

Дослідження модернізованого шнека дозатора гранул

Сідоров Д.Е., к.т.н., доц., Гарбовський Д.А., студ.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано модернізацію шнека дозатора гранул шляхом використання гнучких елементів робочої поверхні. Проведено порівняння базової та модернізованої моделей шнека за масою, деформаціями, еквівалентними напруженнями та коефіцієнтом запасу міцності. Застосування гнучких елементів може сприяти зменшенню механічного впливу на гранульований матеріал та підвищенню ремонтпридатності робочого органу.

Ключові слова: дозатор гранул, шнек, гнучкі елементи, модернізація, напружено-деформований стан.

Вступ. Дозатори гранул застосовуються у технологічних лініях для подавання та дозування сипких матеріалів у гранульованому стані [1]. Основним робочим органом такого обладнання є шнек, від конструкції якого залежать рівномірність подавання матеріалу, навантаження на елементи машини та надійність роботи дозатора.

Основна частина. У базовій конструкції шнек має жорстку гвинтову поверхню, яка безпосередньо взаємодіє з гранулами та сприймає навантаження під час транспортування матеріалу. Одним із напрямів удосконалення є використання еластичної робочої поверхні, що забезпечує більш податливу взаємодію шнека з матеріалом [2]. Тому актуальним є дослідження модернізованого шнека дозатора гранул із гнучкими елементами робочої поверхні.

Метою роботи є порівняння базової та модернізованої моделей шнека за результатами статичного розрахунку.

Базова модель шнека дозатора гранул має центральний вал із жорсткою гвинтовою поверхнею, яка безпосередньо взаємодіє з матеріалом під час його переміщення вздовж корпусу дозатора. Така конструкція є простою у виготовленні, однак під час роботи вона передає навантаження як на гранульований матеріал, так і на елементи самого робочого органу.

Модернізована конструкція шнека (рис. 1) передбачає поєднання жорсткої несучої частини та гнучкої робочої поверхні. Основу робочого органу утворює центральний вал з несучою смуговою гвинтовою спіраллю. До периферійної частини спіралі за допомогою механічних з'єднань кріпиться робоча еластична спіраль. Така конструкція дає змогу зберегти несучу здатність шнека та одночасно забезпечити більш податливу взаємодію робочої поверхні з гранульованим матеріалом.

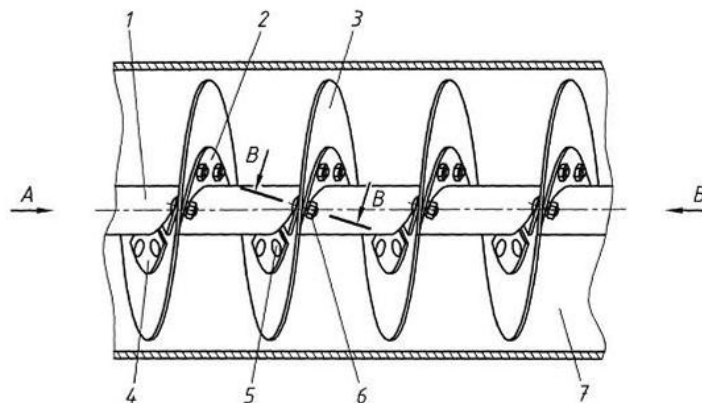


Рисунок 1 – Загальний вигляд модернізованого шнека з суцільною еластичною гвинтовою поверхнею: 1 – центральний вал; 2 – несуча смугова гвинтова спіраль; 3 – робоча еластична спіраль; 4 – секційна гвинтова пластина; 5 – болтове з'єднання з напівкруглою головкою; 6 – гайка з гравером; 7 – кожух дозатора

Гнучкі елементи робочої поверхні закріплюються на несучій смуговій спіралі за допомогою болтових з'єднань. Таке рішення забезпечує можливість заміни робочих елементів у разі зношування, підвищує ремонтпридатність конструкції та дозволяє адаптувати шнек до умов транспортування різних гранульованих матеріалів.

Для оцінювання працездатності запропонованої модернізації було виконано статичний розрахунок базової та модернізованої моделей шнека. Порівняння проводилося за такими показниками (таблиця 1): маса моделі, максимальна загальна деформація, максимальна напрямлена деформація за віссю Y, максимальні еквівалентні напруження за Мізесом та мінімальний коефіцієнт запасу міцності [3]. Рисунки 2 та 3 ілюструють результати розрахунку деформацій базової та модернізованої моделей шнека відповідно.

