

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ МАШИН ДЛЯ ДЕФОРМУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

У роботі наведений метод підбору і розрахунку показників надійності. Використання цих показників дозволяє зробити правильний висновок, щодо точки прикладання зусиль у напрямку підвищення надійності цокових дробарок, як на етапі проектування, так і в процесі виробництва та експлуатації.

Вирішується проблема оперативного розрахунку показників надійності при зміні вихідних розрахункових параметрів.

Ключові слова: *надійність, показники надійності, цокова дробарка, подрібнення*

Вступ. Ефективність використання будівельної техніки залежить від її технічного стану. На підтримання парку машин у працездатному стані щорічно витрачається велика кількість матеріально-технічних і трудових ресурсів.

Надійність – це один з показників якості виробу. Рівень надійності техніки значною мірою визначає її розвиток. Задача аналізу надійності та її основних складових частин виконується за допомогою розрахункових оцінок показників надійності.

Аналіз останніх публікацій, в яких започатковане розв'язання цієї проблеми і на які спирається автор, виділення не розв'язаних раніше частин загальних проблеми, котрим присвячується означена стаття. У досліджених джерелах [1 – 4] авторами наведено деякі показники надійності, проте увага не приділялася показникам, які регламентовані нормативною документацією з надійності техніки. А.С. Проніков [1] увів нові показники надійності, зокрема він вважав, що в усіх розрахунках серед основних показників потрібно визначати запас надійності за цим вихідним параметром. Теоретичні положення та методи розрахунку й оцінювання кількісних показників надійності викладені В.М. Трухановим [3], який описав теоретичний підхід до розрахунку надійності технічних систем на етапі проектування із врахуванням стаціонарної і нестаціонарної випадкової функції надійності. Автори Д.Н. Решетов, О.С. Іванов, В.З. Фадєєв [2] виклали матеріал у формі, яка зручна для практичного використання, але має оглядовий характер найбільш поширених показників надійності. У статті [4] автори визначили показники надійності

карданних валів вібромайданчиків будівельної індустрії та розробили методику досліджень напрацювання деталей на відмову.

Незважаючи на різновиди машин і умов їх роботи, формування показників надійності відбувається за загальними законами. Залежно від виду виробу може використовуватися частина показників або всі показники надійності. На сьогодні існує безліч літератури з надійності машин, проте автори зазначають лише невелику кількість показників. Одним з найважливіших завдань на етапі проектування є правильний підбір номенклатури нормованих показників надійності, тому дослідження надійності машин є актуальним питанням. Але поряд із цим постає не менш важливе завдання оперативного розрахунку показників надійності при зміні вихідних розрахункових параметрів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). У сучасних умовах розвитку будівельної техніки значна зацікавленість виявляється у напрямі якості виготовлення будівельної та дорожньої техніки, надійності й безвідмовності її роботи. Важливим фактором у цьому напрямі є коректний вибір та 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 та експлуатації.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. 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 [7].

До одиничних показників надійності, які характеризують одну властивість: безвідмовність, довговічність, ремонтоздатність, збережуваність [5].

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 в наступному. У камері дроблення, котра має форму клину і складається з двох щік, із яких одна в 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. Рухома щока періодично наближається до нерухомої, причому при зближенні щік куски матеріалу

дробляться. При віддалені рухомої щоки куски матеріалу виходять з камери дроблення.

На початку здійснили огляд основних показників ефективності роботи щоківих дробарок з використаннями даних їх провідних виробників найбільш вживаних на сьогодні конструктивних схем дробарок з простим та складним рухом.

Розглянуто 80 дробарок, які випускаються 15-ма провідними світовими виробниками, 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 металоємності залежно від розміру матеріалу, що завантажується в щоківу дробарку (рис. 1, 2).



