

УДК 658.527.011.56

Доц. Р.Я. Оріховський, канд. техн. наук;
студ. В.В. Куліков – УкрДЛТУ

ВПЛИВ НАДІЙНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМАТИЗОВАНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

Розглядаються питання застосування сучасних методів визначення надійності устаткування для вирішення завдань підвищення ефективності функціонування автоматизованих виробничих систем на підприємствах лісопромислового комплексу.

Doc. R.Ya.Orikhovsky; stud. V.V. Kulikov – USUFWT

Influencing of reliability of a production equipment on an overall performance of the automated manufacturing systems

The problems of usage of modern methods of definition of reliability of the equipment for the sanction of problems of increase of efficiency of operation of the automated manufacturing systems on firms of a timber industry complex are esteemed.

Серед найважливіших факторів порушення заданих умов взаємодії між механізмами, інструментами і заготовками знаходяться не тільки шкідливі впливи на обладнання, що утворюються у процесі його тривалої експлуатації, але й циклічна нестабільність параметрів роботи, яка проявляється з самого початку експлуатації технологічної лінії. Тому трактування явищ надійності автоматизованих виробничих систем (АВС) з позицій тільки зношування і накопичування пошкоджень є недостатнім. У технологічних лініях відмови впливають на технологічну надійність через випадковий характер розмірів і певних характеристик заготовок, параметрів верстатів та їх вузлів, інструментів. Всі фактори, що спричиняють тою чи іншою мірою виникнення відмов у роботі технологічних ліній поділяють на три окремих групи: *систематичні, циклічно діючі та монотонно діючі фактори* [1].

Систематичними факторами порушення заданих умов взаємодії між механізмами, заготовками та інструментами є такі, числові значення яких стабільні в різних послідовних реалізаціях роботи машин. Більшість з них формуються в процесі складання, налагодження і експлуатації. У верстатах-автоматах і напіваавтоматах з програмним керуванням типовими систематичними похибками є похибки програм керування.

Циклічно діючі (оборотні) фактори в кожній реалізації приймають випадкові значення в певному діапазоні їх розподілу. Ці фактори обумовлені нестабільністю зовнішніх умов, технологічних і конструктивних параметрів: розмірів і форм заготовок; фізико-хімічних властивостей оброблюваних матеріалів; температури і вологості довкілля; режимів обробки; температури і властивостей робочих рідин і газів; початкових і кінцевих положень механізмів; коефіцієнта тертя; взаємного розташування конструктивних елементів; відтворення програм керування і т.д.

Монотонно діючі (необоротні) фактори характеризуються монотонною та односторонньою зміною своїх числових значень у процесі експлуатації машин. Цей процес може зупинити людина або спеціальні компенсаційні засоби. До групи цих факторів відносяться: зношення інструменту, деталей і вузлів;

розрегулювання механізмів і пристроїв; погіршення властивостей робочих рідин і газів; пропрацювання робочих поверхонь; старіння матеріалів, конструкцій, зниження їх стійкості; підвищення кваліфікації персоналу обслуговування; покращення організації обслуговування. Більшість цих факторів обумовлено зовнішніми впливами на машину в процесі її експлуатації, впливом різних видів енергії (механічної, теплової, хімічної, електромагнітної).

Для оцінки надійності автоматизованих ліній найчастіше використовуються наступні показники надійності: *параметр інтенсивності потоку відмов λ* ; *функція надійності $P(t)$* ; *середнє напрацювання на відмову t_n* ; *термін служби N* ; *середній технічний ресурс R* ; *гама-процентний ресурс*; *середній час відновлення τ_v* ; *інтенсивність відновлення v* ; *коефіцієнт готовності K_G* ; *коефіцієнт технічного використання K_T* .

Показники надійності тісно пов'язані з показниками продуктивності автоматизованих ліній. Всі вони разом характеризують роботоздатність автоматизованих ліній [2]. При цьому показники безвідмовності та відновлюваності відносяться до миттєвих показників надійності й оцінюють її рівень у конкретні моменти експлуатації. Комплексними показниками надійності є коефіцієнт готовності K_G і коефіцієнт технічного використання K_T .

