



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98757** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
G01N 13/00
G01B 11/26 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

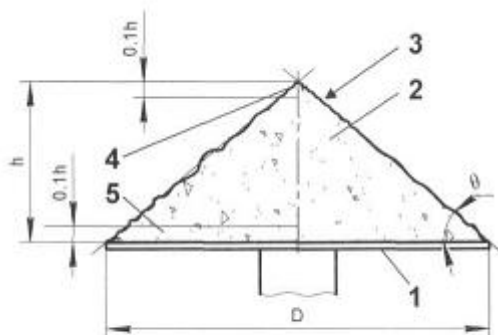
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 11335	(72) Винахідник(и): Лазарєв Тарас Валерійович (UA), Карвацький Антон Янович (UA), Мікульонок Ігор Олегович (UA), Педченко Анатолій Юрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.10.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.05.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2015, Бюл.№ 9	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", пр. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КУТА ПРИРОДНОГО УКОСУ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

(57) Реферат:

Спосіб визначення кута природного укосу сипучих матеріалів, що включає встановлення на горизонтальному диску циліндричного стакана, заповнення його досліджуваним сипучим матеріалом, піднімання стакана з формуванням на горизонтальному диску гірки із сипучого матеріалу, фотографування щонайменше з двох боків утвореної гірки із сипучого матеріалу, аналізування форми проєкцій гірки на вертикальну площину та обрахування кута природного укосу, причому аналізування форми проєкцій гірки на вертикальну площину здійснюють шляхом об'єднання контурів гірки з отриманих фотознімків, після чого відкидають до 10 % ділянок гірки, що примикають до її вершини та основи, а кут природного укосу обраховують як арктангенс коефіцієнта при аргументі рівняння лінійної регресії контуру залишкової частини гірки за даними фотознімків.



Фиг. 1

UA 98757 U

Корисна модель належить до способів і пристроїв для визначення кута природного укосу сипучих матеріалів і може бути використана в хімічній, металургійній, нафтопереробній та інших галузях промисловості, зокрема для випробування сипкої сировини під час виробництва електродної продукції в металургії.

5 Для одержання й переробки сипучих матеріалів використовують різноманітні бункери, транспортери, змішувачі, класифікатори, млини та інше обладнання, у якому сипуче середовище перебуває в статичному або динамічному стані. Для аналізу поведінки сипучих матеріалів в обладнанні потрібні різноманітні дані, у тому числі кут природного укосу цих матеріалів.

10 Відомий спосіб визначення кута природного укосу сипучих матеріалів, що включає встановлення на горизонтальній підставці циліндричного стакана, заповнення його досліджуваним сипучим матеріалом, піднімання стакана з формуванням гірки із сипучого матеріалу на горизонтальній підставці, аналізування форми вільної поверхні утвореної гірки для обчислення кута визначають за методом трьох точок [патент України № 86891 СІ, МПК G01B 15/24, заявл. 07.11.2007, опубл. 25.05.2009]. Недоліком цього способу є його невисока точність, оскільки висоту гірки для обчислення кута визначають за методом трьох точок, який може призвести до певних похибок.

20 Найбільш близьким за технічною суттю до пропонованого технічного рішення є спосіб визначення кута природного укосу сипучих матеріалів, що включає встановлення на горизонтальному диску циліндричного стакана, заповнення його досліджуваним сипучим матеріалом, піднімання стакана з формуванням на горизонтальному диску гірки із сипучого матеріалу, фотографування щонайменше з двох боків утвореної гірки із сипучого матеріалу, аналізування форми проекцій гірки на вертикальну площину та обрахування кута природного укосу, а кут природного укосу обраховують як кут при основі рівнобедреного трикутника, площа якого дорівнює площі усередненого силуету гірки за даними фотознімків [Lumay G., Boschini F., Traina K. et al. Measuring the flowing properties of powders and grains // Powder Technology.-2012.- V. 224. -P. 19-27].

30 Недоліком цього способу також є невисока точність, оскільки коливання форми вільної поверхні гірки може істотно вплинути на площу усередненого силуету гірки за даними фотознімків, а отже і на шукане значення кута природного укосу досліджуваного сипучого матеріалу.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу визначення кута природного укосу сипучих матеріалів, у якому його нове виконання забезпечує максимально точне врахування форми поверхні гірки із досліджуваного сипучого матеріалу з метою визначення кута його природного укосу.

40 Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення кута природного укосу сипучих матеріалів, що включає встановлення на горизонтальному диску циліндричного стакана, заповнення його досліджуваним сипучим матеріалом, піднімання стакана з формуванням на горизонтальному диску гірки із сипучого матеріалу, фотографування щонайменше з двох боків утвореної гірки із сипучого матеріалу, аналізування форми проекцій гірки на вертикальну площину та обрахування кута природного укосу, згідно з пропованою корисною моделлю, новим є те, що аналізування форми проекцій гірки на вертикальну площину здійснюють шляхом об'єднання контурів гірки з отриманих фотознімків, після чого відкидають до 45 10 % ділянок гірки, що примикають до її вершини та основи, а кут природного укосу обраховують як арктангенс коефіцієнта при аргументі рівняння лінійної регресії контуру залишкової частини гірки за даними фотознімків.