Рис. 1. Регресійна крива питомої металоємності щоківих дробарок, кг/м³/год

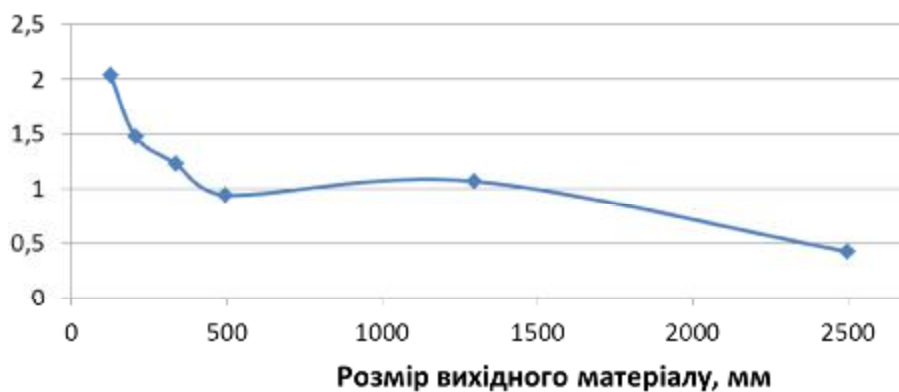


Рис. 2. Регресійна крива питомої енергоємності щоківих дробарок, кВт/м³/год

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

Відповідно до виконаних попередніх досліджень досліджувану модель, яку ми прийняли для проведення всіх подальших розрахунків, узято щоківу дробарку з простим рухом щоки, що має спирання низу

рухомої щоки на ролик, змонтований безпосередньо на ексцентриковому валу щокової дробарки.