Коефіцієнт готовності K_G – математичне сподівання частини часу нормального функціонування автоматизованої виробничої системи. Визначається він тривалістю безперебійної роботи і часом відновлення. На відновлення нормального процесу функціонування обладнання вимагається певний час. Витрати часу на відновлення нормальної роботи устаткування збільшують тривалість інтервалів випуску і знижують фактичну продуктивність верстатів. Таким чином, у процесі функціонування робочих машин спостерігається послідовне чергування двох різних періодів – періоди безперебійної роботи і періоди відновлення робочого стану машин. Період безвідмовної роботи машини в техніці називають часом *напрацювання t_n* , а період відновлення її роботоздатності – часом *відновлення t_v* . Співвідношення між цими параметрами визначає технічний рівень устаткування та ефективність його використання у виробництві. Він оцінюється долею часу безвідмовної роботи (часу напрацювання) – t_n або коефіцієнтом готовності (1)

$$K_G = \frac{t_n}{t_n + t_v} . \quad (1)$$

Коефіцієнт технічного використання K_T – математичне сподівання частини часу перебування лінії в роботоздатному стані із врахуванням тривалості функціонування і простоювань з причин виявлення та усунення відмов, технічного обслуговування і ремонтів.

Фактичні показники надійності визначаються за даними фактичних спостережень і вимірювань з їх належною математичною обробкою. Фактичні спостереження і розрахунки фактичних показників надійності механізмів і пристроїв в умовах експлуатації доцільно суміщати з аналогічними дослідженнями продуктивності. Перед цими дослідженнями необхідно детально оз-

найомитися з конструкцією та принципом дії автоматизованої лінії (АЛ), методами їх налагодження, експлуатації тощо. *Розрахунок очікуваних показників* надійності автоматизованих виробничих систем та їх компонентів (механізмів і пристроїв, інструменту, верстатів і дільниць) ґрунтується тільки на узагальненні результатів випробувань на надійність аналогічних конструкцій. При цьому показники довговічності оцінюються переважно за результатами стендових випробувань, в т.ч. – прискорених; комплексні показники, а також в основному показники безвідмовності та відновлюваності – за результатами експлуатаційних досліджень. Ці дослідження регулярно проводяться провідними проектно-конструкторськими організаціями.

Стабільність функціонування автоматизованих виробничих систем характеризується параметром Ерланга K для інтервалу випуску. Його величина обчислюється за допомогою формули (2). Параметр Ерланга K для інтервалу випуску залежить в першу чергу від параметра Ерланга тривалості циклу $K_{\text{ц}}$ і коефіцієнта готовності машини $K_{\text{г}}$. Тільки для ідеальної машини ($K_{\text{г}}=1$) цей параметр залишається на рівні його величини для тривалостей циклу. За допомогою формули (2) можна аналізувати вплив на параметри інтервалів випуску не тільки надійності машин, але й усіх інших позациклових втрат, викликаних як технічними причинами, так і зовнішніми організаційно-технічними. До останніх можна віднести несвоєчасність і невідповідність дій оператора, відсутність матеріалу, енергії, брак у роботі та ін.

$$K_{\text{ив}} = \frac{\overline{t_{\text{ив}}}^2}{D_{\text{ив}}} = \frac{\overline{t_{\text{ц}}}^2 / K_{\text{г}}^2}{D_{\text{ц}} + \overline{t_{\text{ц}}}^2 \left(\frac{1}{K_{\text{г}}} - 1 \right)^2 \left(2 \frac{\overline{t_{\text{н}}}}{\overline{t_{\text{ц}}}} - 1 \right)} = \left[\frac{K_{\text{г}}^2}{K_{\text{ц}}} + \left(2 \frac{\overline{t_{\text{н}}}}{\overline{t_{\text{ц}}}} - 1 \right) (1 - K_{\text{г}})^2 \right]^{-1}. \quad (2)$$

З метою підтвердження достовірності отриманих аналітичних розв'язків та апробації алгоритмів моделювання тривалості інтервалів випуску продукції, ми провели кібернетичний експеримент [3]. За спеціально складеним алгоритмом і відповідною програмою на персональній ЕОМ генерувались періоди безперебійної роботи $t_{\text{н}}$ та відновлення роботоздатності машин $t_{\text{в}}$ і тривалості технологічних операцій $t_{\text{ц}}$ з властивими їм законами розподілу. Тривалість часу напрацювання $t_{\text{н}}$ і часу відновлення $t_{\text{в}}$ мають характер випадкових величин і розподіляються здебільшого за експоненціальним розподілом, тому параметр Ерланга тут дорівнює одиниці.

