

Енергетика процесів машин і технологій будівельної індустрії (теорія, аналіз, розрахунки).

Іван Назаренко¹, Олег Дєдов¹, Андрій Бондаренко², Олександр Дьяченко¹, Андрій Запривода¹, Євген Мішук¹, Микола Клименко¹, Микола Нестеренко³, Віктор Нечипорук¹, Сергій Орищенко¹, Микола Ручинський¹, Володимир Слюсар¹

¹Київський національний університет будівництва і архітектури.

²Одеська державна академія будівництва та архітектури.

³Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка".

Анотація. В роботі приведені результати досліджень режимів, параметрів, надійності та енергетики машин і процесів подрібнення матеріалів та їх сортування, перемішування та ущільнення сумішей на основі моделей, що враховують фізико-механічні та реологічні властивості оброблювальних середовищ. Були обґрунтовані фізичні та математичні моделі, досліджені та визначені розмірні параметри та безрозмірні критерії, встановлені закономірності руху досліджуваних систем «машина – середовище» та визначення енергії на протікання технологічного процесу. Аналіз результатів досліджень базувався на параметричному та структурному синтезі. Розрахунки режимів і параметрів здійснювалися за методиками та алгоритмами, застосування яких базувалася на критеріях оцінки енергетики процесу. За такими алгоритмами досягалася можливість забезпечувати мінімізацію витрат енергії та підвищення продуктивності.

Ключові слова: машини будівельної індустрії, процеси подрібнення, сортування, перемішування та ущільнення, фізичні та математичні моделі, режими, параметри, критерії, енергія, аналіз, розрахунки.

Аналіз досліджень. Проблема зменшення енерговитрат та підвищення якості процесів подрібнення, сортування, перемішування та ущільнення є актуальними задачами будівельної індустрії. В роботі [1] здійснені дослідження процесів подрібнення матеріалів та визначення енергії на основі встановлення реальних напружень і деформацій. В роботі [2] досліджено процеси сортування матеріалів та запропоновано алгоритми визначення раціональних режимів та енергетичних показників грохотів. Робота [3] присвячена визначенню ефективних режимів та енергії на протікання процесів перемішування у вібраційних бетонозмішувачах. Низка робіт[4-5] присвячена розробці фізичних та математичних моделей та дослідження параметрів і режимів вібраційних систем «машина – середовище» для ущільнення будівельних сумішей. Дослідження фізичних аспектів розсіяння енергії в матеріалах при статичному та динамічному їх навантаженні приведені в роботах[6-7]. Базуючись на результатах цитованих робіт сформульовані мета та задачі даної роботи.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є визначення енергії на протікання процесів подрібнення, сортування, перемішування та ущільнення на основі системного дослідження спільного руху машин і середовищ.

Задачі дослідження. 1.Обґрунтування фізичних та математичних моделей досліджуваних процесів. 2. Визначення енергії на протікання процесів та розробка алгоритмів розрахунку, використання яких забезпечує мінімізацію витрат енергії та підвищення продуктивності.

Викладення основного матеріалу. Технічні системи технологічного призначення займають чільне місце в багатьох технологічних процесах різних галузей народного господарства.

Такими процесами є подрібнення, сортування, перемішування, ущільнення та інші подібні процеси. Найбільш ефективними способами виконання подібних процесів є такі, що ґрунтуються на динамічному принципі дії. В першу чергу це техніка на використанні ефектів динамічної дії низьких та високих частот коливань. Широке, енергоефективне, використання подібної техніки стримується відсутністю теоретичних досліджень спільного руху машинних агрегатів і оброблювальних середовищ, як єдиної синергетичної системи. Існуючі підходи базуються на застосуванні роздільного дослідження технічних систем і процесів обробки середовищ.

Отримані аналітичні залежності відображають часткові задачі, які є достовірними виключно в рамках здійснених досліджень. В даному дослідженні енергетики технічних систем динамічної дії на оброблювальні середовища запропонований новий підхід та методологія, що

враховують вплив енергетичних полів фізико-механічних ефектів, трансформацію та інверсію видів енергетичної дії. Розроблені критерії для аналізу комбінацій і їх вплив на інтенсивність фізико-механічних процесів. Інтенсифікація фізико-механічних процесів досягається сформульованою ідеєю: ефективний та енергоощадний процес можливий за рахунок дослідження та використання спільного взаємовпливу внутрішніх властивостей підсистем в розрахунках параметрів технічної системи. Виявлені закономірності кількісних і якісних змін всіх значимих характеристик підсистем. Внаслідок виконаних досліджень розкриті нові властивості поведінки дискретно-континуальних систем в умовах силового вібраційного навантаження. Отримані закони зміни стану дисперсних середовищ під дією силових навантажень технічними системами при реалізації різних технологічних процесів дали можливість запропонувати нові процеси навантаження, в тому числі реалізацію багаторежимних з мінімізацією енергетичних витрат та підвищеною ефективністю протікання робочих процесів.

Висновки.

1. Запропонований підхід дослідження енергетичних характеристик руйнування матеріалу в камері дробарки із забезпеченням гарантованої зони стійкості параметрів може бути використаний і для інших процесів.
2. Виявлено залежність використовуваної енергії від конструктивних та технологічних параметрів вібраційного грохоту.
3. Досліджено врахування сил опору бетонній суміші у вигляді інерційних і дисипативних сил визначає точність встановлення закону коливань змішувального барабана, обґрунтування його раціональних параметрів і витрат енергії на процес перемішування.
4. Внаслідок виконаних досліджень процесів ущільнення розкриті нові властивості поведінки дискретно-континуальних систем в умовах силового вібраційного навантаження.
5. Отримані закони зміни стану систем «машина – ущільнююче середовище» під дією силових навантажень дали можливість запропонувати реалізацію багаторежимних з мінімізацією енергетичних витрат та підвищеною ефективністю протікання робочих процесів.

Література

1. Ye. O. Mishchuk, I. I. Nazarenko, D. O. Mishchuk. Definition of rational operating modes of a vibratory jaw crusher// *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2021, (4): p.56 –
2. Назаренко І.І., Орищенко С.В. Моделювання процесу руху матеріалу по грохоту. *Техніка будівництва*. – 2009. – №22. – С. 81– 84.
3. Ручинський М.М., Свиридчук Д.Я. Дослідження коливань вібраційного бетонозмішувача з урахуванням впливу перемішувача матеріалу. *Техніка будівництва. Науково-технічний журнал*. Київ: КНУБА, 2013. № 31. с. 35–42.
4. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем. Навчальний посібник (2-е видання). – К.: Видавничий Дім «Слово», 2010. – 440 с.
5. Bernyk I. Research parameters of ultrasound processing equipment dispersed in a technological environment. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol. 18. №3. p. 3-13
6. Назаренко І.І., Нестеренко М.М., Заприво́да А.В., Бондаренко А.Є., Слюсар В.С. Дослідження фізичних аспектів розсіяння енергії в матеріалах при статичному та динамічному їх навантаженні. *Mechanics and Advanced Technologies*. 2022. Т. 6, № 1. С. 70–78.
7. Назаренко І., Заприво́да А., Бондаренко А., Слюсар В. Determination of energy parameters of vibrating machines for compaction and formation of concrete products according to different power form of load. *Strength of Materials and Theory of Structures*. 2024. № 113. С. 18–28.

