

## **ВІДГУК**

**офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Прокуди Володимира Миколайовича**

**"Енергоефективність магістрального конвеєрного транспорту вугільних шахт з урахуванням динаміки вантажопотоків"**

**представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.09.03 - Електротехнічні комплекси та системи**

### **Актуальність теми**

Конвеєрний транспорт є невід'ємним технологічним процесом гірничого підприємства. Стрічкові конвеєри ефективно замінюють локомотивну і канатну відкатку, що обумовлено такими їх перевагами, як безперервність, широкі можливості для автоматизації, можливість транспортування вантажів в похилих виробках, простота нарощування і розгалуження лінії, відносна безпека.

Прагнення до здешевлення та підвищення надійності стрічкових конвеєрів обумовило широке застосування в них нерегульованого приводу на основі асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором. Однак, як свідчить аналіз факторів, що визначають режим роботи конвеєра, нерегульований привід не забезпечує достатню ефективність. Причиною тому є, по-перше, змінна інтенсивність вантажопотоку, що надходить на конвеєр, а по-друге, висока жорсткість механічної характеристики приводного АД. Коливання інтенсивності надходження вантажу призводять до відповідної зміни навантаження на привод, яка може варіюватися в досить широких межах. Наслідком цього стає додаткове зношення конвеєрної стрічки, а також підвищення питомих витрат енергії, що споживається конвеєрами на транспортування гірничої маси.

Зазначене підтверджує актуальність досліджень, спрямованих на пошук способів і засобів підвищення енергоефективності конвеєрного транспорту шахти, що, власне, і є темою даної дисертаційної роботи.

Дисертаційна роботи виконувалася в контексті науково-дослідних робіт кафедри систем електропостачання ДВНЗ «Національний гірничий університет»: "Розробка ресурсо- і енергозберігаючих технологій та устаткування підприємств гірничо-металургійного і паливно-енергетичного комплексу України" (Держреєстраційний номер №0112U000873); "Обґрунтування способу енергоефективного управління вантажопотоками на магістральному конвеєрному транспорті ПСП "шахта "Павлоградська" ВАТ "Павлоградвугілля" (Реєстраційний номер №0301107).

### **Наукова новизна отриманих результатів**

Наукові положення, які виносяться на захист, відрізняються новизною в плані досліджень властивостей транспортних потоків шахти, впливу регульованого приводу та комплексу інших факторів на енергетичні показники конвеєрного транспорту. На підставі виконаних досліджень автором отримані наступні наукові результати:



- встановлена залежність поточних значень вантажопотоку на виході з видобувної дільниці від показників електроспоживання очисного комплексу, що дає змогу у непрямий спосіб визначити рівень електроспоживання конвеєрів;

- математична модель, що дозволяє визначити статистичні показники вантажопотоків і енергоефективність системи конвеєрного транспорту, враховуючі можливість використання регульованого привода конвеєрів;

- модель розподілу вантажопотоку після конвеєра з регульованим приводом, що дозволяє визначати питому витрату електроенергії конвеєрної лінії.

### **Наукова і практична цінність**

Виконаний в дисертаційній роботі комплекс теоретичних, імітаційних та експериментальних досліджень дозволяє:

- визначати в режимі реального часу поточні показники вантажопотоку, що надходить на конвеєрну лінію з видобувної дільниці, що дає змогу у непрямий спосіб оцінити енергоефективність системи конвеєрного транспорту;

- оптимізувати систему конвеєрного транспорту шахти за критерієм мінімального електроспоживання шляхом визначення оптимального розташування засобів регулювання швидкості конвеєрної стрічки в умовах обмежених ресурсів на модернізацію;

- запропонувати заходи з регулювання швидкості руху конвеєрної стрічки пропорційно вантажопотоку, що надходить на неї, на всіх послідовно встановлених конвеєрах з метою забезпечення додаткового зниження витрат електроенергії до 5%.

Висновки і рекомендації, надані в дисертаційній роботі, впроваджено ВАТ «Науково-проектний центр (НПЦ) ДТЕК» для використання при проектуванні системи конвеєрного транспорту з частотно-керованим електроприводом стрічкових конвеєрів. Також отримані результати було використано шахтоуправлінням "Павлоградське" ВАТ "ДТЕК Павлоградвугілля" при визначенні резервів енергоефективності працюючих конвеєрів і при визначенні місць встановлення засобів керування швидкістю руху стрічок.

### **Обґрунтованість і достовірність отриманих результатів**

Наукові і практичні результати, отримані в роботі, базуються на аналізі процесів формування вантажопотоків та енергоспоживання системи конвеєрного транспорту шахти, враховуючи вплив режимів роботи видобувної дільниці та використання засобів регульованого електропривода.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, запропонованих у роботі, підтверджується: коректністю припущень і початкових умов, прийнятих в математичних моделях, їх відповідністю завданням моделювання та умовам фактичних режимів роботи магістрального конвеєрного транспорту, експериментальними дослідженнями вантажопотоків і електроспоживання магістрального конвеєрного транспорту вугільної шахти;



результатами зіставлення теоретичних і експериментальних досліджень; позитивним досвідом впровадження результатів роботи.

