



Р. Я. Орiховський

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

НАДІЙНІСТЬ АВТОМАТИЗОВАНИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ У МЕБЛЕВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Проаналізовано вплив надійності обладнання на стабільність технологічних операцій та ефективність функціонування автоматизованих виробничих систем у меблевому виробництві. Розглянуто сучасні методи визначення надійності для вирішення завдань підвищення ефективності функціонування автоматизованих виробничих систем на меблевих підприємствах. Надійність обладнання має значний вплив на стабільність процесів та фактичну продуктивність автоматизованих ліній. Зниження надійності зумовлює значне зниження фактичної продуктивності автоматизованих ліній і зниження стабільності технологічних операцій. Ненадійність техніки, недоліки в організації праці, фактори зовнішнього впливу спричиняють втрати часу функціонування технологічного обладнання. Вплив надійності технічних засобів на технологічні показники ефективності проявляється у тому, що наслідки відмов технічних засобів відображаються на поведінці об'єкта керування. Ефективність автоматизованих виробничих систем визначається технологічними показниками. Технологічні показники ефективності відображають кількість та якість виготовленої продукції, кількість витраченої сировини та матеріалів, використання технологічного обладнання та енергії. Технологічні показники ефективності істотно залежать від надійності обладнання. Підвищувати надійність автоматизованих виробничих систем доцільно за допомогою розроблення схем компонування обладнання, структурно-параметричної оптимізації, структурного резервування та імітаційного моделювання.

Ключові слова: надійність обладнання; параметр стабільності; технологічні показники ефективності; автоматизовані виробничі системи; імітаційне моделювання; структурно-параметрична оптимізація; резервування.

Вступ. Вивчення особливостей технологічного процесу виготовлення меблів показує, що на нього постійно впливають різні випадкові фактори. Тому тривалості операцій меблевого виробництва є величинами випадковими, оскільки вони залежать від таких випадкових впливів: розмірно-якісних характеристик сировини і матеріалів, надійності устаткування, організації процесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. На ефективність функціонування автоматизованих систем керування технологічними процесами у меблевому виробництві істотно впливає надійність технічних засобів, виробничого обладнання, засобів керування. Ненадійність техніки, недоліки в організації праці, фактори зовнішнього впливу спричиняють втрати часу функціонування технологічного обладнання. Вплив надійності технічних засобів на технологічні показники ефективності проявляється у тому, що наслідки відмов технічних засобів позначаються на поведінці об'єкта керування (рис.).

Меблеві деталі характеризуються розмірами і фізичними властивостями, що приймають різні значення в деякому діапазоні їх зміни. Між цими значеннями немає визначеного постійного зв'язку, параметри сировини і матеріалів мають властивості випадкових величин. Тривалість циклу технологічних операцій у меблевому

виробництві складається з тривалості робочого ходу, несуміщених холостих ходів і часу циклових втрат. Позациклові втрати безпосередньо впливають на тривалість лише окремих робочих циклів. Позациклові втрати спричиняються насамперед ненадійністю техніки, недоліками в організації праці та іншими факторами зовнішнього впливу.

На відновлення нормального процесу функціонування верстата потрібен певний час. Витрати часу на відновлення нормальної роботи обладнання збільшують тривалість інтервалів випуску і знижують фактичну продуктивність верстатів. Отже, у процесі функціонування верстатів відбувається послідовне чергування двох різних періодів – періоду безперебійної роботи і періоду відновлення робочого стану машини. Період безвідмовної роботи верстата у техніці називають часом напрацювання t_n , а період відновлення її робоздатності – часом відновлення t_e . Співвідношення між цими параметрами визначає технічний рівень устаткування та ефективність його використання у виробництві. Його оцінюють долею часу безвідмовної роботи t_n або коефіцієнтом готовності. *Коефіцієнт готовності* K_T є комплексним показником надійності і визначає математичне сподівання частини часу нормального функціонування автоматизованої лінії

$$K_T = \frac{t_n}{t_n + t_e} \quad (1)$$

Інформація про авторів:

Орiховський Роман Ярославович, канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Email: romanorix9@gmail.com

Цитування за ДСТУ: Орiховський Р. Я. Надійність автоматизованих виробничих систем у меблевому виробництві. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(9). С. 92–94.

