

I.I. Назаренко, доктор технічних наук, професор  
V.I. Король, аспірантка

Київський національний університет будівництва і архітектури

# ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ МАШИН ДЛЯ ДЕФОРМУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Предлагается методика выбора и расчета показателей надежности. Эти показатели позволяют прийти к правильному заключению о точке подвеса для повышения надежности щековых дробилок как при проектировании, так и в производстве и эксплуатации. Решается проблема расчета показателей эксплуатационной надежности за счет изменения исходных параметров проектирования.*

*The method for selection and calculation of reliability indices are proposed. These indices allow the correct conclusion about the point of focus to improve the reliability of jaw crushers in both the design and in the production and operation. The problem of operational reliability indices calculation by changing the initial design parameters are solved.*

У сучасних умовах розвитку будівельної техніки значну увагу приділяють напрямку якості виготовлення будівельної і дорожньої техніки, надійності та безвідмовності її роботи. Важливим фактором у цьому напрямку є коректний вибір і розрахунок означених показників надійності, які дозволяють зробити правильний висновок щодо точки прикладання зусиль з поліпшення надійності як на етапі проектування, так і в процесі виробництва й експлуатації.

Одночасно постає завдання щодо оперативного розрахунку показників надійності у разі зміни вихідних розрахункових параметрів.

Показники надійності – це кількісна характеристика однієї чи декількох властивостей, які складають надійність об'єкта.

До комплексних показників надійності, які характеризують декілька властивостей, що складають надійність, відносять: наробіток на відмову, час відновлення та характер імовірності – імовірність певного наробітку, імовірність відновлення за певний час, параметр потоку відмов, середній термін служби тощо [3].

Одиничні показники надійності, які характеризують одну властивість: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збережуваність [1].

Одними з найпоширеніших машин для деформування будівельних матеріалів є дробарки, серед яких чільне місце займають щоківі дробарки. У промисловості будівельних матеріалів щоківі дробарки в основному застосовують для великого і середнього дроблення. Принцип роботи щоківі дробарки полягає у такому. У камеру дроблення, яка має форму клину і складається з двох щік, одна з яких у більшості випадків є нерухомою, а інша – рухомою, подається матеріал для дроблення. Завдяки клиноподібній формі камери дроблення куски матеріалу розміщуються по висоті камери дроблення залежно від їх розміру. Рухомо щока періодично наближується до нерухомої, причому під час зближення щік куски матеріалу дробляться а з віддаленням рухомої щоки – куски матеріалу виходять з камери дроблення.

На початку роботи нами було здійснено огляд основних показників ефективності роботи щоківі дробарок, використовуючи відомості провідних ви-

робників щоківі дробарок з простим та складним рухом найбільш вживаних на сьогодні конструктивних схем.

Розглянуто 80 дробарок, які випускають 15 провідних світових виробників, серед яких «Дробмаш», «Волгоцеммаш», «Norgberg», «Кобальт», «Уралмаш», «DSP Prerov», «Sandvic», «Atlas Copco», «Apollo», «Nordberg», «Powerscreen», «Fintec», «SPECO», «Дробсервіс», «ВладимирДорКомплект» та ін.

Грунтуючись на цих даних, були побудовані графіки регресії питомої енергоємності та питомої металоемності залежно від розміру матеріалу, який завантажують у щоківу дробарку (рис. 1, 2).

Таким чином, використання цих графіків дає можливість встановити масу дробарки і потужність двигуна при дробленні порід різного розміру.

Відповідно до виконаних попередніх досліджень у ролі досліджуваної моделі, яку ми прийняли для проведення усіх подальших розрахунків, узято щоківу дробарку з простим рухом щоки, яка має спірання низу рухомої щоки на ролик, що змонтований безпосередньо на ексцентриковому валу щоківі дробарки.

