

увеличения содержания эковаты прочность образцов на разрыв уменьшается, а плавность кривых свидетельствует о более равном действии эковаты на снижение прочности, что можно объяснить недостатком связующего при увеличении содержания эковаты.

Прочность образцов из смесей без глины снижается при содержании эковаты до 20 %, что свидетельствует о достаточном содержании связующего в смеси. Влияние содержания глины и эковаты на сухую прочность смеси представлено на рис. 4, из которого видно, что с повышением содержания глины и уменьшением содержания эковаты сухая прочность возрастает.

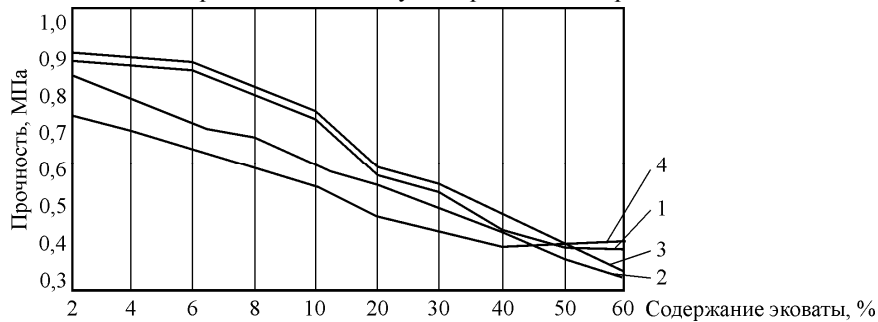


Рис. 4. Влияние глины и эковаты на сухую прочность смеси: содержание глины, %: 1) 5; 2) 7; 3) 9; 4) 0

**Выводы.** Полученные в результате экспериментов данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Смеси с жидким стеклом в качестве связующего с разными содержанием глины и эковаты имеют разную теплопроводность. Теплопроводность жидкостекляной смеси без глины значительно ниже, чем смесей, содержащих глину. Глина в составе смеси служит упрочняющей добавкой, незначительно влияющей на её прочностные характеристики.
2. Для практического применения рекомендуется смесь следующего состава, %: кварцевый песок  $K_2O_2$  80-40; эковата 20-10; жидкое стекло 20-30.
3. Рекомендованная смесь может быть использована для изготовления теплоизоляционных оболочек прибылей отливок, что позволит снизить металлоёмкость литейной формы и повысить её эрозионную стойкость.

### Литература

1. Евлампиев А.А. Изоляционные и обогревающие смеси для интенсификации работы прибылей отливок из черных и цветных металлов / А.А. Евлампиев // Итоговая конференция. – Чебоксары, 1997. – С. 108-110.
2. Чернишов Е.А. Оптимизация состава формовочной смеси для теплоизоляции прибылей фасонных отливок / Е.А. Чернишов и др. // Межрегиональный сб. науч. трудов. – Магнитогорск: Изд-во МГТУ им. Г.И. Носова. – 2005. – Вып. 5: Литейные процессы. – С. 116-121.
3. Чернишов Е.А. Влияние теплоизоляции на продолжительность затвердевания отливок из цветных металлов и легированной стали / Е.А. Чернишов и др. // Технология металлов. – 2007. – № 9. – С. 25-27.

**Мамедов Ариф Таптыг огли, Мамедов Вугар Джаваншир огли.** Дослідження фізико-механічних властивостей рідкоскляних теплоізоляційних сумішей

Розглянуто актуальні проблеми щодо підвищення ерозійної стійкості ливарних форм з піщано-рідкоскляних сумішей. Однією з головних є зниження металомісткості ливарної форми. У зв'язку з цим досліджено фізико-механічні властивості рідкоскляних теплоізоляційних сумішей для утеплення. Встановлено, що теплоізоляційні суміші з рідким склом, які містять різну кількість глини й ековати, мають і різну теплопровідність. За результатами дослідження рекомендовано оптимальний склад суміші для практичного застосування в ливарному виробництві. Рекомендована суміш може бути використана для виготовлення теплоізоляційних оболонок виливків, що дасть змогу знизити металомісткість ливарної форми і підвищити її ерозійну стійкість.