Співвідношення середніх значень тривалості часу напрацювання $t_{\text{н}}$ і часу відновлення $t_{\text{в}}$ задаються *коефіцієнтом готовності* $K_{\text{г}}$. Але останній ніяким жодним не визначає і не обмежує їх абсолютних величин. Ці величини залежать від типу технологічного обладнання, його стану, організації обслуговування, рівня організації праці як основного, так і допоміжного персоналу та низки інших факторів. Тому для зручності аналізу та узагальнення результатів експериментів ми користувались відносними величинами часу напрацювання $\overline{t_{\text{н}}} / \overline{t_{\text{ц}}}$ і часу відновлення $\overline{t_{\text{в}}} / \overline{t_{\text{ц}}}$ до середньої тривалості циклу. Вибір діапазону варіювання вхідних факторів в кібернетичному експерименті

обумовлюють їх реальні величини у деревообробному виробництві. Тривалості технологічних операцій змінюються в досить широкому діапазоні – від декількох секунд до декількох хвилин і більше. Їх параметр Ерланга змінюється від 1 до 100 і більше.

Отримані результати статистичного моделювання однозначно підтверджують, що середнє значення тривалості інтервалів випуску продукції визначається тільки середньою величиною циклу машини і коефіцієнтом її готовності. Водночас на дисперсію інтервалів випуску, окрім коефіцієнта готовності, істотно впливає тривалість як періоду безперебійної роботи технологічного устаткування, так і часу відновлення його роботоздатності (рис. 1). Тільки для абсолютно надійного устаткування ($K_r=1$) дисперсія інтервалу випуску залишається на рівні дисперсії циклу. Зменшення надійності устаткування призводить до сильного зростання дисперсії D_{iv} . Інтенсивність цього зростання підвищується зі збільшенням відносної величини часу відновлення ($\overline{t_v}/\overline{t_u}$) і відносного часу напрацювання ($\overline{t_n}/\overline{t_u}$) (рис. 1).

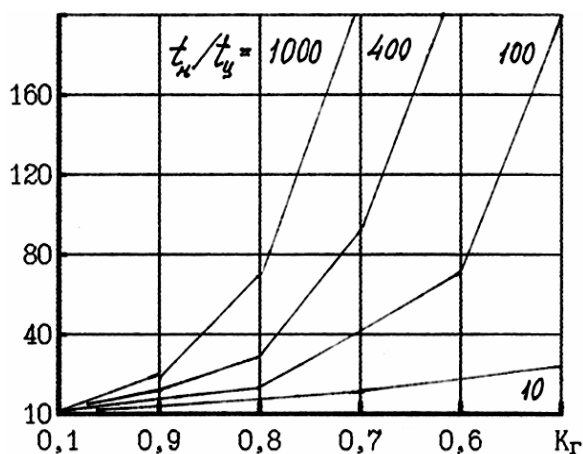


Рис. 1. Залежність дисперсії інтервалу випуску D від надійності технологічного устаткування

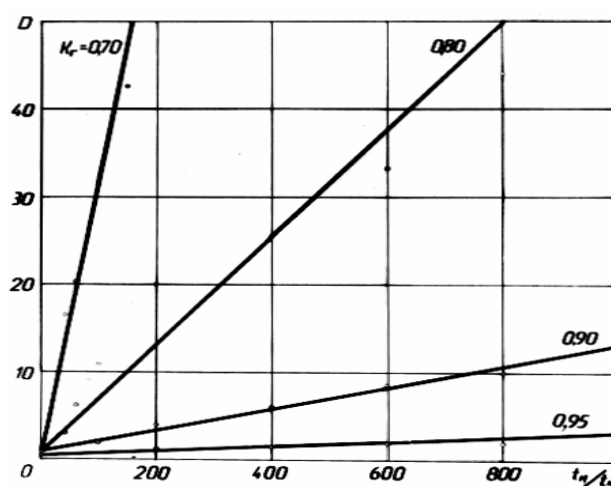


Рис. 2. Вплив часу напрацювання на дисперсію інтервалу випуску

Дещо інший характер залежностей спостерігається за постійної величини коефіцієнта готовності, тобто за стабільної надійності машин (рис. 2). Величина дисперсії інтервалу випуску прямопропорційна відносній величині часу напрацювання незалежно від величини коефіцієнта готовності. Ця властивість дає можливість порівняно просто оцінювати дисперсію інтервалу випуску.