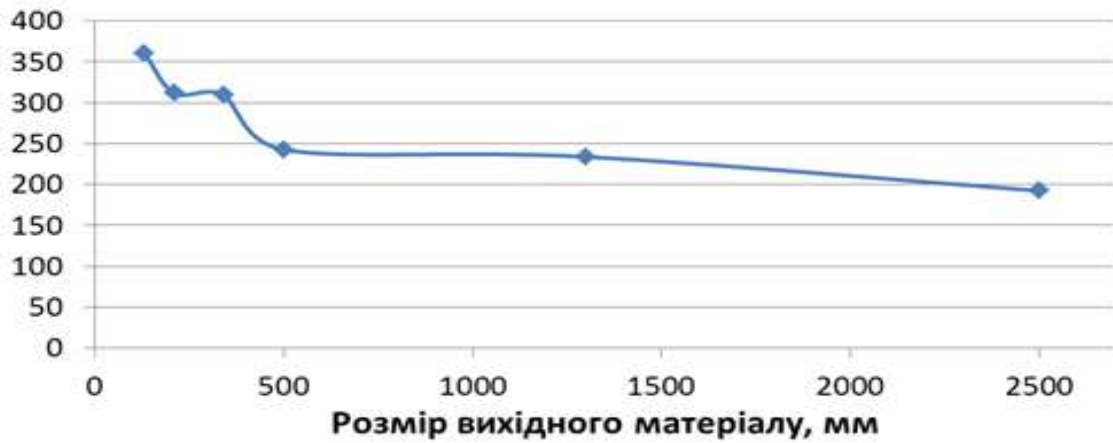


Рисунок 1. Регресійна крива питомої металоємності щоккових дробарок, кг/м³/год

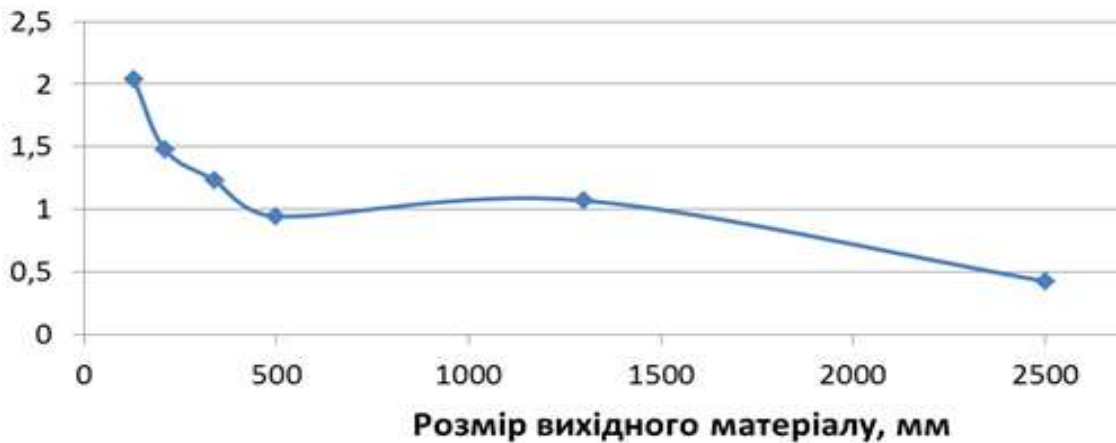
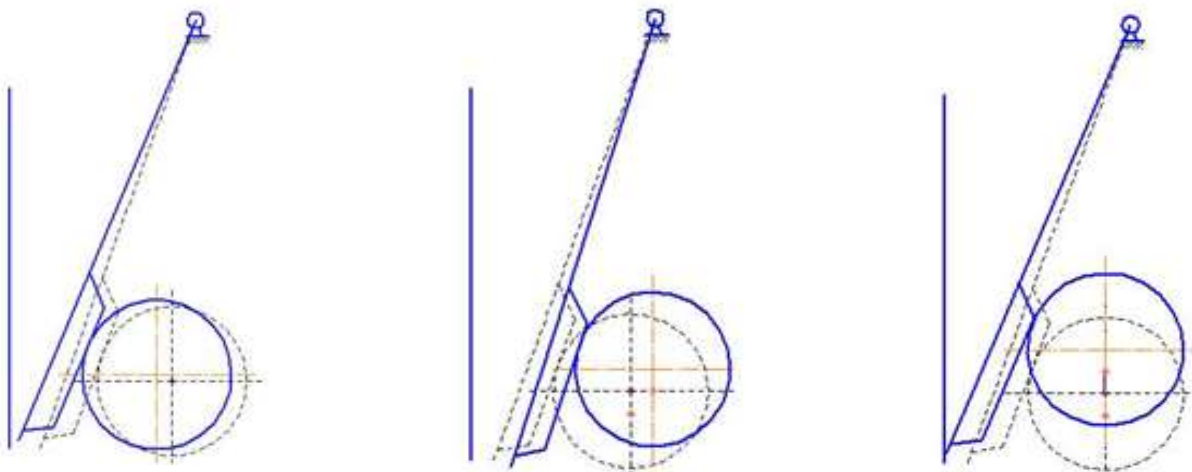


Рисунок 2. Регресійна крива питомої енергоємності щоккових дробарок, кВт/м³/год

Ролик змонтований на роликівих сферичних підшипниках кочення, а весь ексцентриковий вал із роликом монтується на конічних або роликівих сферичних підшипниках. Важливою перевагою такої конструкції є значне зниження центру мас системи і зменшення її металоємності. Проте головний недолік усіх дробарок з простим рухом щоки – нераціональність ходу щоки по висоті камери дроблення – залишається.

