависи от пресевната инсталация поставена на входа на машината и в този случай се приема, че тази инсталация работи с постоянна

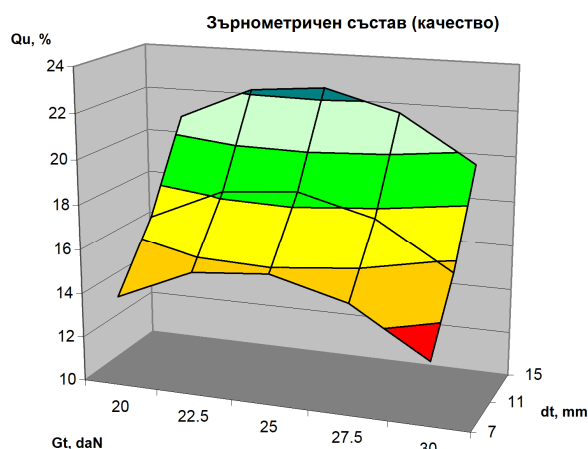
характеристика, като размерите на входящия материал са взети като средна стойност между размерите на двете сита определящи съответният клас $d_s = [5,15; 1,94; 0,91; 0,48]$, mm. Запълването с материал е фиксирано на максимално ниво с цел да се използва максимално работното пространство на машината. Факторът запълване с материал е приет с размерност маса на материала за единица обем на топките в мелничната камера.

РЕЗУЛТАТИ

При гореописаните условия може да се каже, че се разглежда случаят на работеща вибрационна мелница при която за се влияе върху технологичните и характеристики се изменят само два фактора - запълване на мелничната камера с топки (G_t) и размери на смилачите тела (d_t). Този случай на активният експеримент се доближава максимално до практический случай на машина при която в процеса на работа се износват мелещите тела и е възможно да се отнеме или добави допълнително количество мелещи тела.

Резултатите са дадени в графичен вид при фиксирани фактори както следва:

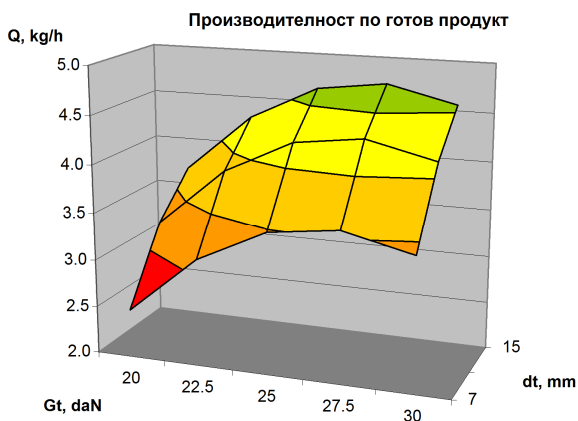
- $f_u = 50 \text{ Hz}$;
- $b_m = 0,695 \text{ mm}$;
- $t = 0,333 \text{ h}$;
- $\psi_m = 0,6 \text{ kg/dm}^3$



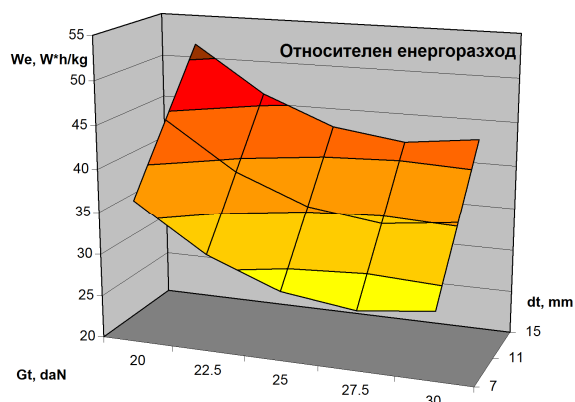
Фиг. 1. Зърнометричен състав (качество) по ур - е №1.

Графичното представяне на зависимостта на зърнометричния състав по краен продукт - фиг. 1. показва ясна тенденция за намаляване на процентното съдържание на класата готов продукт при намаляване на размерите на топките. На същата графика се вижда, че промяната на запълването на мелничната камера с топки не променя стойността на функцията качеството.