**Ключові слова:** суміш, теплопровідність, властивості, глина, рідке скло, ековата, кварцовий пісок.

### Mamedov Arif Tapytyg, Mamedov Vugar Djavanshir. The Research of Physic-Mechanical Properties of Liquid Thermal Insulation Glass Mixes

The physic-mechanical properties of thermal insulation liquid glasses mixtures for warming profits are researched. The mixture of a liquid insulating glass, which contains different amounts of clay and eco wool, is established to have different thermal conductivity. According to the results obtained the composition of the mixture for practical use in foundries is recommended. The recommended mixture is to be used for producing thermal insulation coating that allows decreasing foundry metal content and also increasing its erosion resistance.

**Key words:** mixture thermal conductivity properties, clay, water glass, eco wool, quartz sand.

УДК 622.647.2

Доц. Л.І. Єфіменко, канд. техн. наук;  
доц. М.П. Тиханський, канд. техн. наук;  
ст. викл. І.А. Маринич, канд. техн. наук – Криворізький НУ

### ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОСНОВНИХ ВУЗЛІВ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

Застосування надійних і високоефективних заходів технічної діагностики може значно підвищити ефективність роботи стрічкового конвеєра. Тому нарізла необхідність створення та модернізування моделей діагностики, які поєднують існуючі методи визначення технічного стану основних вузлів і конвеєра загалом. У зв'язку з цим у роботі розглянуто існуючі методи діагностики технічного стану основних елементів стрічкових конвеєрів, особливо – метод діагностики технічного стану трансмісії із приводним двигуном, заснований на аналізі вібропараметрів. Визначено, які недоліки та позитивні фактори наявні в кожного з методів, запропоновано найоптимальніші з них.

**Ключові слова:** технічна діагностика, стрічковий конвеєр, віброаналіз, системи керування.

### Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.

Стрічкові конвеєри експлуатуються переважно в галузях, пов'язаних із видобутком, переробкою і споживанням корисних копалин, а також у металургійній, будівельній і хімічній промисловості. Стрічкові конвеєри з продуктивності, простоти конструкції й обслуговування, експлуатаційних витрат, надійності роботи відносяться до найбільш ефективних засобів безперервного транспорту. Застосування спеціальних заходів може ще більше підвищити ефективність їх роботи, зокрема поліпшити показники надійності, такі як: коефіцієнт готовності й коефіцієнт технічного використання. Тоді ж вони відповідно становлять  $0,85 \div 0,96$  і  $0,63 \div 0,67$  [1]. Для підвищення загального коефіцієнта готовності конвеєрної установки необхідне зниження часу відновлення і працездатності, а

для підвищення коефіцієнта технічного використання – виключення часу на позапланове технічне обслуговування. А це може бути досягнуте завдяки застосуванню надійних і високоефективних засобів діагностування технічного стану й прогнозуванню ресурсу роботи устаткування.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Питання діагностики механізмів загального й спеціального призначення вивчали відомі вчені, такі як: О.В. Абрамов, А.Н. Розенбаум, В.В. Болотін, Е.Е. Лавендел, М.Д. Генкін, А.А. Олександров, Н.І. Войцеховський, З.Т. Григор'єв. Вони виробили загальні положення і принципи технічної діагностики. Визначення технічного стану стрічкового конвеєра має свою специфіку з огляду на велику довжину, наявність складних вузлів і механізмів, зв'язаних між собою гнучким тяговим органом. Тому дуже важливо здійснювати постійний діагностичний контроль за технічним станом цих елементів і прогнозувати залишковий ресурс з урахуванням ступеня їхнього впливу на загальний ресурс установки. Дослідження, пов'язані з виявленням інформативних параметрів, якими займалися В.Ф. Монастирський, В.І. Плахотнік, А.Н. Смирнов, В.І. Бесчастний [2-6], показали, що конвеєр, як складний об'єкт, можна розділяти на основні механізми й вузли та досліджувати їх окремо.