На другому етапі досліджень були побудовані кінематичні схеми щоківих дробарок для встановлення параметрів руху рухомої щоки та режиму обкочування ролика по зворотній поверхні низу рухомої щоки. Результати цієї роботи представлені на рис. 3.



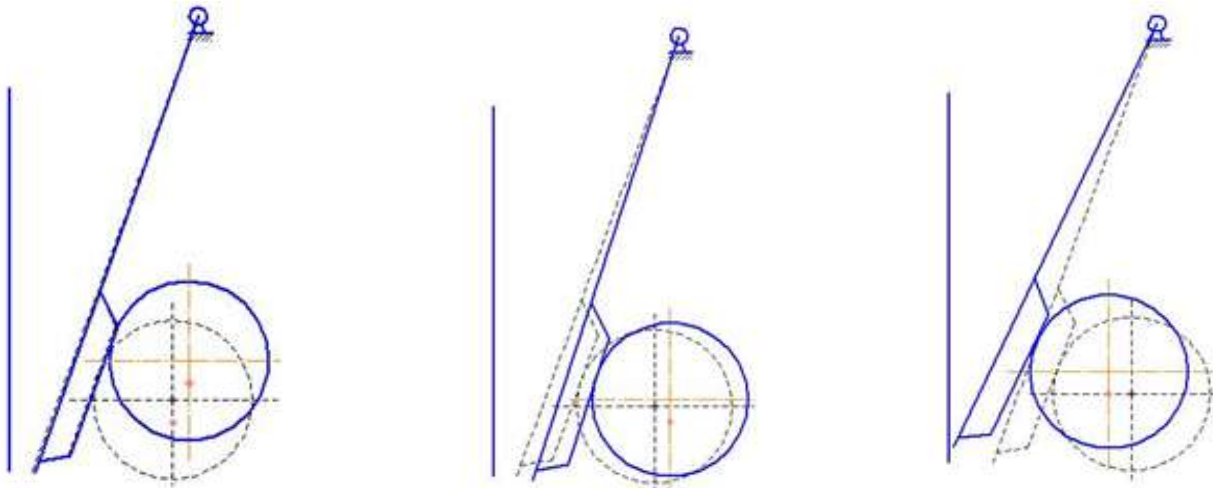


Рисунок 3. Конструктивні схеми до аналізу характеру руху рухомої щоки

Проаналізувавши характер руху рухомої щоки, нами було прийнято рішення щодо необхідності оптимізації ходу щоки, що викликає поліпшений режим стиснення матеріалу і як наслідок його дроблення, а також поліпшує процес захоплення матеріалу. Для цього нами були здійснені розрахунки та спроекто-

вані визначення положення рухомої щоки під час роботи дробарки при зміні точки підвісу рухомої щоки. При цьому конфігурація камери дроблення (ширина завантажувального та розвантажувального отворів, висота камери дроблення, кут захвату матеріалу, довжина камери дроблення) залишаються

незмінними. На рисунках 4-6 представлені конструктивні схеми, обрані для проведення досліджень, і отримані для них величини ходів рухомої щоки. Для наочності ходи рухомих щік показані у вигляді епюр по кожній з обраних моделей.