Сильне зростання дисперсії інтервалу випуску із зниженням надійності машин, по-своєму, приводить до інтенсивного зменшення параметра Ерланга (рис. 3 і 4). Особливо різко знижується параметр K із зменшенням коефіцієнта готовності (рис. 3). Це зниження більш помірне за постійної величини коефіцієнта готовності машини за збільшення відносної тривалості часу напрацювання, особливо для більш високих величин коефіцієнта готовності (рис. 4, $K_r=0,95$).

В окремих випадках малої надійності машин і відповідної тривалості часу напрацювання і часу відновлення дисперсія інтервалу випуску настільки зростає, що перевищує квадрат його середньої тривалості ($D_{iv} < \overline{t_{iv}}^2$). Тоді параметр Ерланга опускається нижче критичної межі і стає меншим від одиниці

($K < 1$) (рис. 3-4). Така тривалість інтервалу випуску настільки видозмінюється, що не вкладається у рамки моделі Ерланга. Це явище однаково проявляється в аналітичних залежностях і в результатах імітаційного моделювання. Параметр стабільності циклу $K_{\text{ц}}$ проявляє сильний вплив на допустиму надійність машини лише в діапазоні від $K_{\text{ц}}=1$ до $K_{\text{ц}}=2$ (рис. 5). Тут допустимі межі коефіцієнта готовності досить високі ($K_{\text{гд}}=0.90-0.98$). Забезпечити таку надійність в умовах деревообробного виробництва нелегко. Дальше зростання параметра стабільності циклу $K_{\text{ц}}$ мало впливає на допустиму надійність машини.

Таким чином проявляється важливе значення первинного впорядкування стабільності тривалості циклу. Інтенсивніше і в ширшому діапазоні впливає на допустиму надійність відносна тривалість часу напрацювання. Цей вплив особливо відчутний в діапазоні $1 \leq \bar{t}_{\text{н}}/\bar{t}_{\text{ц}} \leq 25$. Дальше зростання відносного часу напрацювання значно менше впливає на підвищення межі допустимої надійності машини.

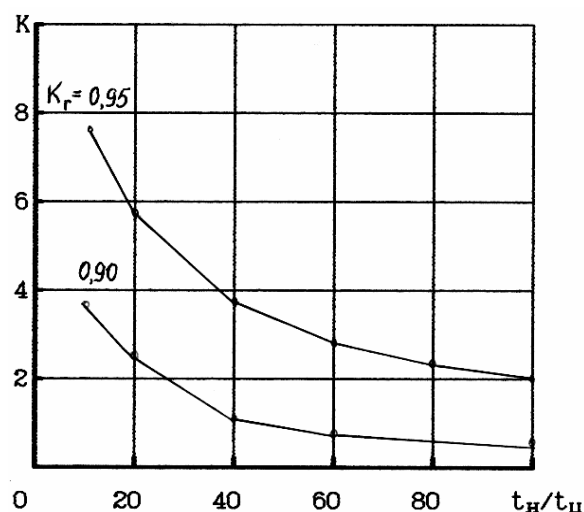
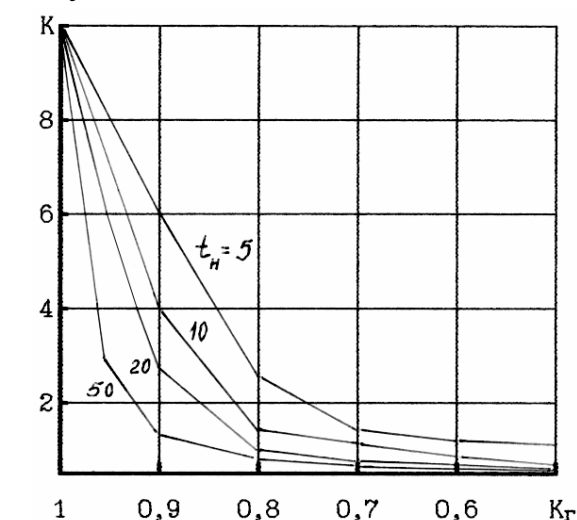


Рис. 3. Залежність параметра Ерланга інтервалу випуску від коефіцієнта готовності

Рис. 4. Вплив тривалості часу напрацювання на параметр Ерланга при постійній надійності машини