Citation APA: Orikhovskyy, R. Ya. (2017). The Reliability of Automated Production Systems in Furniture Manufacture. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(9), 92–94. <https://doi.org/10.15421/40270919>

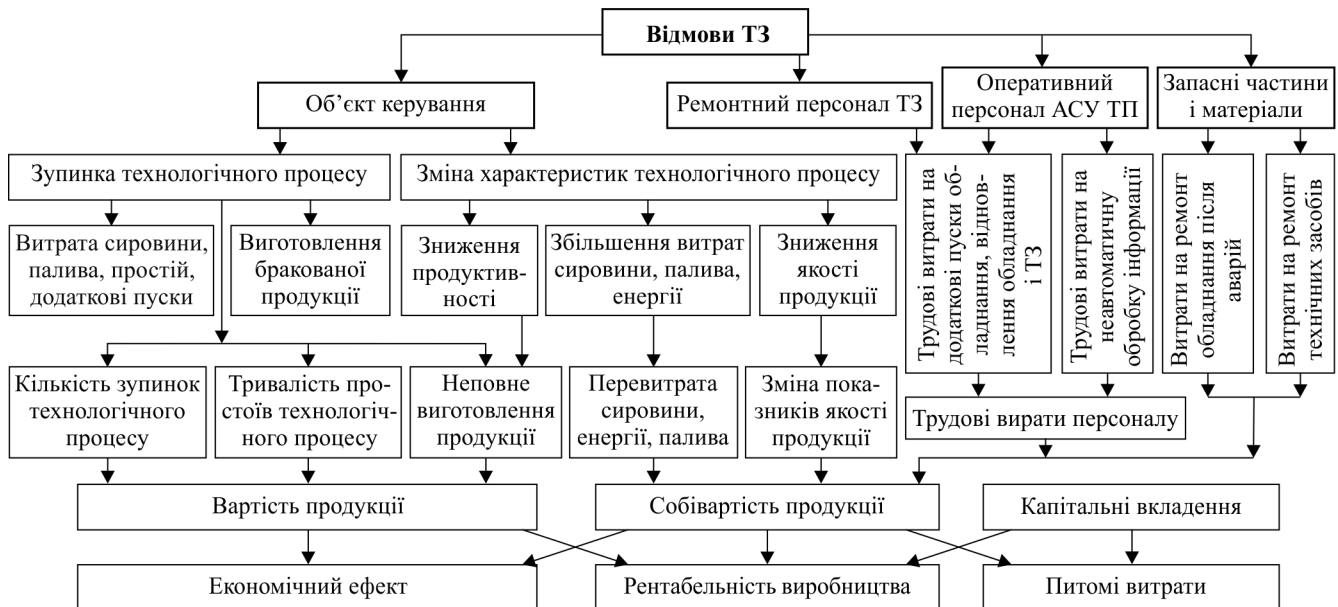


Рис. Вплив відмов технічних засобів на показники ефективності автоматизованих виробничих систем

На ефективність функціонування автоматизованих виробничих систем у меблевому виробництві істотно впливає надійність технічних засобів, виробничого обладнання, засобів керування. Ненадійність техніки, недоліки в організації праці, фактори зовнішнього впливу спричиняють втрати часу функціонування технологічного обладнання. Надійність обладнання спричиняє значний вплив на стабільність технологічних операцій та ефективність функціонування автоматизованих виробничих систем. Згідно з дослідженнями (Dudiuk et al., 1996; 1998) тривалість виробничих операцій розподіляється за розподілом Ерланга, який використовують для опису технологічних операцій меблевого виробництва

$$F(t) = p\{\tau < t\} = 1 - e^{-K \cdot \mu \cdot t} \cdot \sum_{i=1}^{k-1} \frac{(K \cdot \mu \cdot t)^i}{i!}, \quad (2)$$