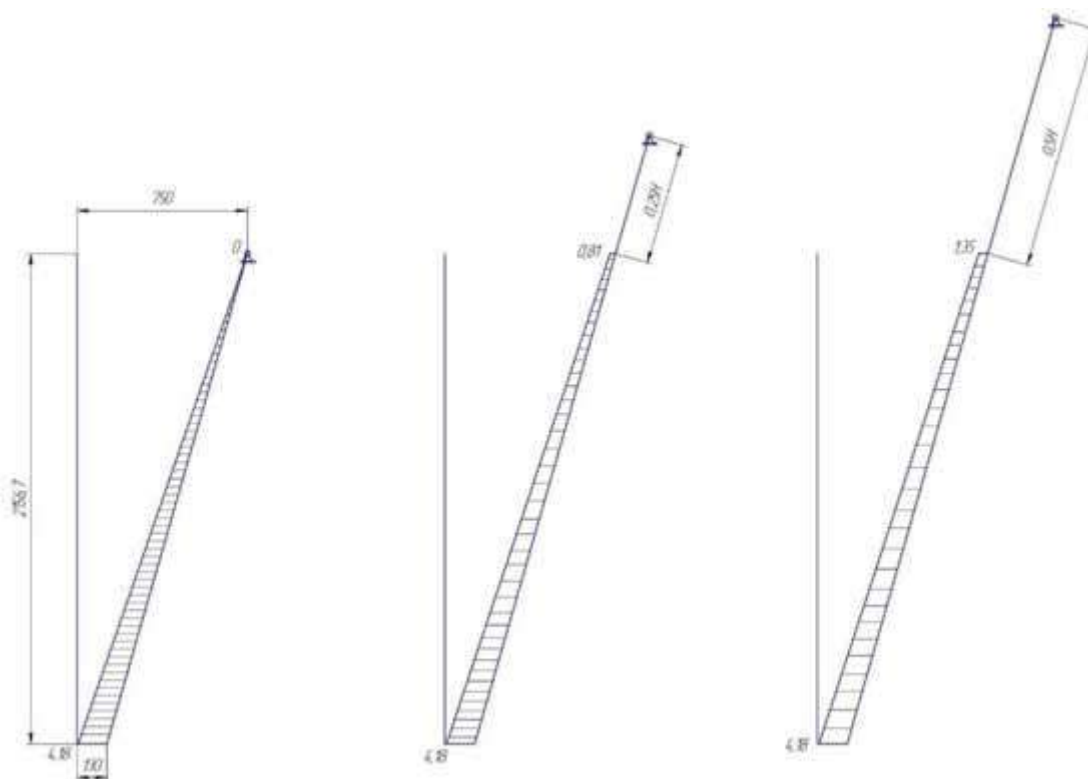


Рисунок 4. Кінематика руху рухомої щоки при зміні довжини рухомої щоки

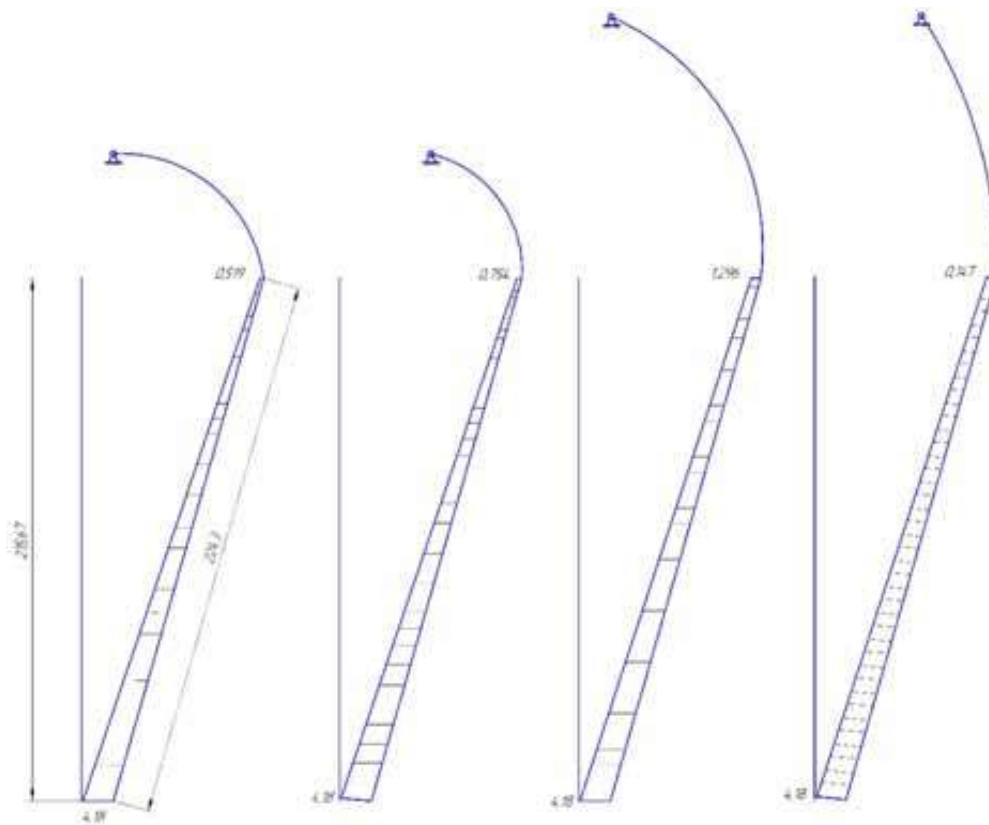


Рисунок 5. Кінематика руху рухомої щоки при зміні довжини рухомої щоки та винесенні точки підвісу уперед

Як бачимо, найбільш прийнятним результатом є винесення точки підвісу до нерухомої щоки з одночасним підняттям її по висоті.