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

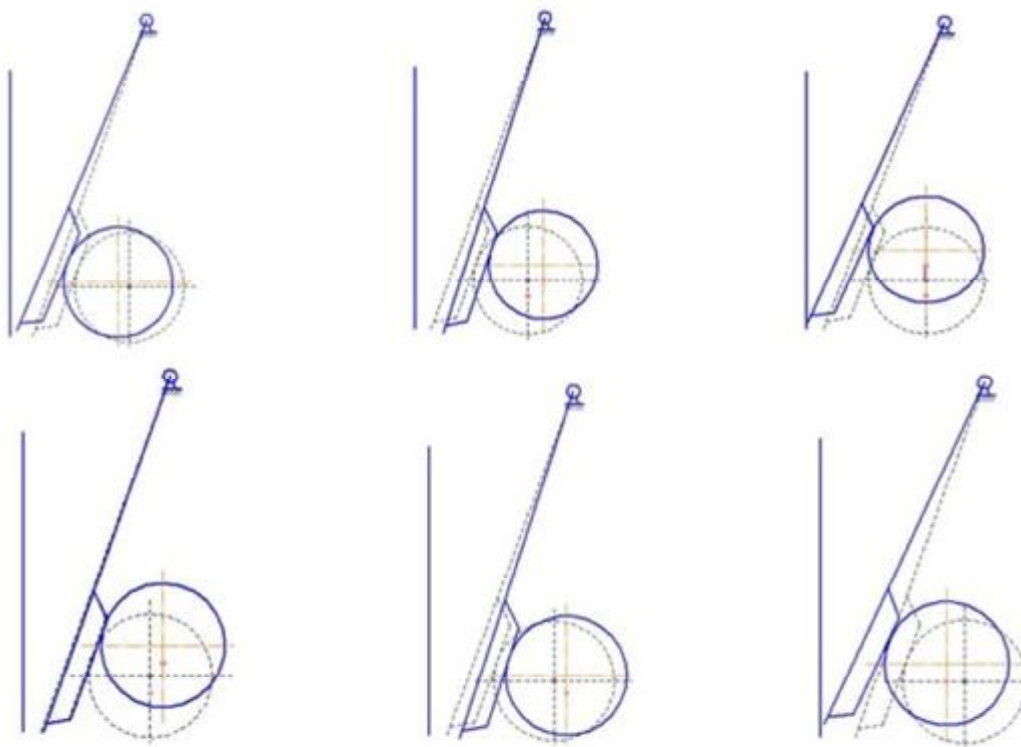


Рис. 3. Конструктивні схеми до аналізу характеру руху рухомої щоки

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

Проаналізувавши характер руху рухомої щоки, ми прийняли рішення щодо необхідності оптимізації ходу щоки, що викликає поліпшений режим стискання матеріалу і як наслідок – його дроблення, а також поліпшує процес захоплення матеріалу. Для цього ми здійснили розрахунки та спроектували визначення положення рухомої щоки під час роботи дробарки в процесі зміни 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 рис. 4 – 6 наведено конструктивні схеми, обрані для проведення досліджень та

отримані для них величини ходів рухомої щоки. Для наочності ходи рухомих щік показані у вигляді епюр по кожній з обраних моделей.