### **Оцінка змісту та завершеності дисертації**

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, списку літературних джерел, що містить 83 найменування, додатків. Основний текст роботи викладено на 140 сторінках.

У вступі обґрунтовна актуальність обраної теми, наведені мета, задачі досліджень, наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, наведена інформація щодо публікацій та апробації роботи.

У першому розділі дисертації проаналізовано властивості системи підземного конвеєрного транспорту, вказано на його переваги у порівнянні з локомотивною відкаткою, акцентовано увагу на необхідності пошуку шляхів підвищення енергоефективності стрічкових конвеєрів в умовах інтенсифікації гірничого виробництва. Автором здійснений докладний аналіз наукових і практичних робіт, присвячених питанням зменшення питомих витрат енергії в процесі транспортування гірничої маси конвеєрами, а також питанням аналізу факторів, що впливають на динаміку вантажопотоків. Наведені і проаналізовані відомі математичні співвідношення, що встановлюють залежність рівня енергоспоживання конвеєра від параметрів вантажопотоку і швидкості руху стрічки. Вказано на перспективність використання засобів частотного регулювання в електроприводі стрічкових конвеєрів. За результатами проведеного аналізу об'єкта і стану питання сформульовані мета та задачі досліджень.

Другий розділ містить результати досліджень енергоефективності системи конвеєрного транспорту без використання засобів регулювання швидкості руху конвеєрної стрічки. Автором запропонований критерій, що дозволяє оцінити резерв енергоефективності конвеєрної установки, забезпечивши приведення фактичного режиму роботи конвеєра до загальних (базових) умов. Здійснений аналіз методів оцінювання енергоспоживання конвеєрів, в результаті якого надано перевагу методу непрямого визначення на основі залежності між рівнем споживання енергії та інтенсивністю надходження гірничої маси із очисного вибою. Запропонований алгоритм обчислення поточних значень вантажопотоку на виході видобувної дільниці (а отже і енергоспоживання дільничного конвеєра) на основі інформації про споживання енергії очисним комплексом. Методика забезпечує точність  $\pm 12\%$  з довірчою вірогідністю 0,95 і є основою метода встановлення енергоефективності конвеєрного транспорту шахти. Також в другому розділі досліджені статистичні характеристики вантажопотоків, завдяки чому встановлено, що вантажопотоки магістральної конвеєрної лінії розподіляються за нормальним або логарифмічно-нормальним законом в залежності від кількості лав, що одночасно працюють на цю лінію. Вказано на особливості визначення енергоспоживання бремсбергових конвеєрів.

В третьому розділі представлені результати досліджень транспортної системи з використанням засобів регулювання швидкості руху стрічки.



Отриманий алгоритм, що дозволяє визначити статистичні характеристики магістрального вантажопотоку і оцінити енергоефективність системи конвеєрного транспорту на основі інформації про вантажопотоки з очисних вибоїв. Досліджено вплив режиму регулювання швидкості конвеєрної стрічки на рівень енергоспоживання окремих конвеєрів транспортної лінії. Результати досліджень дозволяють стверджувати, що застосування частотно-регульованого привода забезпечує більш повне використання резерву енергоефективності за рахунок ефекту усереднення вантажопотоку. В більшій мірі ці переваги проявляються на дільничних конвеєрних лініях, в меншій – на магістральних, де сходяться вантажопотоки з кількох лав. Окремо розглянуто енергоспоживання бремсбергових конвеєрів в умовах регулювання швидкості руху стрічки. За підсумками досліджень запропонована методика оптимального розподілу засобів регулювання швидкості уздовж конвеєрної лінії в умовах обмежених ресурсів на модернізацію транспортної системи.

В четвертому розділі роботи представлена розроблена автором імітаційна модель для визначення енергоефективності режимів роботи конвеєрних ліній. Наведений приклад реалізації розробленої моделі засобами математичного пакету MATLAB для магістральної транспортної системи шахти “Павлоградська” ПАТ “ДТЕК Павлоградвугілля”. Результати імітаційного моделювання підтвердили зроблені раніше висновки про енергетичну ефективність використання засобів регулювання швидкості у складі електроприводів дільничних і магістральних збірних конвеєрів за рахунок забезпечення перерозподілу і усереднення вантажопотоків. Наприкінці розділу наведена інформація про річний економічний ефект від впровадження обґрунтованих рішень.

У додатках представлені матеріали, що підтверджують результати моделювання, експериментальних досліджень, а також впровадження результатів роботи.