**Постановка завдання.** З аналізу наведених робіт видно, що необхідно створювати та модернізувати моделі діагностики, що поєднують існуючі методи визначення технічного стану основних вузлів і конвеєра загалом. У відомих моделях вузли розбиті на окремі складені елементи, визначені основні дефекти, у ряді випадків структурні й діагностичні параметри, а також запропоновані методи, що визначають той або інший дефект. Під час розроблення цих моделей виникли труднощі у встановленні зміни характерних діагностичних ознак, що однозначно реагують на прояв окремого виду дефекту.

**Викладення матеріалу та результати.** У загальному випадку методи діагностики технічного стану машин та механізмів можна представити у вигляді схеми методів діагностування [2], яку представлено на рисунку. Ці методи найчастіше використовуються під час процесів діагностики технічного стану машин та механізмів.

Відомо, що за способом дії на об'єкт діагностування поділяють на функціональне, тестове та комбіноване. Функціональне діагностування надає змогу на працюючому об'єкті виявити порушення правильності функціонування окремих вузлів та негайно зреагувати шляхом увімкнення резерву, повторного виконання операцій, переходу на інший режим. Тестове діагностування дає змогу отримати повну інформацію про технічний стан об'єкта, надати оцінку його працездатності та справності, однак її застосування може проводитися лише під час профілактики або ремонту об'єкта.

Комбіноване діагностування представляє собою поєднання функціонального та тестового. Воно дає найточніше уявлення про технічний стан об'єкта під час як експлуатації, так і ремонту. Під час комбінованого діагностування перевіряють не лише правильність, але й справність і працездатність об'єкта.

Для поточного діагностування застосовують і тестові, і функціональні методи. Для прогнозування застосовують методи. Для отримання правильного прогнозу, окрім даних діагностування, потрібно використовувати ретроспективні дані.

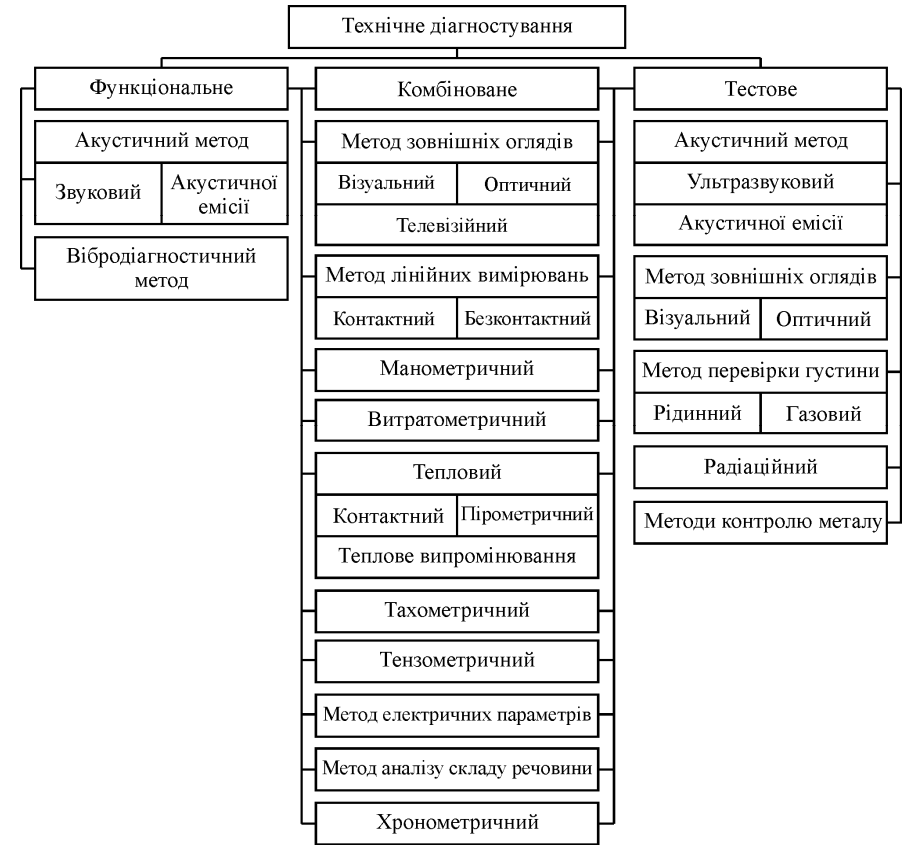


Рис. Загальна схема методів діагностування технічного стану обладнання

За режимом роботи методи діагностування можна поділити на постійно діючі (неперервні), періодично діючі та разові. За рівнем автоматизації методи діагностування можна поділити на автоматичні, автоматизовані та ручні. За характером використання розрізняють засоби діагностування: оперативні та епізодичні під час роботи блоку, ремонту та після закінчення ремонту.