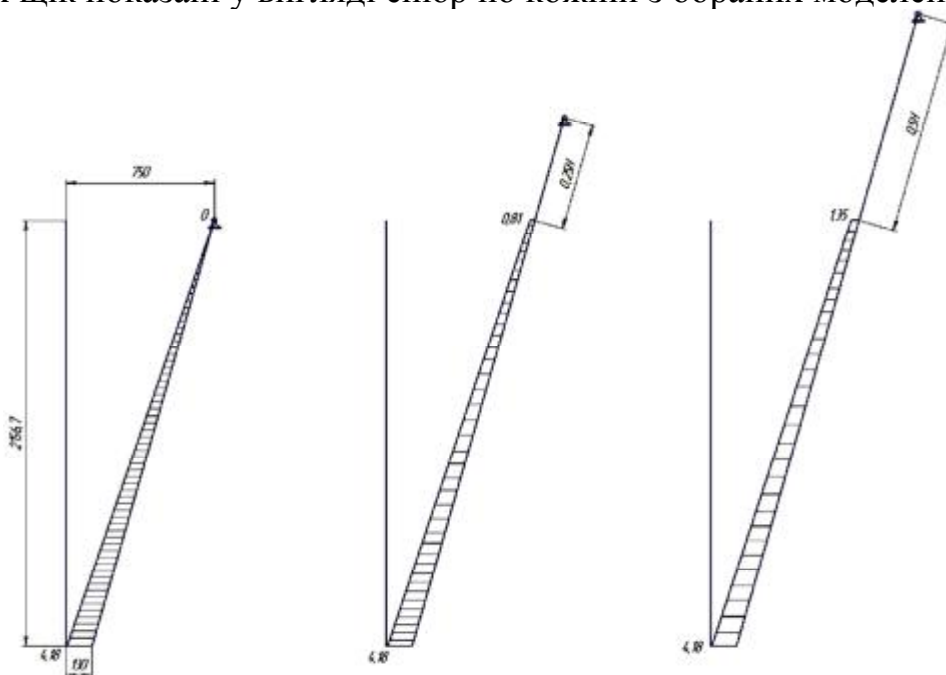


Рис. 4. Кінематика руху рухомої щоки при зміні довжини рухомої щоки

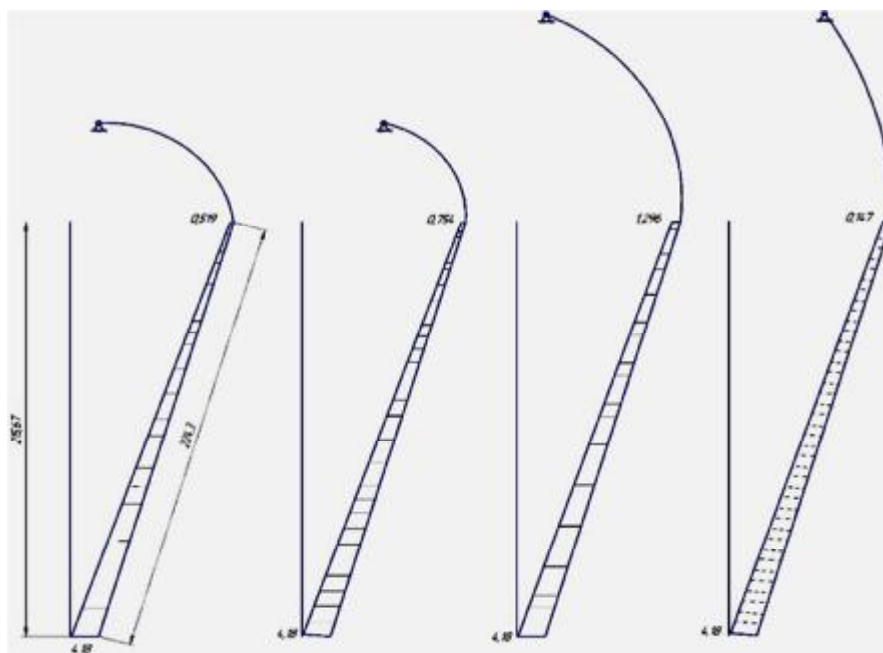


Рис. 5. Кінематика руху рухомої щоки при зміні довжини рухомої щоки та винесенні точки підвісу вперед

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

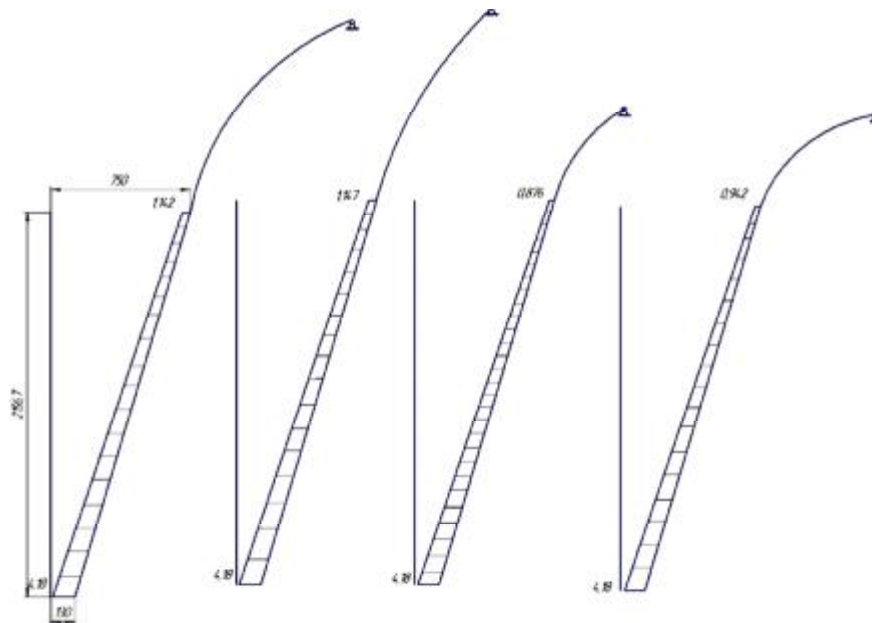


Рис. 6. Кінематика руху рухомої щоки при зміні довжини рухомої щоки та винесенні точки підвісу назад

На останньому етапі ми здійснили аналіз існуючих методик розрахунку показників надійності шоківих дробарок. Проаналізовані методи оцінювання імовірності безвідмовної роботи за допомогою біноміальної формули та методу простору станів [6]. Згідно з виконаним аналізом, була розроблена методика розрахунку, алгоритм якої наведений на рис. 7.