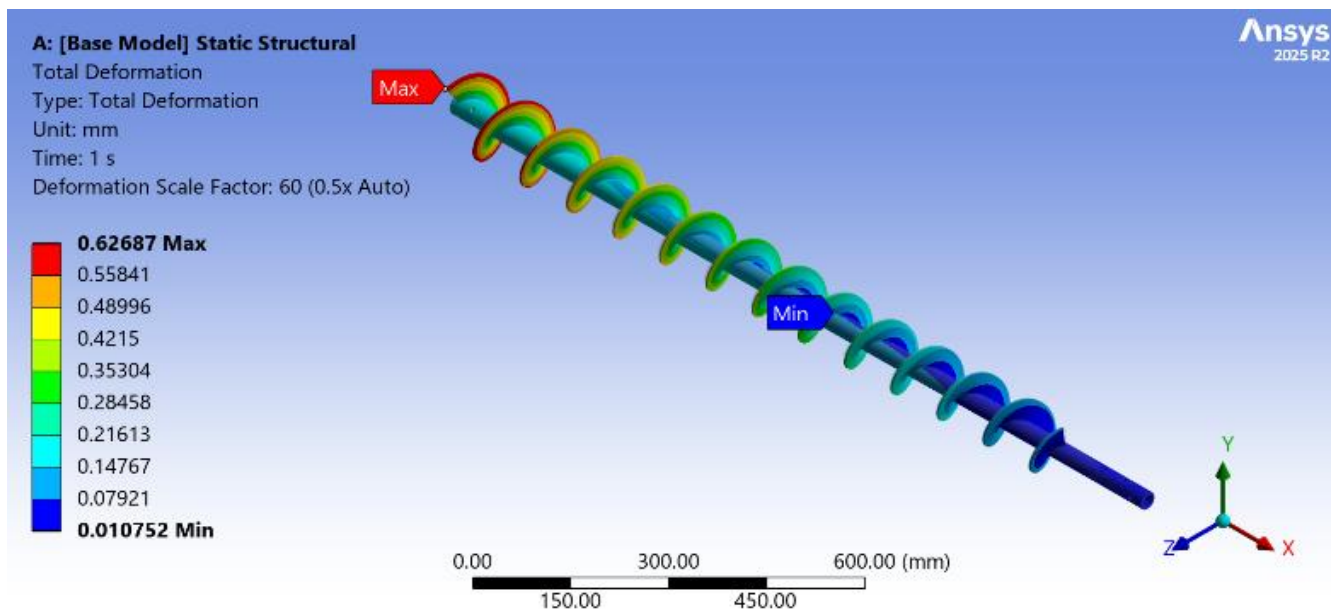


Рисунок 2 – Результати розрахунку деформацій базової моделі шнека дозатора гранул

