

***Распрацоўка праграмнага забеспячэння для генерацыі
грануламетрычнага складу матэрыялаў на аснове размеркавання
Вейбулла***

Дзівінец А.А., Дзерачэннік С.С., Разумейчык В.С., Ланіч С.В.

Брэсцкі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт

A GPL licensed granulometrics modeling project targeted at building industry is presented. Module to generate material composition based on Weibull distribution is discussed.

Рознага роду дысперсныя матэрыялы шырока выкарыстоўваюцца ў разнастайных галінах прамысловасці. Пры гэтым падобныя матэрыялы ўяўляюць сабой прыватны выпадак гетэрагеннай сістэмы – гэта значыць, яны з'яўляюцца аб'ектамі, якія складаюцца з часціц двух або больш розных тыпаў

(двух або больш фаз), што запаўняюць агульную сераду. У выніку адна з састаўных частак такога аб'ект фаз ўтварае бесперапынную дысперсійную сераду, у аб'ёме якой размеркавана дысперсная фаза (або некалькі фаз) у выглядзе дробных крышталяў, цвёрдых часціц, бурбалак і інш. [1].

Распаўсюджаныя спосабы даследавання дысперсных матэрыялаў грунтуюцца ў асноўным на эмпірычных вымярэннях і не прадстаўляюць магчымасці прааналізаваць уплыў параметраў іх складу і структуры на агульныя якасці матэрыялу (напрыклад, у мэтах аптымізацыі складу). Уплыў складу матэрыялу на яго структуру і, апасродкавана, на якасці - важная і да гэтага часу не да канца даследаваная задача матэрыялазнаўства [2].

Камп'ютэрнае мадэляванне істотна зніжае выдаткі часу і сродкаў на стварэнне вопытных узораў, у параўнанні з падборам аптымальнага складу шляхам эксперыментальнага змешвання кампанентаў, выключаючы на ранняй стадыі варыянты з «сумніўнымі» ўласцівасцямі.

Адным з ключавых элементаў пабудовы мадэляў дысперсных сістэм з'яўляецца выбар функцыі размеркавання памераў часціц пры драбненні [3]. Ён залежыць ад вялікай колькасці фактараў, звязаных з метадам асколкаўтварэння, выкарыстаным пры падрыхтоўцы кампанентаў сумесі. Найбольш папулярна ўжывленне здрабняючых матэрыялаў у рамках лагарыфмічнага або логнармальнага закона размеркавання часціц [4]. Аднак гэты падыход далёка не адзіны, а ў многіх выпадках яшчэ і не занадта дакладны; таму ў канкрэтных задачах часта альтэрнатыўныя падыходы даюць лепшы вынік.

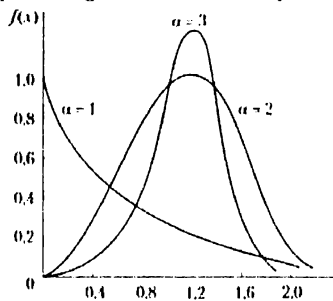
Для апісання грануламетрычнага складу дысперснага матэрыялу даволі часта выкарыстоўваюць размеркаванне Вейбулла. Упершыню эксперыментальная праверка прымянімасці дадзенага выгляду размеркавання была выканана Л.І. Баронам [5]. Шчыльнасць і інтэгральная функцыя размеркавання Вейбулла ў галіне фізічнага вызначэння (неадмоўнага аргументу) маюць выгляд:

$$\begin{cases} f(x) = \alpha \beta x^{\beta-1} \exp(-\alpha x^{\beta}); \\ F(x) = 1 - \exp(-\alpha x^{\beta}). \end{cases}$$

Вялікай перавагай такога размеркавання з'яўляецца тое, што яно вельмі шырока і ўтрымлівае ў сабе, як прыватныя выпадкі, экспанентнае размеркаванне і размеркаванне Рэлея, а таксама блізка да гама-размеркавання і логнармальнага (мал. 1). Пры пэўных значэннях параметраў размеркаванне Вейбулла становіцца нармальным размеркаваннем.