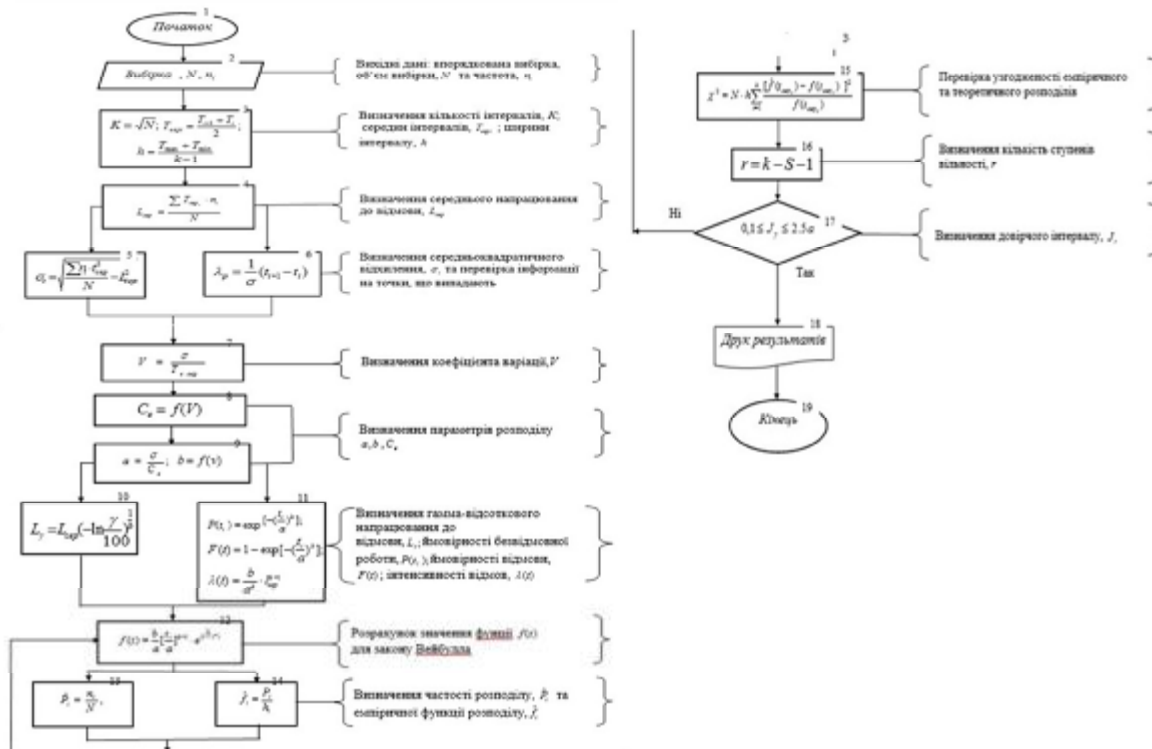


Рис. 7. Алгоритм розрахунку показників надійності

Цей алгоритм покладений в основу розробленої програми розрахунку показників надійності. Згідно з отриманими даними побудовано графіки ймовірності безвідмовної роботи (рис. 8) та ймовірності відмови (рис. 9) для двох прийнятих вибірок вихідних даних. Аналізуючи ці дані, ми бачимо зміну виду кривих імовірності безвідмовної роботи та ймовірності відмови, особливо ця відміна спостерігається на наведених графіках частоти розподілу, що пов'язано зі зміщенням середини кривої до центра розподілу (рис.11). Як видно з графіків, у другому випадку ми маємо справу з більш керованим процесом.