Що стосується стрічкового конвеєра, як об'єкта діагностування, то застосування до нього методів прогнозування технічного стану дасть змогу розв'язати такі стандартні задачі:

- обґрунтувати строки профілактичних робіт основних вузлів стрічкового конвеєра;
- оптимізувати програму пошуку несправностей через визначення блоків, у яких очікується відмова;
- обмежити кількість обслуговуючого персоналу шляхом автоматизації процесу прогнозування та визначення технічного стану стрічкового конвеєра на певний період часу;
- визначити кількість запасних частин;
- скоротити час відновлення шляхом вияву найнебезпечніших вузлів.

Сьогодні в різних галузях науки та техніки існує достатньо багато методів прогнозування, які відрізняються сукупністю задач, що розв'язуються, та особливостями математичного апарату, який застосовується, однак за обсягом інформації, що використовується під час прогнозу, ці методи прийнято поділити на три основних класи [7]:

- метод експертних оцінок;
- методи з використанням математичної моделі прогнозування;
- методи, які ґрунтуються на статистичній обробці інформації з експлуатації об'єкта прогнозування.

Стрічковий конвеєр є складною взаємопов'язаною системою механічних та електричних елементів, і тому характеризується частою зміною стану, технічних і технологічних параметрів. Саме тому використання першого та другого методу не доцільне через високу ймовірність виникнення неправильного прогнозу або помилок. Методи прогнозування, які ґрунтуються на статистичній обробці інформації, є найоптимальнішим вибором.

Поряд із визначенням дефектів технічного стану конвеєра в конкретний момент часу однією з найважливіших проблем є прогнозування стану, що полягає в передбаченні стану об'єкта в прогнозованій момент часу або часового інтервалу, протягом якого об'єкт не змінить свого стану. Одна з основних вимог до сучасного й перспективного устаткування, яким є стрічковий конвеєр, – це висока надійність роботи. Надійність роботи для стрічкових конвеєрів виражається через комплексні показники-коефіцієнти готовності й технічного використання.

Надійність конвеєрної установки загалом визначається надійністю її основних елементів: привід, стрічка, натяжна станція, вихід із ладу яких призводить до неробочого стану всієї установки. Несправність інших елементів (роликів, підшипників) значно знижує надійність установки і її працездатність.

Розроблення функціональних схем діагностики конвеєра й дослідження, пов'язані з виявленням інформативних параметрів [2-4, 6, 7], показали, що конвеєр є складним об'єктом, тому що складається з багатьох механізмів і вузлів. У роботі [4] розглянуто привод, що складається з таких елементів: приводний електродвигун, проміжний вал із підшипниковими опорами, сполучні муфти, редуктор, приводний барабан. Відмова кожного з перерахованих вище елементів призводить до відмови всього приводу. Тому діагностування приводу, як найбільш складної електромеханічної системи конвеєра, автори пропонують здійснювати за окремими його елементами, де ресурс окремого елемента практично визначає ресурс усього вузла, тому що за розрахунковою схемою надійності їх включено послідовно.

Основний механізм приводу – електродвигун – це електромеханічна система, що складається з безлічі елементів, взаємодіючих один з одним. Зміна стану одних елементів може викликати зміну стану інших. Однак для розробки достовірних і надійних методів, діагностування технічного стану електродвигуна в необхідному обсязі потрібно встановити взаємозв'язок окремих його елементів зі структурними параметрами й діагностичними ознаками, тобто визначити причинно-наслідкові зв'язки формування діагностичних ознак.

