

Таблиця 1.

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель

	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{qmin}$ , $m^2 \cdot K/Wt$ , для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00 (3,3)*	3,50 (2,8)*
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00 (6,0)*	6,00 (5,5)*
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00 (4,95)*	5,50 (4,5)*
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,00 (3,75)*	4,00 (3,3)*
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90 (0,75)*	0,70 (0,6)*
6	Зовнішні двері	0,70 (0,6)*	0,60 (0,5)*

Примітка: \* – значення мінімально допустимого приведенного опору теплопередачі відповідної огорожувальної конструкції, що було дійсним до змін.

В Україні значна кількість громадських будівель і споруд потребують термомодернізації. В свою чергу, реалізація такого заходу сприятиме зниженню енерговитрат і енергопотребі. Встановлення закономірностей впливу параметрів будівлі з точки зору енергоефективності на параметри системи енергозабезпечення, визначення її раціональних параметрів представляє суттєвий науковий інтерес та потребує подальшого опрацювання.

#### Список використаних джерел:

1. Наказ від 27.10.2020 №260 Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20#Text>
2. Наказ від 27.10.2020 №260 Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1254-20#Text>
3. Постанова від 7 червня 2017 р. №406 Про затвердження переліку будівельних робіт, які не потребують документів, що дають право на їх виконання, та після закінчення яких об'єкт не підлягає прийняттю в експлуатацію. URL: [https://ips.ligazakon.net/document/view/КР170406?an=1&ed=2021\\_12\\_15](https://ips.ligazakon.net/document/view/КР170406?an=1&ed=2021_12_15)
4. ДБН Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. ДБН В.2.6-31:2021. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/06/dbn-v.2.6-31.pdf>

УДК 652.3

Баланюк А.В., аспірант

Худолій С.С., к.т.н., професор кафедри електропривода

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Україна)

### АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИХОДУ З ЛАДУ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ МЛИНА САМОПОДРІБНЕННЯ

Під час експлуатації млинів самоподрібнення на підприємства гірничої промисловості мають місце вихід з ладу його основних вузлів, а саме барабану, головного приводу, з'єднувальних зубчастих муфт, редуктора, відкритої зубчастої передачі. Через простоювання обладнання, яке є основним у технологічному процесі,

підприємства зазнають значних збитків. Особливо це відчутно на млинах великою одиночною потужністю.

Визначення факторів що впливають на вихід з ладу вузлів млина та аналіз способів покращення експлуатаційних характеристик та показників надійності.

За останні роки багатих руд у світі стає менше. А доля бідних постійно збільшується. У зв'язку з цим виникає потреба більш тонкого подрібнення. І у сучасному світі постійно відбувається дослідження і розробка процесів та подрібнювального обладнання різних типів. Для процесів подрібнення в промисловості більш поширеними є кульові млини. Але для деяких видів руд цей тип млинів має декілька суттєвих недоліків, такі як зношення сталених куль та, як результат, забруднення продукту помелу). У млинах самоподрібнення цих недоліків немає. Самі перші млини самоподрібнення мали багато конструктивних недоліків. Які призводили до поломок редуктора, муфт, підшипників, барабану [1].

Млини самоподрібнення поділяються на 2 великі підгрупи [8]. Тихохідне самоподрібнення - в тихохідних млинах при невеликих швидкостях матеріалу (до 20 м/с) та високошвидкісне - в тихохідних і парострумінних млинах (прискорення часток стисненою парою або газом до швидкості більше 100 м/с). У свою чергу низькошвидкісне самоподрібнення на мокре та сухе. Зазвичай крупність готового продукту мокрого самоподрібнення складає 20-50 мм, сухого - менше 6 мм. Подрібнювання може бути в декілька стадій, а може бути виконано в одну стадію [2]. Це залежить від типу та розмірів первинного матеріалу, конструкції млина, тонкощів технологічного процесу, вимог до готового продукту. З урахуванням цього є багато різноманітних технологічних схем процесу самоподрібнення. Протягом останніх років намітилася тенденція до застосування одностадійних схем самоподрібнення і напівсамоподрібнення (з додаванням 5-10% куль). Також є тенденція до створення млинів більшої продуктивності, розмірів та одиничної потужності [3].