де: $F(t)$ – функція розподілу інтервалів часу; $p\{\tau < t\}$ – ймовірність того, що тривалість операції буде меншою від деякого значення t ; μ – інтенсивність операції; K – параметр Ерланга, який описує стабільність технологічної операції. Параметр Ерланга визначається відношенням квадрата середньої тривалості операції до її дисперсії

$$K = \frac{\bar{t}^2}{D(t)}. \quad (3)$$

Залежно від величини дисперсії параметр K може приймати різні значення в діапазоні від 1 до ∞ . Якщо $K=1$, коли дисперсія тривалості операцій дорівнює її середній величині, отримуємо розподіл, для опису чисто випадкових процесів. За відсутності дисперсії, коли тривалість операції постійна, параметр K нескінченно великий ($K \rightarrow \infty$). Завдяки цій властивості розподіл Ерланга дає змогу описувати широкий діапазон тривалості виробничих операцій з різним ступенем нерівномірності, від чисто випадкової до постійної включно. Дисперсія інтервалу випуску характеризує стабільність технологічної операції і визначається за формулою

$$D(t_B) = \frac{\bar{t}_H - \bar{t}_C}{\bar{t}_H} \left(D_C + \bar{t}_C^2 \right) + \frac{\bar{t}_C}{\bar{t}_H} \left[D_C + D_B + \left(\bar{t}_C + \bar{t}_B \right)^2 \right] - \left(\frac{\bar{t}_C}{K_T} \right)^2 = D_C + \frac{\bar{t}_C}{\bar{t}_H} \left[D_B + \bar{t}_B^2 \left(1 - \frac{\bar{t}_C}{\bar{t}_H} \right) \right], \quad (4)$$

де: D_C , D_B – дисперсія тривалості відповідно циклу та часу відновлення; \bar{t}_C – тривалість циклу технологічної операції.

Отже, залежність (4) визначає дисперсію тривалості інтервалу випуску продукції для конкретних параметрів тривалості циклу, часу безвідмовної роботи устаткування та часу відновлення його робоздатності. З теорії надійності устаткування відомо, що середні значення часу напрацювання на відмову \bar{t}_H й часу відновлення \bar{t}_B пов'язані між собою співвідношенням (1). Тому дисперсію інтервалу випуску продукції можна виразити через коефіцієнт готовності

$$D_{IB} = D_C + \frac{\bar{t}_C}{\bar{t}_H} \left[D_B + \left(1 - \frac{\bar{t}_C}{\bar{t}_H} \right) \left(K_T^{-1} - 1 \right)^2 \bar{t}_H^2 \right]. \quad (5)$$

Параметр Ерланга K_{IB} для інтервалу випуску обчислюють за допомогою співвідношення

$$K_{IB} = \frac{\bar{t}_{IB}^2}{D_{IB}} = \frac{\bar{t}_C^2 / K_T^2}{D_C + \bar{t}_C^2 \left(\frac{1}{K_T} - 1 \right)^2 \left(2 \frac{\bar{t}_H}{\bar{t}_C} - 1 \right)} = \left[\frac{K_T^2}{K_C} + \left(2 \frac{\bar{t}_H}{\bar{t}_C} - 1 \right) \left(1 - K_T \right)^2 \right]^{-1}. \quad (6)$$

Стабільність технологічної операції визначається параметром Ерланга тривалості циклу K_C і залежить від коефіцієнта готовності машини K_T . Тільки для ідеальної машини ($K_T=1$) параметр K_{IB} залишається на рівні його величини для тривалостей циклу K_C . Параметр стабільності циклу K_C проявляє сильний вплив на допустиму надійність машини лише в діапазоні від $K_{IT}=1$ до $K_{IT}=2$. Тут допустимі межі коефіцієнта готовності досить високі ($K_T=0,90-0,98$). Забезпечити таку надійність в умовах меблевого виробництва нелегко. Подальше зростання параметра стабільності циклу K_C 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. Виконані за допомогою імітаційних моделей статистичні дослідження та аналіз літературних джерел (Dudiuk et al., 1996; 1998), дають змогу сформулювати основні висновки щодо впливу

надійності технологічного обладнання на ефективність автоматизованих виробничих систем у меблевому виробництві загалом.

Висновки

1. Надійність технологічного обладнання створює значний вплив на стабільність технологічних операцій та ефективність автоматизованих виробничих систем у меблевому виробництві.
2. Результати імітаційного моделювання підтверджують, що середнє значення тривалості інтервалів випуску продукції визначається величиною середнього значення часу технологічної операції і коефіцієнтом готовності верстата.
3. Зменшення надійності устаткування призводить до значного зростання дисперсії інтервалів випуску продукції.
4. Значне зростання дисперсії інтервалу випуску із зниженням надійності машин, призводить до інтенсивного зменшення параметра стабільності для інтервалу випуску. Особливо різко знижується коефіцієнт стабіль-

ності обладнання із зменшенням його коефіцієнта готовності.