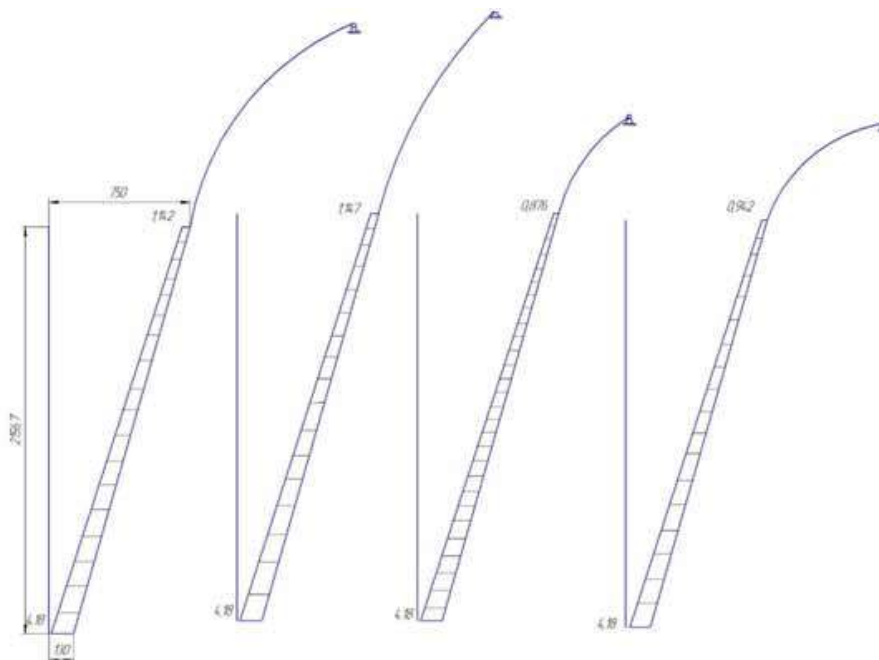


Рисунок 6. Кінематика руху рухомої щоки при зміні довжини рухомої щоки та винесенні точки підвісу назад

На останньому етапі нами здійснено аналіз існуючих методик розрахунку показників надійності щоккових дробарок. Проаналізовані методи оцінки ймовірності безвідмовної роботи за допомогою біноміальної формули та методу простору станів [2]. Згідно з виконаним аналізом, була розроблена методика розрахунку, алгоритм якої наведено на рис. 7.