У [4] наведено граф причинно-наслідкових зв'язків формування діагностичних ознак асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором. За

структурою граф складається з декількох рівнів, що відповідають об'єкту діагностування окремим його елементом, структурним параметрам, дефектам й інформативним параметрам. Там же відображено взаємозв'язок між окремими складовими графа. Тоді ж для потужних конвеєрів застосовуються електродвигуни з фазним ротором, тому цей граф не враховує елементи (контактні кільця, щітковий апарат) й особливості таких двигунів (трифазна обмотка ротора, форма ротора та ін.). Отже, за цим графом не можливо повною мірою встановити взаємозв'язок діагностичних ознак, пов'язаних із дефектами ротора, роторної обмотки й щіткового апарата.

У роботах [5, 7, 9] пропонується застосовувати температурні методи для діагностування електродвигуна. Стан ізоляції обмоток статора можна визначити за часом адіабатичного (без взаємодії з навколишнім середовищем) нагрівання обмотки [5], що може змінюватися за умови зміни теплофізичних параметрів ізоляції, тріщин під час впливу температури. Якщо час адіабатичного нагрівання збільшується, порівняно з попередніми вимірами, а швидкість нагрівання обмотки не змінюється, то робиться висновок про ушкодження в обмотці. Причиною підвищеного нагрівання обмотки також можуть бути ушкодження у системі охолодження. Якщо час адіабатичного нагрівання збільшується, а швидкість нагрівання обмотки зменшується, то робиться висновок про дефекти й обмотки, і системи охолодження. Коли час адіабатичного нагрівання зменшується, а швидкість нагрівання зростає, робиться висновок про міжвиткові замикання. Істотним недоліком наведеного методу діагностики є те, що несправності виявляються на стадії значного розвитку дефекту у двигуні, тому неможливо виконати довгострокове прогнозування залишкового ресурсу. Крім цього, у цьому методі використовується спосіб контролю температури обмоток за допомогою вбудованих датчиків, що загалом знижує надійність контролю, тому що заміна датчика, що вийшов з ладу, потребує розбирання електродвигуна.

Відомі способи діагностики технічного стану трансмісії із приводним двигуном, засновані на аналізі вібропараметрів [6-8, 12]. При цьому в довільно обраній точці діагностованої трансмісії реєструють вібраційний сигнал. Потім одержують його смуговий амплітудно-частотний спектр і виділяють сигнал огинаючого спектра. Одночасно задають значення струмів приводного двигуна, що відповідають холостому ходу й номінальному навантаженню. Вимірюють струм приводного двигуна. При струмі, не більшому струму холостого ходу, а меншому й рівному току номінального навантаження, визначають діагностичну ознаку. Для цього визначають математичне очікування, що огинає й різниця математичного очікування значень огинаючої більшої й меншої математичного очікування виділеного сигналу огинаючої спектра. Потім отримані значення діагностичного параметра порівнюють. Якщо його значення при струмі холостого ходу менше, ніж при струмі, меншому або рівному номінальному навантаженню, але більше струму холостого ходу, фіксують відмову трансмісії. Недоліком описаного способу є необхідність додаткового виміру струму двигуна у двох режимах роботи приводу, а також неможливість локалізувати й визначити вид дефекту й ступінь його розвитку в трансмісії. Отже, спосіб не може бути застосований для прогнозування технічного стану. Редуктор часто виходить із ладу й потребує постійного діагностування.

Для діагностики асинхронних електродвигунів в оперативному режимі нині використовуються декілька способів діагностики, серед яких найпоширеніший також метод віброакустичної діагностики [6, 11]. Головним недоліком такого методу є необхідність використання спеціальних віброакустичних датчиків і складність їх установки. Гідність цього методу – можливість контролю стану як механічних, так і електричних частин електродвигунів по електричному параметру, а зокрема по сигналу споживаного струму, що значно спрощує установку схеми для діагностики і позбуває від необхідності введення спеціальних датчиків. Особливо подібні методи, поширені за кордоном. Суть цього методу полягає в аналізі спектра гармонік струму, споживаного електродвигуном, шляхом виявлення змін сигналу на графіці, що періодично повторюються, відповідних конкретному вигляду пошкодження електродвигуна. Проте через появу помилкових гармонік сигналу внаслідок різних перешкод електричної мережі, з підключенням до неї електродвигуном, можливі неправильні результати діагностики.