5. Підвищення надійності автоматизованих виробничих систем доцільно проводити з використанням структурного резервування та структурно-параметричної оптимізації технологічних ліній.

Вирішення зазначених завдань поряд з іншими технічними й організаційними заходами, дасть змогу значно покращити надійність автоматизованих виробничих систем у меблевому виробництві.

Перелік використаних джерел

- Dudiuk, D. L. (Ed.), Maksymiv, V. M., Soroka, L. Ya., Orikhovskiy, R. Ya. et al. (1996). Imitatsiine modeliuвання hnuchkykh avtomatyzovanykh liniy u lisovyrobnychomu kompleksi: monohrafiia. Kyiv: ISDO. 140 p. [in Ukrainian].
- Dudiuk, D. L., Zahvoiska, L. D., Maksymiv, V. M., & Soroka, L. M. (1998). Elementy teorii avtomatychnykh liniy: navch. posibnyk. Kyiv–Lviv: IZMN. 192 p. [in Ukrainian].

Р. Я. Ориховский

Национальный лесотехнический университет Украины, г. Львов, Украина

НАДЕЖНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В МЕБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Проанализировано влияние надежности оборудования на стабильность технологических операций и эффективность функционирования автоматизированных производственных систем в мебельном производстве. Рассмотрены современные методы определения надежности для решения задач повышения эффективности функционирования автоматизированных производственных систем на мебельных предприятиях. Надежность оборудования имеет значительное влияние на стабильность процессов и фактическую производительность автоматизированных линий. Снижение надежности приводит к значительному снижению фактической производительности автоматизированных линий и снижению стабильности технологических операций. Неадекватность техники, недостатки в организации труда, факторы внешнего воздействия вызывают потери времени функционирования технологического оборудования. Влияние надежности технических средств на технологические показатели эффективности проявляется в том, что последствия отказов технических средств отражаются на поведении объекта управления. Эффективность автоматизированных производственных систем определяется технологическими показателями. Технологические показатели эффективности отражают количество и качество изготовленной продукции, количество израсходованного сырья и материалов, использование технологического оборудования и энергии. Технологические показатели эффективности существенно зависят от надежности оборудования. Повышать надежность автоматизированных производственных систем целесообразно с помощью разработки схем компоновки оборудования, структурно-параметрической оптимизации, структурного резервирования и имитационного моделирования.

Ключевые слова: надежность оборудования; параметр стабильности; технологические показатели эффективности; автоматизированные производственные системы; имитационное моделирование; структурно-параметрическая оптимизация; резервирование.

R. Ya. Orikhovskyy

Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

THE RELIABILITY OF AUTOMATED PRODUCTION SYSTEMS IN FURNITURE MANUFACTURE

The influence of equipment reliability on stability of manufacturing operations and efficiency of automated production systems in the furniture industry is analysed. The modern methods of determination of reliability for solving problems of improving the functioning of furniture factories of automated production systems are researched. Reliability of equipment has a significant impact on the stability of the process and on the actual performance of automated lines. Reduced reliability leads to a significant reduction in the actual performance automated lines and reduce the stability of manufacturing operations. Unreliable equipment, shortcomings in the organization of work, factors of external influence cause a loss of operating time of technological equipment. The impact of technical equipment reliability on technological performance indicators is manifested in the fact that the consequences of failures of hardware are reflected in the behaviour of the control object. Efficiency of automated production systems is determined by technological indicators. Technological performance indicators reflect the quantity and quality of manufactured products, the amount of raw materials consumed, the use of process equipment and energy. Technological performance indicators of automated production systems depend heavily on the reliability of equipment. Furniture details are characterized by size and physical properties having properties of random variables. Failures in technological lines affect the reliability due to the random nature of the characteristics of workpieces and machine parameters. To restore the functioning of an automated production system, it takes some time. The time spent on restoring the normal operation of the equipment reduces the actual performance of the technological lines. The need to increase the reliability of equipment is due to a decrease in the quantity and quality of products and unreasonable costs of energy and raw materials. Improve the reliability of the automated industrial systems using expedient development schemes equipment layout, structural and parametric optimization, redundancy and structural simulation.

Keywords: equipment reliability; parameter stability; technological indexes of efficiency; automated production systems; imitative design; structurally and parametric optimization; reservations.