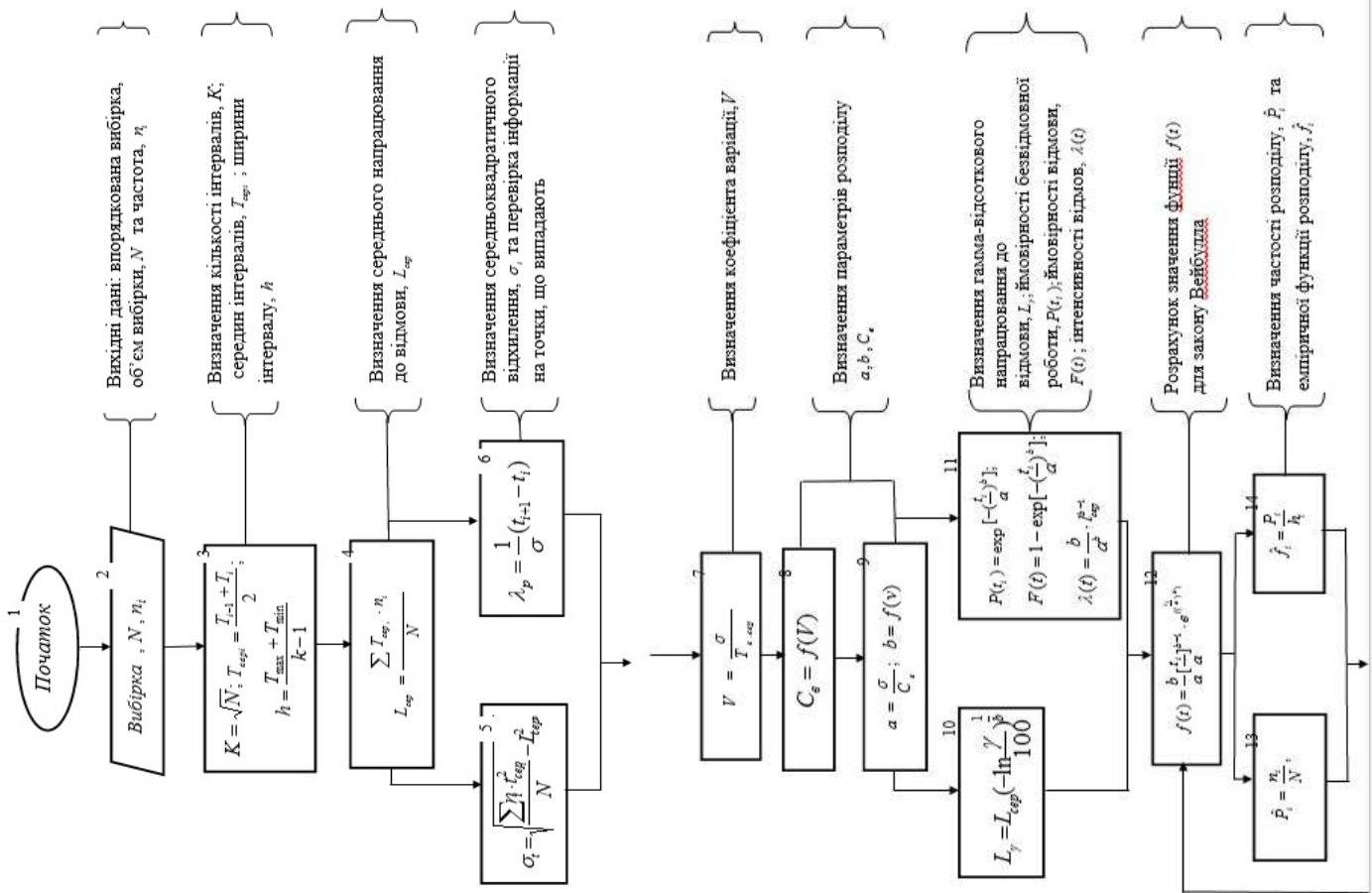
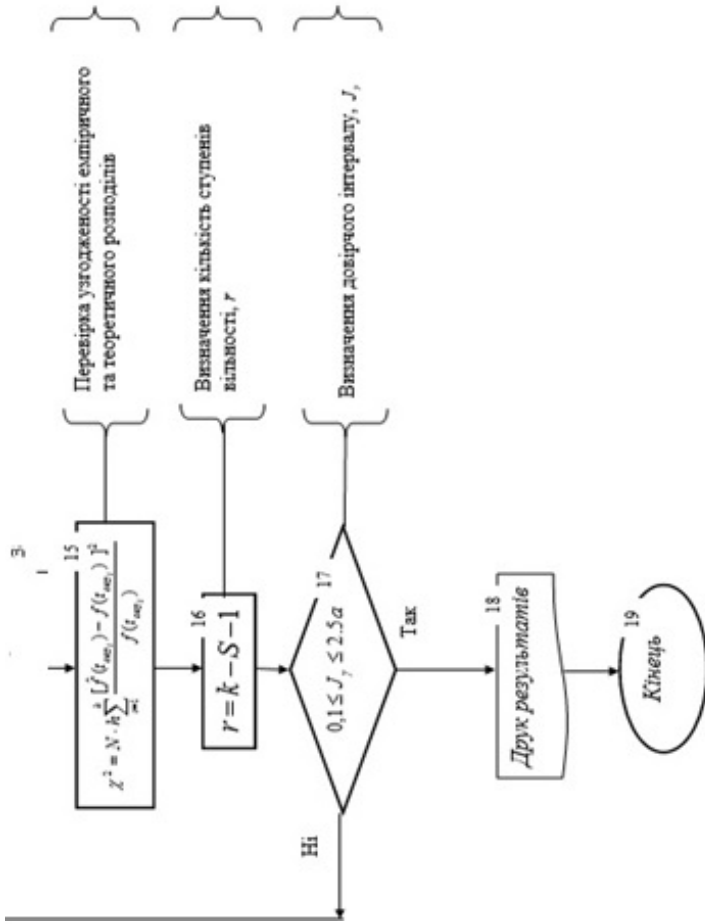


Рисунок 7. Алгоритм розрахунку показників надійності

Цей алгоритм покладено в основу розробленої програми розрахунку показників надійності. Згідно з отриманими даними нами побудовані графіки ймовірності безвідмовної роботи та ймовірності відмови для двох прийнятих вибірок вихідних даних. Аналізуючи ці дані, ми бачимо зміну виду кривих ймовірності безвідмовної роботи та ймовірності відмови і особливо ця відміна спостерігається на наведених графіках частоти розподілу, що пов'язано зі зміщенням середини кривої до центру розподілу (рис. 8–10). Як бачимо, у другому випадку ми маємо справу з більш керованим процесом.