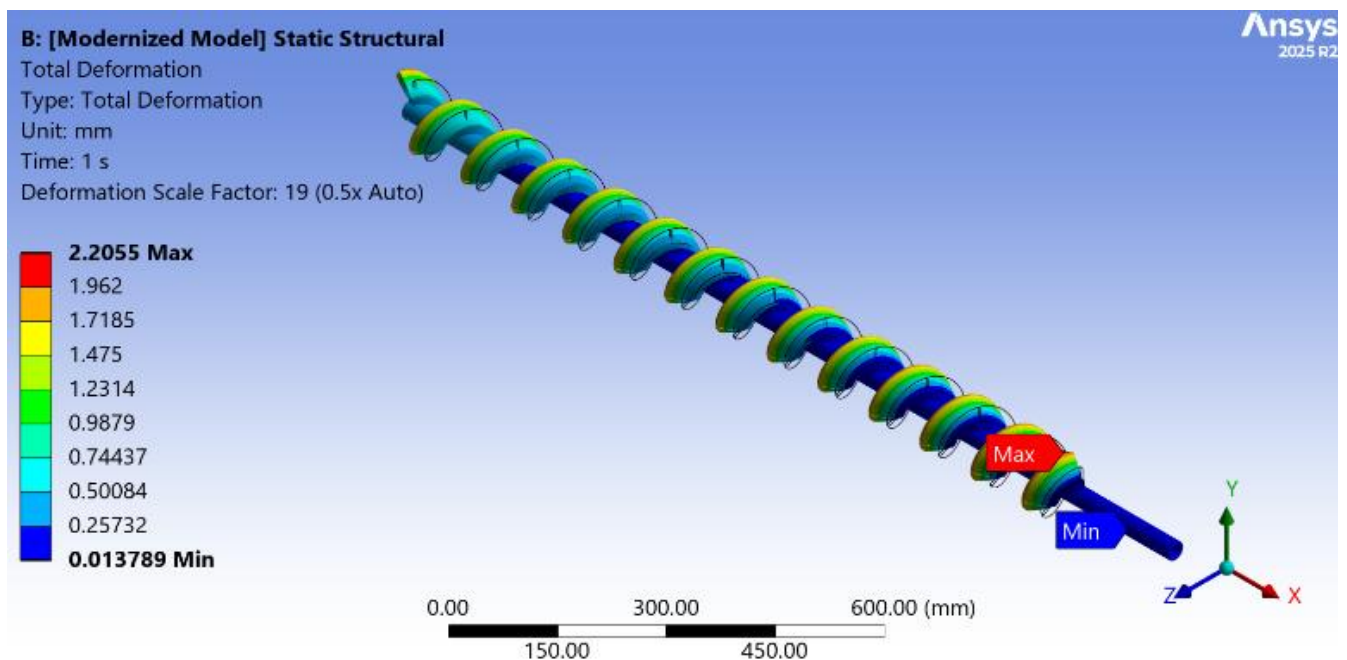


Рисунок 3 – Результати розрахунку деформацій модернізованої моделі шнека дозатора гранул

Таблиця 1 – Порівняння результатів статичного розрахунку базової та модернізованої моделей шнека

Результат розрахунку	Базова модель	Модернізована модель	Зміна, %
Загальна маса моделі, кг	7.5153	6.0693	-19.24
Максимальна загальна деформація, мм	0.62687	2.2055	251.83
Максимальна деформація за віссю Y, мм	0.62237	0.56156	-9.77
Максимальні еквівалентні напруження за Мізесом, МПа	103.31	80.848	-21.74
Мінімальний коефіцієнт запасу міцності	3.176	4.0582	27.78

Висновки. Проведено порівняння базової та модернізованої моделей шнека дозатора гранул. Модернізована конструкція передбачає використання гнучких елементів робочої поверхні, що може покращити взаємодію шнека з гранульованим матеріалом та підвищити ремонтпридатність робочого органу.

За результатами порівняння встановлено, що маса модернізованої моделі зменшилася з 7.5153 кг до 6.0693 кг (-19.24%). Максимальна загальна деформація всієї моделі збільшилася з 0.62687 мм до 2.2055 мм (+251.83%), що пояснюється наявністю гнучких елементів робочої поверхні, які мають більшу податливість порівняно з жорсткою гвинтовою поверхнею базового шнека. Максимальна деформація за віссю Y зменшилася з 0.62237 мм до 0.56156 мм (-9.77%), що свідчить про зменшення прогину конструкції в заданому напрямку. Максимальні еквівалентні напруження за Мізесом зменшилися з 103.31 МПа до 80.848 МПа (-21.74%). Мінімальний коефіцієнт запасу міцності збільшився з 3.176 до 4.0582 (+27.78%).

Отримані результати показують, що модернізована модель шнека зберігає працездатність за заданих умов навантаження. Незважаючи на збільшення максимальної загальної деформації всієї моделі, це збільшення пов'язане переважно з роботою гнучких елементів, тоді як сам модернізований вал має меншу деформацію порівняно з валом базової моделі. Зменшення маси, максимальних еквівалентних напружень та збільшення коефіцієнта запасу міцності свідчать про доцільність запропонованої модернізації робочого органу дозатора гранул.

Перелік посилань

1. Інжиніринг пакувального обладнання: Текст лекцій для студентів спеціальності «Прикладна механіка», спеціалізації «Машини і технології пакування» / Уклад.: А.Я. Карвацький – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 141 с.
2. Шнек з еластичною гвинтовою поверхнею : пат. 101095 Україна : МПК B65G 33/26 (2006.01), B65G 33/16 (2006.01) / А. І. Крисоватий, Р. Б. Гевко, С. З. Залуцький, І. Г. Ткаченко, М. В. Градова. URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/870090/>
3. Карвацький А.Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів [Електронний ресурс] : навч. посіб. / А.Я. Карвацький. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 391 с. – Режим доступу : https://cpsm.kpi.ua/nauka/knigi/Tutorial_MSS.pdf.