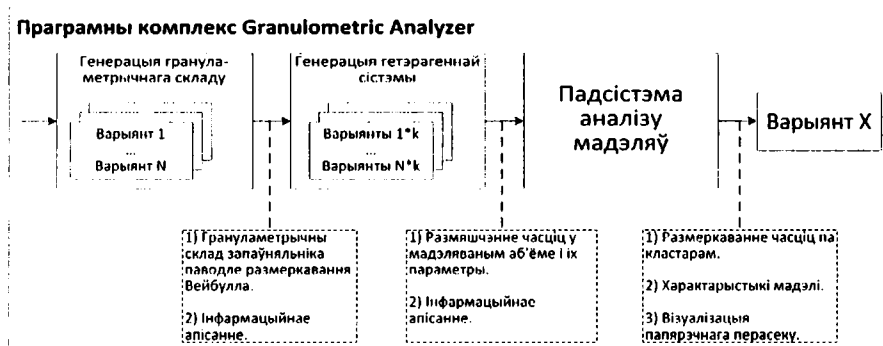
Рынак праграмнага забеспячэння для пабудовы і аналізу геаметрычных дысперсных мадэляў уяўляе сабой практычна абсалютны вакуум. У ходзе выкананага раней пошуку [6] нам не ўдалося знайсці ні адну спецыялізаваную сістэму, прызначаную для гэтых мэтаў; магчымасці універсальных пакетаў-монстраў, якія прадстаўляюць напрацоўкі на ўсе выпадкі жыцця, таксама нельга назваць арыентаванымі на дадзеную

канкрэтную задачу. Акрамя таго, у апошні час імкліваю папулярнасць набіраюць Open Source праекты [7]. У выніку быў пачаты праект Granulometric Analyzer, які распрацоўваецца ў асяроддзі Monodevelop, код якога распаўсюджваецца пад ліцэнзіяй GPL і даступны па адрасе <https://github.com/alexcapricorn/granulometricanalyzer>.



Малюнак 1 – Прыклады размеркавання Вейбула

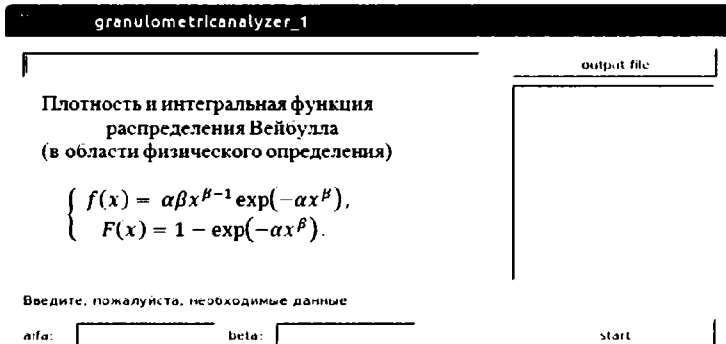
У сукупнасці, праект уключае тры праграмных модуля (мал. 2): першы для атрымання размеркавання грануламетрычнага складу дысперснага матэрыялу (графічны інтэрфейс прадстаўлены на мал. 3), другі для генерацыі структуры гетэрагеннай сістэмы на аснове стахастычных метадаў, трэці - для вызначэння інтэгральных характарыстык мадэльнага аб'ёму. Сувязь паміж модулямі ажыццяўляецца праз файлы. Праца другога і трэцяга модуляў была апісана ў [6], у той час як грануламетрычны склад ў папярэдніх версіях праекта жорстка задаваўся таблічнымі значэннямі (меркавана змадэляванымі альбо запазычанымі з даведачнай літаратуры). Аднак пры выкарыстанні праекта ўзнікла неабходнасць аўтаматызаваць гэтую частку працы – напрыклад, для масавай генерацыі варыянтаў складу, нацэленай на атрыманне зададзеных уласцівасцяў метадам перабору варыянтаў.