### **Оцінка мови, стилю, оформлення дисертації**

Робота написана технічно грамотно, оформлена відповідно до вимог ВАК України, стиль викладу чіткий, доказовий. Назва дисертації відповідає її змісту. Принципові зауваження щодо оформлення дисертації відсутні.

### **Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях.**

#### **Відповідність дисертації науковій спеціальності**

Основні положення дисертації опубліковані у 9 друкованих працях, з них 6 – статті у фахових виданнях (з них одна - у виданні, що включено до міжнародної наукометричної бази Scopus), 3 - матеріали наукових конференцій. Повнота і стиль викладу результатів теоретичних і експериментальних досліджень, наукових положень та рекомендацій відповідають вимогам до наукових публікацій і вимогам ВАК України. Результати роботи доповідалися та дістали схвалення на міжнародних і професійних науково-технічних конференціях.

Автореферат з достатньою повнотою відображає основний зміст



дисертаційної роботи.

Зміст дисертації відповідає паспорту наукової спеціальності 05.09.03 - "Електротехнічні комплекси та системи".

### **Зауваження по роботі**

1. Автор визначив мету роботи як "...зменшення витрат електричної енергії магістральним конвеєрним транспортом...", з чого можна зробити висновок, що критерієм досягнення мети є мінімум енерговитрат. За такого формулювання, без додаткових уточнюючих умов, мінімум може бути досягнутий, наприклад, відключенням привода конвеєра, що, очевидно, не є правильним рішенням. Коректніше було б визначити в якості мети "...підвищення енергоефективності транспортної системи...", тим більше що в подальшому в роботі мова йде саме про це.

2. В п.2.3 автор стверджує, що "...швидкість пересування комбайну прямо пропорційно залежить від потужності, яку споживає очисний комплекс під час виймання корисної копалини...". За умови постійності характеристик вугільного масива це дійсно так, але в разі натрапляння комбайна на ділянки пласта з підвищеною міцністю ситуація може докорінно змінитися. В цьому випадку збільшення споживаної потужності супроводжуватиметься зменшенням швидкості пересування комбайну. Пропорційна залежність між швидкістю і потужністю порушується також на інтервалах пуску комбайна. Відсутність урахування вказаних факторів в моделі потребує додаткових пояснень.

3. В п.2.3 варто враховувати вплив напрямку руху комбайну по відношенню до напрямку руху конвеєра лави на формування вантажопотоку з очисного вибою, адже при узгодженому і протилежному напрямках руху механізмів вантажопоток може досить суттєво відрізнятись.

4. В п.2.3 в реченні "Для визначення місцезнаходження комбайну необхідно мати кореляційну залежність його швидкості пересування від потужності в період роботи", очевидно, мова йде про регресійну залежність, оскільки кореляційна встановлює ступінь взаємозв'язку між факторами, а не функціональну залежність, про яку йде мова.

5. Деякі висновки за підсумками розділів є достатньо очевидними і не несуть в собі суттєвої новизни (наприклад, висновок 6 з розділу 4).

6. Мають місце помилки в оформленні блок-схем алгоритмів. Наприклад, на рис.3.5 в блоках, що позначають циклічні процеси, відсутні виходи з циклів. На рис.4.4 – 4.6 блоки "процес" мають більше ніж один вхід. Також відсутня нумерація блоків в блок-схемах.

Вказані недоліки не торкаються положень і результатів, які винесені на захист, та не знижують загального позитивного враження про роботу.

### **Загальні висновки**

1. Дисертаційна робота Прокуди Володимира Миколайовича є закінченою науково-дослідницькою роботою. Вона містить результати вирішення важливої науково-технічної задачі, яка полягає у визначенні впливу



комплексу виробничих та гірничо-технічних факторів на рівень енергоспоживання розгалуженої конвеєрної лінії з метою обґрунтування шляхів підвищення енергоефективності системи шахтного конвеєрного транспорту.

2. В цілому дисертація характеризується науковою новизною і практичною цінністю, за характером досліджень і отриманих результатів відповідає вимогам п.13 і 14 "Порядку присудження наукових ступенів ..." Кабінету міністрів України.

3. Викладене вище дозволяє зробити висновок про те, що представлена відповідає вимогам ВАК України до кандидатських дисертацій, а її автор, **Прокуда Володимир Миколайович** заслуговує на присудження йому вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – "Електротехнічні комплекси та системи".


**Офіційний опонент:**

к-т техн. наук, доцент, завідувач кафедри

"Гірничі електротехніка і автоматика

ім. Р.М.Лейбова" Донецького національного  
технічного університету

(м. Красноармійськ)

  
В.М.Ставицький

Згідно к.т.н., доцент, зав. кафедри "ГЕА ім. Р.М.Лейбова"  
ФВНЗ ДонНТУ *В.М.Ставицький*

Засвідчує ст. інспектор

Перший проректор



Відгук отриманий

28.12.15

Вчений секретар *Олександр О.В.*