50 Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких зображено: на Фіг. 1 - схема сформованої гірки досліджуваного сипучого матеріалу; на Фіг. 2 - алгоритм обрахування кута природного укосу; на Фіг. 3 - результат комп'ютерного об'єднання фотознімків контуру гірки сипучого матеріалу.

Приклад. Як досліджуваний сипучий матеріал використовують нафтовий кокс дійсною густиною 2120 кг/м^3 і гранулометричним складом 1...13 мм.

55 На нерухомий горизонтальний диск 1 діаметром 120 мм встановлюють циліндричний стакан внутрішнім діаметром 100 мм і висотою 100 мм, який потім заповнюють сипучим матеріалом. Далі циліндричний стакан піднімають для вільного формування на горизонтальному диску 1 гірки 2 із сипучого матеріалу (Фіг. 1), після чого проводять фотозйомку гірки з восьми сторін за умови повороту напрямку фотографування на $22,5^\circ$ (за такого підходу максимально враховується складна неконічна форма контуру 3 гірки матеріалу).

Отримані знімки обробляють спеціалізованим програмним забезпеченням і визначають плоску проекцію геометричної форми гірки, після чого об'єднують контури гірки з отриманих фотознімків між собою. Для цього цифрові знімки приводять до одного масштабу та однієї системі координат з перетворенням у чорно-біле бінарне зображення (Фіг. 2). Використовуючи алгоритми обробки цифрової графіки, визначають точки контакту білої й чорної областей, які беруть за межу "кокс-повітря" (Фіг. 3).

Після цього з метою виключення впливу на форму бокової поверхні гірки її кінцевих ділянок відкидають до 10 % ділянок 4 і 5 гірки, що примикають до її вершини та основи (див. Фіг. 1).

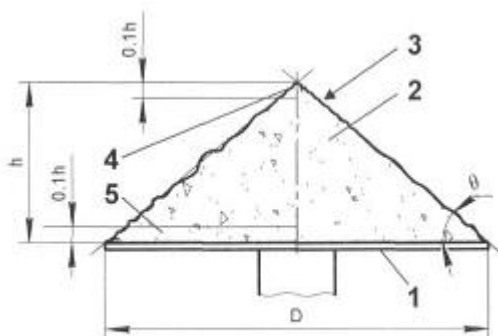
Кут природного укосу θ обраховують як арктангенс коефіцієнта при аргументі рівняння лінійної регресії контуру залишкової частини гірки за даними фотознімків.

Проведені експерименти для досліджуваного матеріалу з нафтового коксу фракційного складу 1...13 мм показали, що значення кута його природного укосу θ становить $(38,9 \pm 1,9)^\circ$.

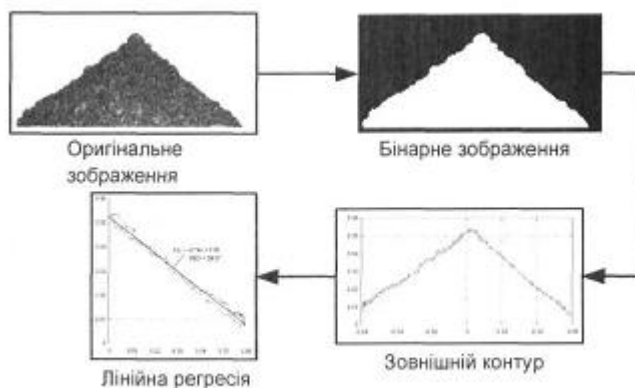
Таким чином, запропонований спосіб, відносно нескладний у реалізації, вирізняється високою точністю визначення кута природного укосу сипучих матеріалів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

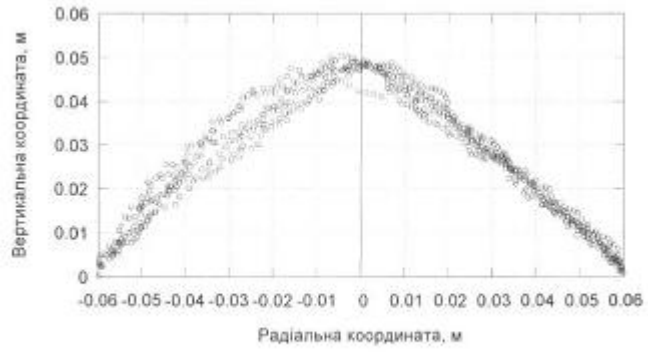
Спосіб визначення кута природного укосу сипучих матеріалів, що включає встановлення на горизонтальному диску циліндричного стакана, заповнення його досліджуваним сипучим матеріалом, піднімання стакана з формуванням на горизонтальному диску гірки із сипучого матеріалу, фотографування зонайменше з двох боків утвореної гірки із сипучого матеріалу, аналізування форми проєкцій гірки на вертикальну площину та обрахування кута природного укосу, який **відрізняється** тим, що аналізування форми проєкцій гірки на вертикальну площину здійснюють шляхом об'єднання контурів гірки з отриманих фотознімків, після чого відкидають до 10 % ділянок гірки, що примикають до її вершини та основи, а кут природного укосу обраховують як арктангенс коефіцієнта при аргументі рівняння лінійної регресії контуру залишкової частини гірки за даними фотознімків.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601