Малюнак 2 – Канцэпцыя мадэлявання

Статыстычнай праверкай гіпотэз было ўстаноўлена, што размеркаванне

Вейбулла забезпечує добру збіжність з експериментальними даними абразивним (гранулометричним) складом різних заповнювачів [8]. Там, де невідомі дані про тип розподілу і його параметри для генерації гранулометричного складу дисперсних матеріалів.



Малюнок 3 - Графічний інтерфейс першого модуля

Розроблені програмні модулі складаються з декількох функціональних частин. Вхідними даними є: β - так званий параметр форми, який характеризує розподіл дисперсний системи за дробленням; α - параметр масштабу, який показує ступінь дроблення того чи іншого матеріалу. Крім того, для коректної роботи необхідно вказати шлях вихідного файлу. У випадку успішного виконання програми будуть створені: файл з гранулометричним складом заповнювача і інформаційне описання.

Після завершення роботи з документом з інформаційним описанням можна ознайомитися з основними етапами роботи модуля, а також дати відповідь на запитання або зауваження. Файл з гранулометричним складом заповнювача буде збережений у вигляді одного з вхідних даних для наступної підсистеми.

Як згадувалося вище, чакана вимога застосування програми Granulometric Analyzer пов'язана перш за все з будівничою галузю. Наприклад, така розробка може бути використана при прогнозуванні тривалості і довготривалості бетону, а також для оптимізації складу бетонної суміші.

Список літератури:

1. Дивинец, А.А. Имитационное моделирование транзитной зоны в гетерогенных системах / А.А. Дивинец // Сборник тезисов научной студенческой конференции «Неделя науки – 2014». – Брест, БрГТУ, 2014. – С. 62–63.
2. Разумейчик, В.С. Структурно-химическое моделирование гидратации цементного камня / В.С.Разумейчик // Вестник БрГТУ. – 2006. – №1(38): Строительство и архитектура. – С. 91-96.
3. Большая техническая энциклопедия [Электронный ресурс] / Технический словарь Том VII. – М., 2015. – Режим доступа: <http://www.ai08.org/index.php/term/7->

tehnicheskii-slovar-tom-vii,6481-raspredelenie-razmer-chastitsa.shtml. – Дата доступа: 10.07.2015.

4. Большая техническая энциклопедия [Электронный ресурс] / Технический словарь Том VII. – М., 2015. – Режим доступа: <http://www.ai08.org/index.php/term/7-tehnicheskii-slovar-tom-vii,6481-raspredelenie-razmer-chastitsa.shtml>. – Дата доступа: 10.07.2015.

5. Барон, Л.И., Сиротюк Г.М. Проверка применимости уравнения Розина-Рамлера для исчисления диаметра среднего куса при взрывной отбойке горных пород / Л.И. Барон, Г.М. Сиротюк // Взрывное дело. – М.: Недра, 1978.

6. Дзівінець, А.А. Розпрацю́ка праграмага забеспячэння для мадэлявання дысперсных матэрыялаў / А.А. Дзівінець, С.С. Дзерачэннік, В.С. Разумейчык // П'ята навукова-практычна конференція FOSS LVIV 2015: Збірник наукових праць, Львів, 23–26 квітня 2015 р. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2015. – С. 23–26.

7. Костюк, Д.А. Порівняльний аналіз використання ВПЗ у вищих закладах освіти Білорусі, Російської Федерації та України / Д. Костюк, Г. Злобін, Е. Алексеев // Електроніка та інформаційні технології. – 2012. – Випуск 2. – С. 197-205.

8. Дивинец, А.А. Выбор вероятностного закона распределения для модельного описания дисперсности заполнителя бетонного композита / А.А. Дивинец, С.С. Дереченник, В.С. Разумейчик // Вестник БрГТУ. – 2015. – №5(95): Строительство и архитектура. – С. 54-57.