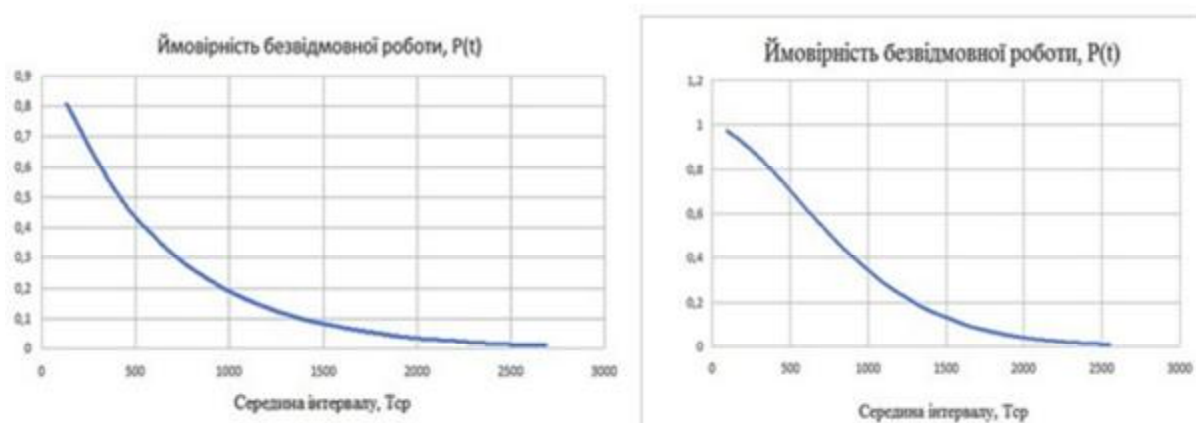


Рис. 8. Графіки безвідмовної роботи

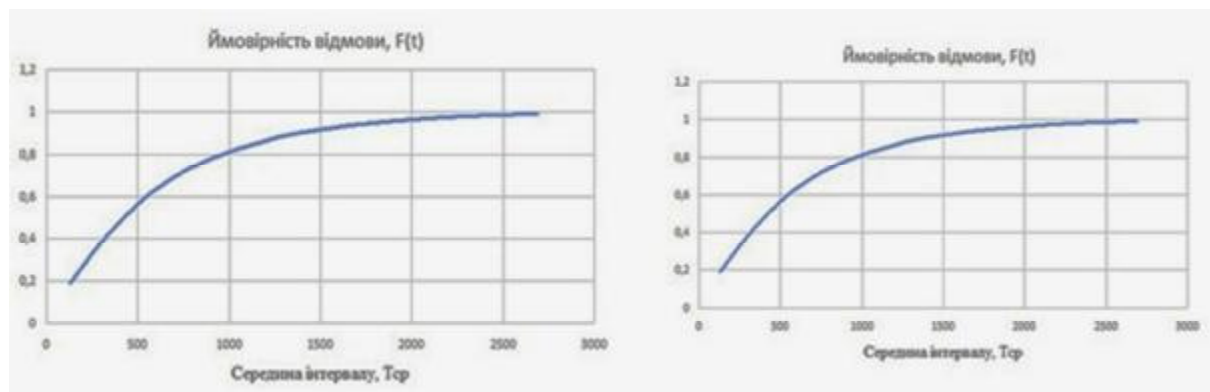


Рис. 9. Графіки ймовірності відмови

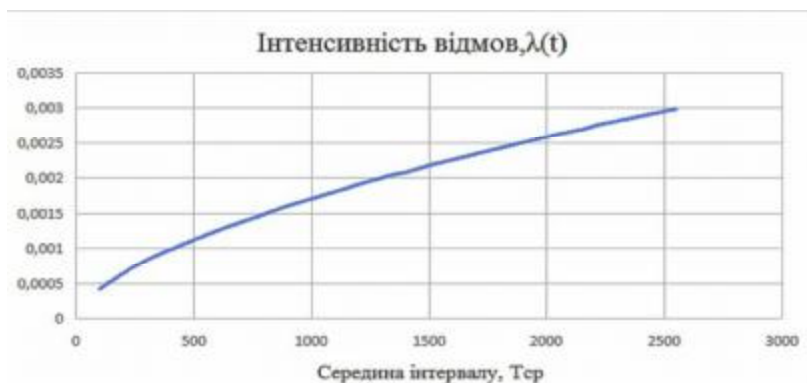


Рис. 10. Графік інтенсивності відмов

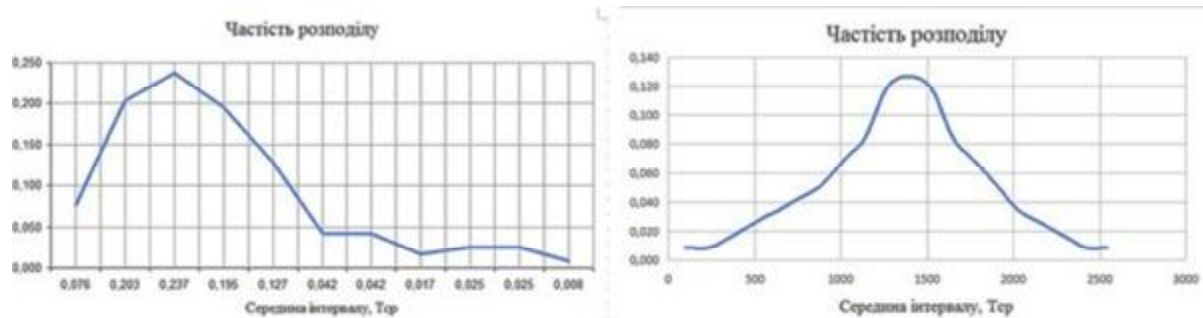


Рис. 11. Графіки частот розподілу

Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі. Здійснено огляд основних показників ефективності щокочових дробарок провідних світових виробників та побудовано графіки регресій питомої енергоємності й питомої металоємності залежно від розміру подрібнюваного матеріалу. Використання даних цих графіків дозволяє визначити масу дробарки та потужність її двигуна при подрібненні порід різного розміру. Для проведення подальших досліджень обрана щокочова дробарка з простим рухом щоки й спиранням низу рухомої щоки на опорний ролик. Для дослідної моделі виконаний аналіз характеру руху рухомої щоки та зроблено висновок щодо необхідності оптимізації ходу щоки. Після проведених досліджень зроблено висновок, що найбільш прийнятним результатом є винесення точки підвісу рухомої щоки в бік до нерухомої з одночасним підняттям її по висоті.

Виконано аналіз існуючих методик розрахунку показників надійності та розроблено методику розрахунку, алгоритм якої покладено в основу програми оперативного розрахунку показників надійності при зміні вихідних розрахункових параметрів.

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

Література

1. Проников А.С. *Надежность машин.* / – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
2. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. *Надежность машин,* 1988.
3. Труханов В.М. *Надежность технических систем типа подвижных установок на этапе проектирования и испытания опытных образцов.* / – М.: Машиностроение, 2003.