Зависимостта на производителността по краен продукт показана на фиг. 2 показва тенденция за намаляване на функцията свързана с намаляването на размерите на смилачите тела. Увеличаването на запълването на камерата с мелещи тела влияе положително върху производителността.



Фиг. 2. Производителност по готов продукт по ур - е №2.



Фиг. 3. Относителен енергоразход по готов продукт по ур - е №3.

Зависимостта на енергоразхода за производство на единица готов продукт – фиг. 3 показва ясна тенденция за намаляване на функцията свързано с намаляването на размерите на смилациите тела. Увеличаването на запълването а мелничната камера със смилаци тела влияе положително върху енергоразхода, като във случая положителната посока на изменение е посоката на намаляване. Тази тенденция може да се обясни със способността на малките по размери тела да смилат по – лесно частичките материал попаднали между тях.

ИЗВОДИ

В резултат на анализът от горепосочените изследвания могат да се формулират следните изводи:

- Качественото изражение на технологичните параметри на вертикалната вибро – импулсна мелница /ВВИМ/ – зърнометричният състав на готовата продукция се влияе негативно от намаляването на размерите на смилациите топки;

- Количественото изражение на технологичната характеристика на ВВИМ – производителността по готов продукт се влияе също така негативно от намаляването на размерите на смилациите топки. За управление на производителността е възможно увеличаването на запълването на мелничната камера със смилаци тела;

- Енергетичната характеристика на ВВИМ – енергоразхода за производство на единица готов продукт се влияе положително от намаляването на размерите на

смилациите тела. Също така е възможно управлението на енергоразхода с увеличаване на запълването на мелничната камера със смилаци тела.

Тъй като в технологичните характеристики на повечето машини превес имат качествената и количествената характеристика на машината спрямо енергетичната, може да се определи, че за разглежданият случай намаляването на размерите на смилациите тела влияе негативно върху технологичната характеристика на ВВИМ. Тези резултати са аналогични на подобни изследвания върху други типове мелници например барабанните топкови мелници, където влияние върху смилането има и енергията на удара между топките който от своя страна е свързан с масата и размерът на смилациите тела.

Изследваната машина е прототипна разработка и съответните ѝ количествени показатели не могат да бъдат сравнявани с промишлени машини. Също така поради факта, че експерименталните зависимости на изследваните целеви функции са изведени за ограничена област от изменението на управляващите фактори, то обхвата на тези функции не може да бъде разширяван извън съответната област.

Подходът на контролиран активен експеримент с изменение на размерите на смилациите тела може да бъде използван за извеждане на зависимост на работата на мелници при износване на смилациите тела. Методиката на това изследване е приложима и върху други типове мелници работещи на подобен принцип на работа.

ЛИТЕРАТУРА

- Вражилски Д. Ц., Е. Асенов, В. Панов. 2009. „Теоретико – експериментално изследване на работния процес на вибрационен сепаратор с плоска неперфорирана повърхност“. Сборник доклади V конференция с международно участие ММЕ '09. ISSN 1314 - 040X София, Технически Университет. стр. 49 – 58
- Лазов Л. Н., Асенов Е., 2008. „Оптимално управление на процеса на трошене при ударно – отражателна трошачка“. Българско списание за инженерно проектиране бр.1, ISSN 1313-7530, стр. 136 – 141
- Недялков П. Н. 2009. „Динамично моделиране и изследване на работния процес и параметри на вертикална вибро – импулсна мелница“ – Автореферат на дисертационен труд за получаване на ОНС „доктор“. София, Технически Университет
- Цветков Х., „Обогатителни машини“, ДИ „Техника“, София 1988.
- Цуцков Е. А., „Създаване на нов тип вибрационна мелница и изследване работния процес и параметрите ѝ“, Дисертация, ВМЕИ - София, МФ, София 1985

Публикацията е финансирана по договор НФИУ № 10000 на НИС при ТУ - София