Аналіз температурного методу діагностики показав, що поряд із простою обробленням діагностичної інформації цей метод не дає змоги діагностувати дефекти, що зароджуються, а допомагає зафіксувати несправність безпосередньо перед самою аварією. Як зазначено у працях Р.А. Волкова, А.Н. Гнутава, Ю.А. Пертена, метод діагностики редукторів, заснований на аналізі вібрації його корпусу, дає змогу виявляти його дефекти на стадії їхнього зародження і завчасно прогнозувати вихід із ладу. Використовуючи цей метод, дефекти локалізуються й ідентифікуються з великою точністю. Однак для досягнення великої чутливості й точності діагностування необхідне застосування складного й дуже дорогого устаткування, найчастіше не пристосованого до роботи в умовах гірничодобувної промисловості.

Перспективним є метод діагностування технічного стану зубчастих редукторів і підшипників кочення у процесі їхньої експлуатації, розроблений американською фірмою Stewart Huges Co. Ltd. Цей метод діагностування дефектів, що зароджуються, контактуючих поверхонь зубів шестірень у складних зубчастих редукторах базується на спільному використанні операції синхронного нагромадження, низькочастотній фільтрації, амплітудній демодуляції, статистичному кліперуванню й обчисленню функції автокореляції. Недоліком цього методу є його чутливість до змін навантаження і частоти обертання приводного двигуна, що значно знижує його ефективність. Відомо, що в електричних двигунах підшипникові вузли є елементом із найменшим ресурсом стосовно інших і найчастіше ушкоджуються. Вихід із ладу підшипникового вузла робить двигун непридатним. Діагностування підшипникових вузлів двигунів і редукторів можна здійснювати за такими параметрами, як: вібрація, температура, стан змащення. Найбільш ефективним є метод, заснований на аналізі вібрації підшипникового вузла [4].

Під час прогнозування технічного стану об'єкта діагностування або його окремого елемента необхідно враховувати не лише поточну діагностичну інформацію, а також і статистичну інформацію, отриману після попередніх сеансів діагностування.

**Висновки та напрями подальших досліджень.** Існуючі методи діагностування технічного стану й прогнозування працездатності конвеєрної уста-

новки недостатньо ефективні. Багато які з них потребують зупинки устаткування на огляд, дослідження, що передбачає також часткове його розбирання. Тому необхідно докладніше досліджувати стрічковий конвеєр як об'єкт діагностування, розробити прогресивні й технічно реалізовані способи й пристрої, на базі яких потрібно сформулювати принципи автоматизованої системи діагностування і прогнозування.

Останнім часом за кордоном розвиваються методи діагностики стану електричних машин, засновані на виконанні моніторингу споживаного струму з подальшим виконанням спеціального спектрального аналізу отриманого сигналу, що дає змогу достовірно визначати стан різних елементів двигуна. Тому розвиток вітчизняних методів і способів має велике значення.

Нові можливості в роботі й застосуванні системи діагностування і прогнозування з'являються під час експлуатації стрічкового конвеєра, постаченого регульованим приводом й автоматичною системою керування режимами транспортування.