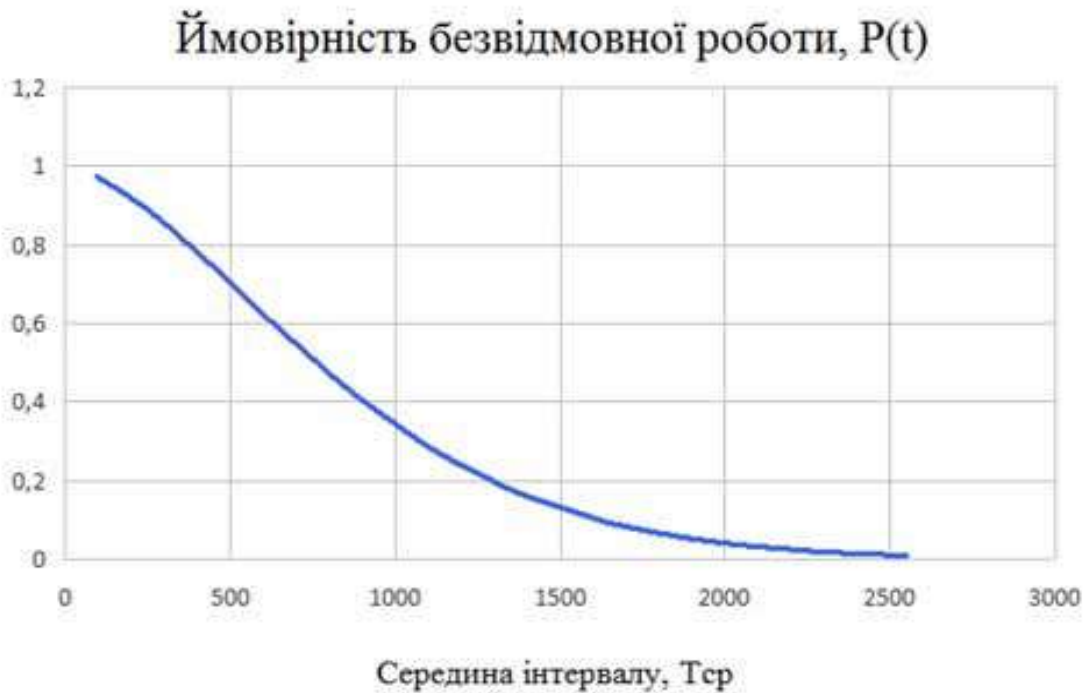


Рисунок 8. Графік ймовірності безвідмовної роботи

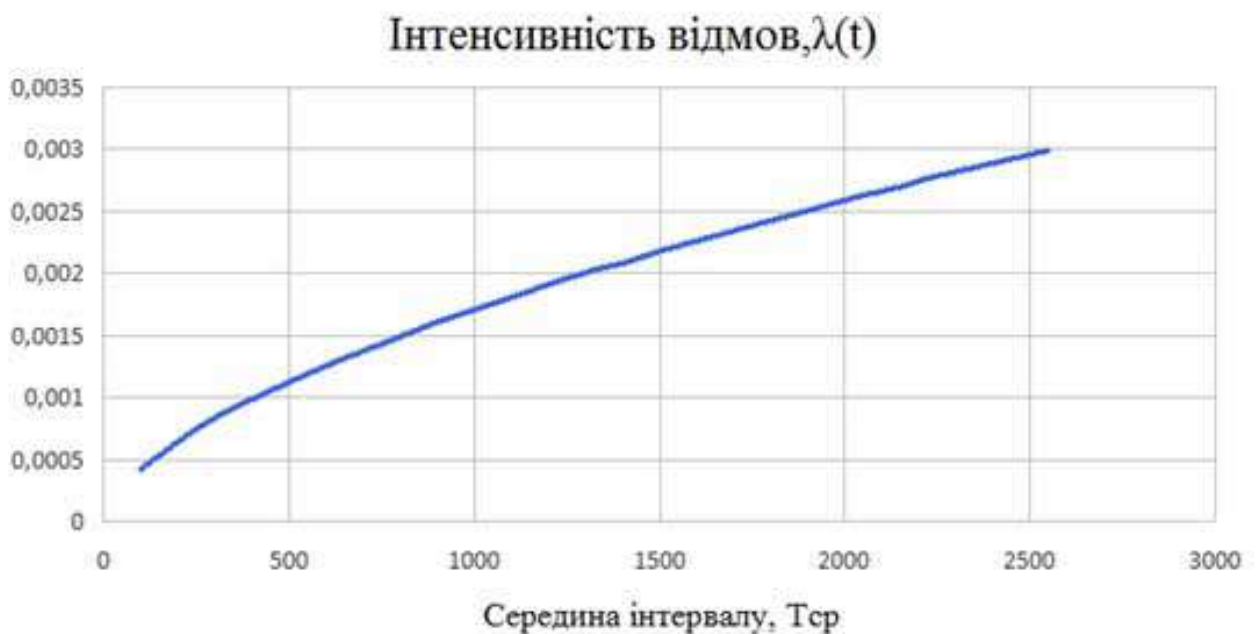


Рисунок 9. Графік інтенсивності відмов

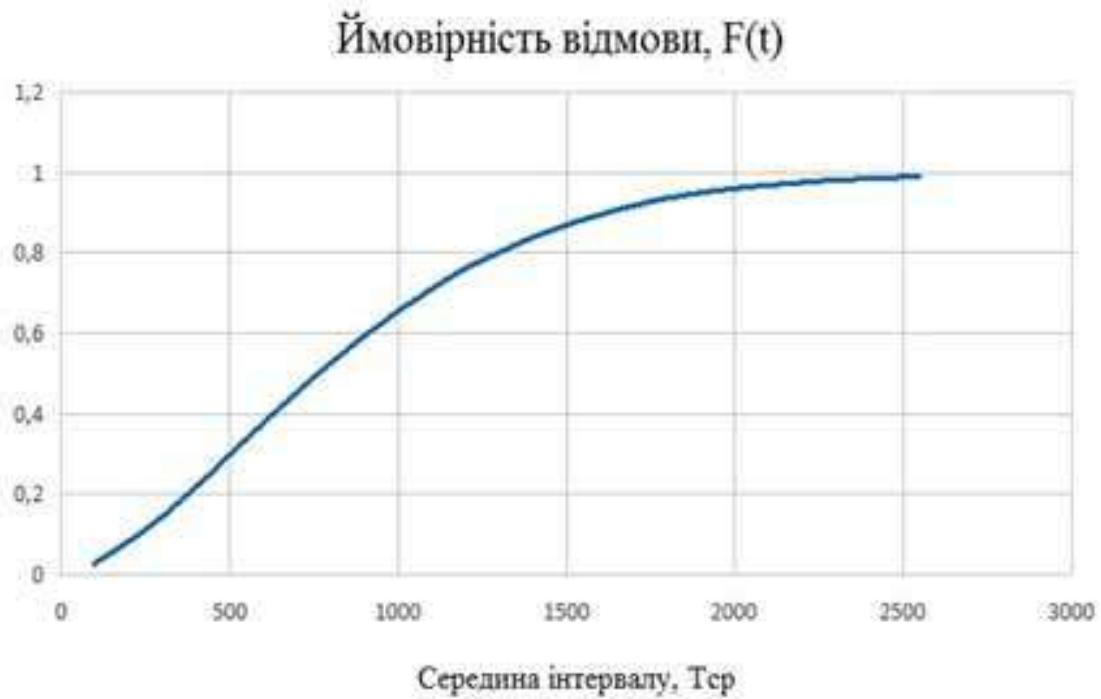


Рисунок 10. Графік ймовірності відмов

Отже, за допомогою розробленої в середовищі Microsoft Excel програми розрахунку показників надійності будівельної техніки ми отримали результати, які дозволяють у подальшому зробити висновки щодо напрямку прикладання зусиль з підвищення надійності щокочових дробарок як на етапі проектування, так і в процесі їх виробництва та експлуатації.

#### Використана література

1. Брауде В.І., Семенов Л.Н. Підйомно-транспортні машини і обладнання. – Л.: Машинобудування, 1986. – 183 с.
2. Діллон Б., Сингх Ч. Інженерні методи забезпечення надійності систем.: Пер. з англ. – М.: Мир, 1984. – 320 с.
3. Семенов А.А., Мелкумян В.Г. Основи теорії надійності: Навчальний посібник. – К.: КМУЦА, 1998. – 184 с.