4. Назаренко І.І., Свідерський А.Т., Делембовський М.М. *Дослідження надійності карданних валів вібромашин будівельної індустрії // Механізація строительства.* — 2015. — № 3. — С. 44 – 49.

5. Брауде В.И., Семенов Л.Н. Подъемно-транспортные машины и оборудование. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1986. – 183 с.

6. Диллон Б., Сингх Ч. Инженерные методы обеспечения надежности систем.:

Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 320 с.

7. Семенов А. А., Мелкумян В. Г. Основы теории надежности: навальный учебник. – К.: КМУЦА, 1998. – 184 с.

Надійшла до редакції 20.11.2014

© І.І. Назаренко, В.І. Король

УДК 62.192

І.І. Назаренко, д.т.н., професор

В.І. Король, аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ МАШИН ДЛЯ ДЕФОРМИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В работе приведен метод подбора и расчета показателей надежности. Использование этих показателей позволяет сделать правильный вывод, относительно точки приложения усилий в направлении повышения надежности щековых дробилок, как на этапе проектирования, так и в процессе производства и эксплуатации.

Решается проблема оперативного расчета показателей надежности при изменении исходных расчетных параметров.

Ключевые слова: *надежность, показатели надежности, щековая дробилка, дробление*

UDC 62.192

I.I. Nazarenko, Doctor of Science, professor

V.I. Korol, post-graduate student

Kyiv National University of Construction and Architecture

RELIABILITY ASSESSMENT OF MACHINES FOR DEFORMATION OF BUILDING MATERIALS

The method for selection and calculation of reliability indices is 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 is solved.

Keywords: *reliability, reliability rate, jaw crusher, crushing*