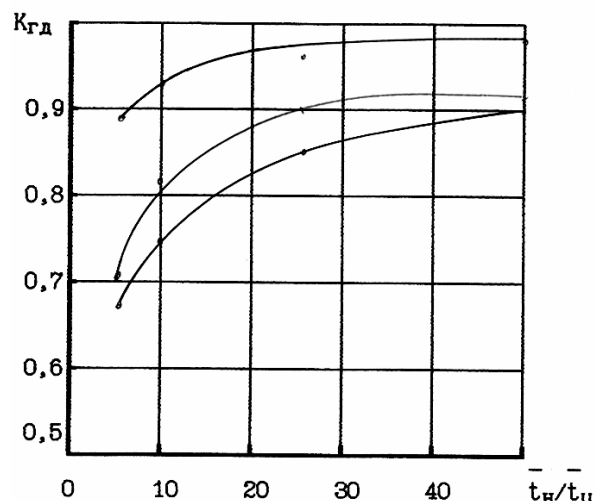


Рис. 5. Допустимі величини коефіцієнта готовності

Проведені з використанням ПЕОМ за допомогою імітаційних моделей статистичні дослідження та аналіз літературних джерел, дає змогу сформулювати наступні **висновки**:

- надійність технологічного обладнання створює значний вплив на фактичну продуктивність та ефективність автоматизованих виробничих систем у деревообробній галузі;

- комплексними показниками, які оцінюють надійність виробничого устаткування, технологічних ліній є коефіцієнт готовності та коефіцієнт технічного використання;
- отримані результати статистичного моделювання однозначно підтверджують, що середнє значення тривалості інтервалів випуску продукції визначається величиною середнього значення часу технологічної операції і коефіцієнтом готовності верстату;
- на дисперсію інтервалів випуску, крім коефіцієнта готовності, істотно впливає як тривалість періоду безвідмовної роботи технологічного устаткування, так і час відновлення його роботоздатності;
- зменшення надійності устаткування призводить до значного зростання дисперсії інтервалів випуску продукції. Це зростання інтенсифікується із збільшенням відносної величини часу відновлення роботоздатності верстату, а також відносного часу безвідмовної роботи верстату;
- значне зростання дисперсії інтервалу випуску із зниженням надійності машин, призводить до інтенсивного зменшення параметра Ерланга для інтервалу випуску (коефіцієнта стабільності). Особливо різко знижується коефіцієнт стабільності обладнання із зменшенням його коефіцієнта готовності.

Література

1. Дудюк Д.Л., Загвойська Л.Д., Максимів В.М., Сорока Л.М. Елементи теорії автоматичних ліній: Навч. посібник. – Київ-Львів: ІЗМН, – 1998 р. – 192 с.
2. Максимів В.М. Моделювання процесів функціонування автоматизованих ліній деревообробки: Монографія. – Львів: УкрДЛТУ, – 1997 р., – 184 с.
3. Дудюк Д.Л., Максимів В.М., Сорока Л.Я., Оріховський Р.Я. та інші. Імітаційне моделювання гнучких автоматизованих ліній у лісовиробничому комплексі. – Київ.: ІСДО, 1996 р. Монографія: За ред. Дудюка Д.Л. – 140 с.

УДК 339.138

Аспір. С.Б. Романишин¹ – НУ "Львівська політехніка"

РЕКЛАМНА СТРАТЕГІЯ ДЛЯ НОВИХ ТОВАРІВ

Висвітлено особливості стратегії реклами при виведенні на ринок нових товарів, зокрема, наголошено на специфіці формування рекламного бюджету.

Doctorate S.B. Romanyshyn – NU "L'vivs'ka politekhnika"

Advertising strategy for new products

Specific features of advertising strategy in introducing new products are shown. Special consideration is given to advertising budget formation.

Протягом останнього десятиліття із посиленням ролі маркетингу в діяльності підприємств, рекламні витрати в світовому масштабі та в Україні постійно продовжують зростати. Так, обсяг рекламного ринку України в 2001 р. становив близько 200 млн. дол., у 2002 р. – 260 млн. дол., а у 2003 р. – близько 350 млн. дол. [1]. При цьому, на відміну від країн з розвинутою ринковою економікою, нестача в Україні теоретичних розробок і практичних навиків здійснення рекламної діяльності спричиняє відносно низьку її ефективність, що негативно позначається на загальній конкурентоспроможності вітчизняних

¹ Наук. керівник: проф. О.Є. Кузьмін, д-р екон. наук – НУ "Львівська політехніка"