З урахуванням підвищених вимог до надійності роботи млинів у 1950-1960-і роки були розроблені методики, математичний апарат і статистичний метод аналізу надійності роботи обладнання [4]. Це був комплекс робіт по дослідженню поломок всіх вузлів млина (барабану, редуктору, головного приводу, зубчастих муфт, відкритої зубчастої передачі, футерування відповідних частин млина і т.д.), вивчення хімічного складу матеріалів, які використовувались раніше для їх виготовлення. По результатах цих досліджень були сформовані результати, в яких дуже наглядно представлена інформація по реальних термінах простою кожного окремого вузла млина. І загальний час простою млинів через ці поломки, який виявився досить суттєвим. Були запропоновані нові альтернативні варіанти конструкцій, компоновок, більш надійні конструкційні матеріали для виготовлення основних деталей. Для відкритої зубчастої передачі були детально вивчені зношення та поломка зубів. Та запропоновані використання високолегованої сталі та покращення системи змащування. Для головного приводу, який є головним елементом млина, були проведені заміри та аналіз реальної споживаної потужності та порівняння отриманих значень з розрахунковими (заводськими). Розроблені рекомендації по схемі приводу (редукторної чи безредукторної), типу електродвигуна (асинхронного з фазним ротором чи синхронного) для кожного окремого млина, із зазначенням переваг та недоліки кожної з цих схем. Додатково великий об'єм досліджень був проведений по барабану млина [6]. Він має досить складну конструкцію. Експериментальне досліджувались різні конструкції ребер жорсткості торцевих стінок, наявність критичних напружень в цих з'єднаннях, конструкції центральної частини млина (обичайок). Після досліджень були запропоновані посилені конструкції ребер жорсткості торцевих стінок, а також конструкція основної частини млина змінної товщини стінок його конструкції (збільшення від центральної частини до торцевих стінок). Окремо були досліджені футерувальні елементи. Це футерування завантажувальної та розвантажувальної цапф

барабану, завантажувальної торцевої стінки, обичайки барабану (плити та ліфтери), розвантажувальні ґрати, підрешітне футерування [5]. Були запропоновані і експериментально дослідженні декілька варіантів зносостійких сталей з іншими механічними параметрами. Для деяких місць установки футеровки вони виявились кращі, ніж ті, що застосовувались раніше. Для деяких частин нові матеріали виявились не кращі за існуючі (запропоновані заводами-виробниками) [8]. Дослідження проводились також з використанням можливостей програми SolidWorks.

Процес вдосконалення конструкцій млинів відбувається постійно. Це стосується як існуючих млинів, так і нових розробок. При проектуванні нових млинів використовується досвід попередніх досліджень та експериментів. У сучасному світі дуже велику роль під час проектування відіграють комп'ютерні програми. За їх допомогою проектуються основні вузли, вирахувати найбільш небезпечні місця (з найбільшою концентрацією напружень), змоделювати рух матеріалу при різних режимах руху матеріалу.

#### Список використаних джерел:

1. Сокур, М. І., Білецький В. С. Барабанні млини самоподрібнення, монографія, Київ 2022. 225 с.
2. Сокур М. І., Білецький В. С. Дослідження енергоспоживання дробильно-збагачувальних фабрик. 2021. *Геотехнології*. № 4. С. 14–20.
3. Сокур М. І., Білецький В. С., Божик Д. П., Сокур І. М. Модель руху матеріалу в проточній частині барабанного млина. *Збагачення корисних копалин*. 2017. Вип. 66 (107). С. 28–35.
4. Сокур М. І., Білецький В. С., Божик Д. П. Дослідження інноваційної конструкції корпусів млинів самоподрібнення. *Збагачення корисних копалин*. 2017. Вип. 68 (109). С. 82–91.
5. Сокур М. І., Білецький В. С., Божик Д. П. Експериментальні дослідження і впровадження нової конструкції розвантажувального вузла барабанного млина. *Збагачення корисних копалин*. 2017. Вип. 68 (109). С. 65–75.
6. Сокур М. І., Білецький В. С., Божик Д. П. Експериментальні дослідження напруженого стану барабану млина самоподрібнення в промислових умовах. *Збагачення корисних копалин*. 2017. Вип. 68 (109). С. 55–64. \
7. Смирнов В. М., Білецький В. С., Сокур М. І. Теоретичні основи розрахунку продуктивності барабанних млинів. *Збагачення корисних копалин*. 2019. Вип. 73 (114). С. 58–66.
8. Сокур М.І., Білецький В.С. Випробування технології комбінованого подрібнення на Інгулецькому ГЗК. *Гірничий вісник*. 2022. Вип. 110. С. 67–70.

УДК 621.313

**Касаткіна І.В., канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості та транспорті**  
**Жданович А.С. магістрант спеціальності 141 електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

(Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг, Україна)

#### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІДСТЕЖЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ ПЕРЕМІЩЕННЯ СОНЦЯ

Завдяки повсякденному прогресу людства та технічному розвитку, виникає потреба більшого споживання електричної енергії, та як у наслідок, ще більшого споживання корисних природних копалин, щоб забезпечити людство необхідною

*Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених «Наукова весна» 2023*