## Література

1. Гуленко Г.Н. Совершенствование средств для предупреждения разрушения и контроля целостности конвейерных лент в СССР и за рубежом / Г.Н. Гуленко. – М.: Изд-во "Черметинформация", 1986. – 37 с.
2. Монастирський В.Ф. Прогнозування технічного стану стрічкових конвеєрів за допомогою діагностики. Шахтний і кар'єрний транспорт / В.Ф. Монастирський, В.І. Плахотник. – М.: Изд-во "Надра". – 1986. – Вип. 10. – С. 38-42.
3. Клоев В.В. Технические средства диагностирования: справочник / В.В. Клоев, П.П. Пархоменко, В.І. Абрамчук и др.; под общ. ред. В.В. Клоева. – М.: Изд-во "Машиностроение", 1989. – 672 с.
4. Александров А.А. Вибрация и вибродиагностика судового электроустаткування / А.А. Александров, А.В. Барков, Н.А. Баркова, У.А. Шафранский. – Л.: Изд-во "Суднобудування", 1986. – 276 с.
5. Стан і перспективи вдосконалення температурного захисту електродвигунів / В.А. Воробйов, А.Б. Тубіс, І.В. Нікітіна // Електротехнічна промисловість. – Сер. 07: Електричні апарати й пристрої низької напруги. – 1990. – Вип. 15. – 36 с.
6. Генкин М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М.Д. Генкин, А.Г. Соколова. – М.: Изд-во "Машиностроение", 1987. – 288 с.
7. Тиханський М.П. Методи й системи діагностики та прогнозування технічного стану стрічкових конвеєрів / М.П. Тиханський, Л.І. Єфіменко // Вісник КТУ: зб. наук. праць. – Кривий Ріг: Вид-во КТУ. – 2008. – Вип. 21. – С. 163-167.
8. Савицький О.І. Вплив вибору конструктивних параметрів конвеєра на його експлуатаційні характеристики / О.І. Савицький, Л.І. Єфіменко // Энергосбережение в технологии, технике при переработке минерального сырья // Сб. науч. трудов ОАО НИПИ "Механобрчермет". – Кривой Рог: Изд-во "Механобрчермет", 2010. – Вип. 46. – С. 59-68.
9. Тиханський М.П. Принципи побудови автоматизованої системи діагностики технічного стану конвеєра / М.П. Тиханський, Л.І. Єфіменко // Вісник КТУ: зб. наук. праць. – Кривий Ріг: Вид-во КТУ. – 2010. – Вип. 25. – С. 250-254.
10. Єфіменко Л.І. Диагностические признаки и модели технического состояния приводного двигателя / Л.И. Ефименко, М.П. Тиханский // Вісник КТУ: зб. наук. праць. – Кривий Ріг: Вид-во КТУ. – 2011. – Вип. 28. – С. 213-218.
11. Савицький А.І. Диагностика электродвигателей и параметров конвейера по сигналу мощности (тока) / А.И. Савицкий, Л.И. Ефименко // Новое в технологии и технике переработки минерального сырья: сб. науч. трудов ПАО НИПИ "Механобрчермет". – Кривой Рог: Изд-во "Механобрчермет", 2011. – С. 208-215.
12. Назаренко В.М. Методы вибродиагностики механизмов ленточного конвейера / В.М. Назаренко, М.П. Тиханский, Л.И. Ефименко // Вибрация и вибродиагностика. Проблемы стандартизации: тез. докл. III Всесоюзной конф. – Нижний Новгород, 1991. – С. 78-79.

**Ефименко Л.И., Тиханский М.П., Маринич И.А. Диагностика технического состояния основных узлов ленточного конвейера**

Применение надежных и высокоэффективных мероприятий технической диагностики может значительно повысить эффективность работы ленточного конвейера. Поэтому назрела необходимость создания и модернизации моделей диагностики, которые совмещают существующие методы определения технического состояния основных узлов и конвейера в целом. В связи с этим в работе рассмотрены существующие ныне методы диагностики технического состояния основных элементов ленточных конвейеров, особенно – метод диагностики технического состояния трансмиссии с приводным двигателем основанный на анализе вибропараметров. Определено, какие недостатки и положительные факторы имеются у каждого из методов, предложены наиболее оптимальные из вибрационных параметров.

**Ключевые слова:** техническая диагностика, ленточный конвейер, виброанализ, система управления.

**Yefimenko L.I., Tyhtanskyi M.P., Marynych I.A. The Diagnostics of the Technical State of the Basic Knots of a Band Conveyor**

The use of robust and reliable measures of technical diagnostics can greatly improve the efficiency of the conveyor belt. It is necessary to build and modernize diagnostic model combining existing methods for determining the technical state of the main components and the assembly line as a whole. In this work the existing diagnostic methods of technical state of the main elements of belt conveyors. The particular method of diagnosis of the technical state of the transmission drive motor is based on an analysis of vibration parameters. The advantages and disadvantages of each method are identified. The most optimal methods are offered.

**Key words:** technical diagnostics, belt conveyor, vibration analysis, control system.

УДК 691.11:674.8:531.717.8

Аспір. І.О. Кійко<sup>1</sup> – НЛТУ України, м. Львів

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МЕБЛЕВОГО ЩИТА НА ВІДХИЛЕННЯ У НАПРЯМКАХ ВЗДОВЖ І ПОПЕРЕК ВОЛОКОН**

У процесі досліджень отримано регресійні моделі з визначення відхилень від площинності у напрямках А (вздовж волокон) і Б (поперек волокон) залежно від лінійних розмірів структурних елементів.

Побудовано математичну модель, що дає змогу встановити раціональні розміри структурних елементів меблевого щита, при яких можна досягнути мінімальної різниці величини відхилень від площинності, визначених у напрямках вздовж і поперек волокон. Здійснено порівняння випадкових величин відхилень від площинності, визначених у напрямку А і напрямку Б шляхом перевірки статистичних гіпотез про однорідність дисперсій та однорідність середніх та встановлення наявності кореляційного зв'язку.

**Ключові слова:** меблевий щит із відходів деревини; відхилення від площинності, визначені в напрямках вздовж і поперек волокон; лінійні розміри структурних елементів.

**Стан питання.** Запропоновано конструкцію і технологічний процес виготовлення меблевого щита з кускових відходів деревини вільхи, накопичених у процесі деревооброблення [1-3].

Попередніми дослідженнями також встановлено [3], що зміна величини лінійних розмірів структурних елементів меблевого щита здійснює істотний вплив на величину відхилення такого щита від площинності, причому згідно з

результатами експериментальних досліджень існують певні відмінності щодо величини відхилень від площинності, визначені у двох різних напрямках – вздовж (напрямок А) і поперек (напрямок Б) волокон.

Завданнями досліджень, що представлені у цій роботі, були такі:

1. Отримати регресійні моделі з визначення відхилень від площинності в напрямках А і Б залежно від лінійних розмірів структурних елементів та проаналізувати їх, встановивши певні закономірності та здійснивши оптимізацію.
2. Побудувати математичну модель, що дасть змогу встановити раціональні розміри структурних елементів меблевого щита, при яких можна досягнути мінімальної різниці величини відхилень від площинності, визначених у напрямках вздовж і поперек волокон.
3. Порівняти випадкові величини відхилень від площинності, визначених у напрямку А і напрямку Б шляхом перевірки статистичних гіпотез про однорідність дисперсій та однорідність середніх та встановлення наявності кореляційного зв'язку.

**Методика досліджень.** У процесі досліджень реалізовано три різних експерименти у вигляді В-планів, доповнених додатковими дослідженнями у центрі плану:

- експеримент із вивчення впливу довжини і ширини структурних елементів меблевого щита, виготовленого з кускових відходів деревини вільхи на відхилення від площинності, визначене в напрямку вздовж волокон (табл. 1);
- експеримент із вивчення впливу довжини і ширини структурних елементів меблевого щита, виготовленого з кускових відходів деревини вільхи на відхилення від площинності, визначене у напрямку поперек волокон (табл. 2);
- експеримент із вивчення впливу довжини і ширини структурних елементів меблевого щита, виготовленого з кускових відходів деревини вільхи на різницю відхилень від площинності, визначених у напрямку вздовж і поперек волокон (табл. 3).

**Табл. 1. Матриця планування експериментальних досліджень із вивчення впливу довжини і ширини структурних елементів меблевих щитів, виготовлених із кускових відходів на відхилення від площинності, визначене в напрямку вздовж волокон**

№ з/п	Вхідні фактори				Функція мети	
	нормалізовані значення		натуральні значення		експериментальне значення $Y_{експ}$	розрахункове значення $Y_{розн}$
	$X_1$	$X_2$	$L, мм$	$B, мм$		
1	2	3	4	5	6	7
1	-	+	40	60	0,297	0,315
2	-	-	40	40	0,144	0,135
3	+	-	60	40	0,102	0,099
4	+	+	60	60	0,011	0,035
5	0	-	50	40	0,127	0,139
6	0	+	50	60	0,239	0,197
7	-	0	40	50	0,226	0,216
8	+	0	60	50	0,079	0,058
9	0	0	50	50	0,128	0,158

З метою реалізації експериментальних досліджень виготовлено дев'ять типорозмірів експериментальних зразків меблевих щитів із відходів масивної вільхи.

3. Технологія та устаткування лісовиробничого комплексу

<sup>1</sup> Наук. керівник: проф. В.М. Максимів, д-р техн. наук