

лен характер влияния изменения равновесной влажности на скорость сушки и роста опасности возникновения лесного пожара.

Ключевые слова: лесной пожар, влажность воздуха, равновесная влажность, микроклимат, сушка лесных горючих материалов.

Kuzyk A.D. Microclimatic parameters of air at fire and their impact on drying of forest fuels

The results of microclimatic parameters of air (temperature and relative humidity) research near the fire in the forest is given in the article. Relative humidity is calculated by two methods. For the obtained values of relative humidity and temperature the equilibrium moisture content is calculated. According to the wood drying equation solution the effect of influence of equilibrium moisture content on drying rate are established what increase the risk of forest fire.

Keywords: forest fire, air humidity, equilibrium moisture, microclimate, drying of forest combustible materials.

УДК [674:658.011.54/56]:674.214

Доц. Т.В. Іванишин, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів

ВПЛИВ СТАБІЛЬНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ АВТОМАТИЗОВАНИХ ЛІНІЙ

За допомогою імітаційного моделювання процесу функціонування деревообробних автоматизованих ліній, скомпонованих верстатами однакової та різної продуктивності, досліджено вплив стабільності роботи обладнання на продуктивність машинної системи в умовах стохастичної зміни тривалості технологічних операцій на її дільницях. Отримані статистичні дані та графічні залежності дали змогу встановити ступінь такого впливу в кількісному та якісному вимірах і побудувати відповідні математичні моделі, що загалом є істотним внеском у розвиток теорії продуктивності ліній.

Ключові слова: імітаційне моделювання, стабільність роботи, математична модель, стохастична зміна, тривалість технологічної операції, автоматизована лінія, продуктивність.

Актуальність теми. Детальні дослідження процесу роботи автоматизованих ліній зі стохастичною тривалістю технологічних операцій дають змогу науково узагальнювати досвід експлуатації деревообробного обладнання, створювати передумови для проектування досконаліших машинних систем за показниками продуктивності, надійності чи економічної ефективності та визначати резерви підвищення продуктивності діючих ліній шляхом здійснення конкретних техніко-організаційних заходів [1, 2].

Мета дослідження. Метою дослідження є встановлення характеру та ступеня впливу стабільності технологічних операцій на продуктивність автоматизованої машинної системи в умовах випадкової зміни тривалості оброблення заготівок.

Методика розв'язання задачі. У стохастичних задачах дослідження операцій надто важко отримати аналітичні залежності якісних показників технологічного процесу від умов функціонування обладнання [2]. Для реалізації поставленої мети застосовано універсальний метод статистичного моделювання (метод Монте-Карло), за допомогою якого змодельовано на комп'ютері процес роботи двоверстатних ліній, жорстко скомпонованих машинами однакової

($P_1 = P_2$) та різної ($P_1 \neq P_2$) продуктивності (діалогове вікно імітаційної моделі [3] показано на рис. 1).

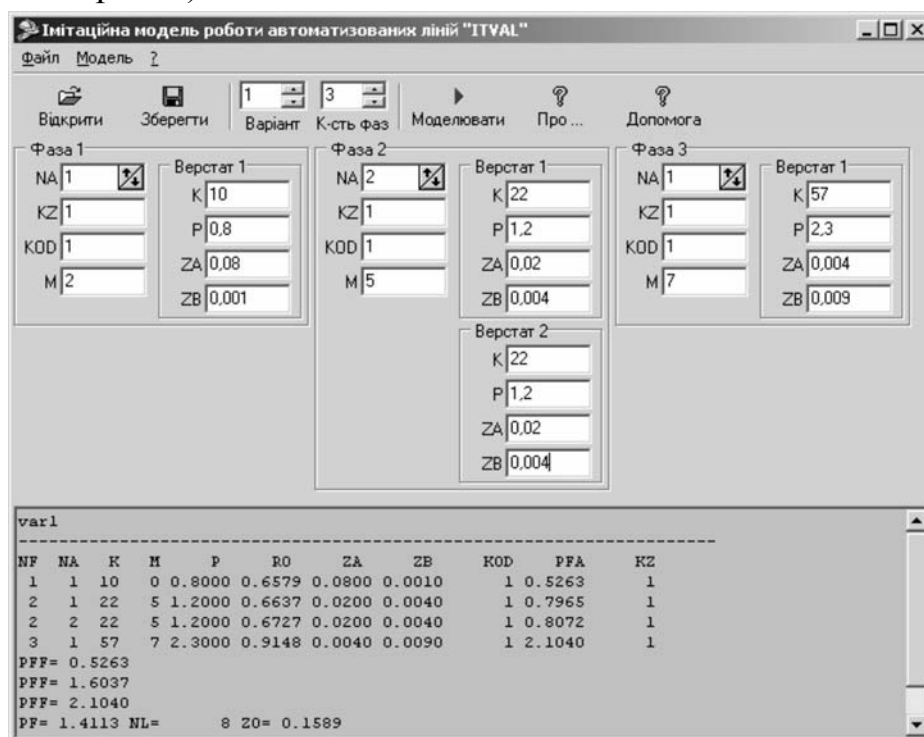


Рис. 1. Діалогове вікно програми ITVAL для імітаційного моделювання роботи деревообробних машинних систем

Враховуючи результати багаторічних експериментальних досліджень, тривалості технологічних операцій як стохастичні величини описано моделлю Ерланга з функцією розподілу інтервалів оброблення заготівок [1, 2]:

$$F(t) = p\{\tau < t\} = 1 - e^{-K\mu t} \sum_{i=0}^{K-1} \frac{(K\mu t)^i}{i!}, \quad (1)$$

де: $p\{\tau < t\}$ – імовірність того, що тривалість технологічної операції τ буде меншою за деяке її значення t ; μ – інтенсивність (продуктивність) технологічної операції: $\mu = 1/\bar{t}$; K – параметр розподілу Ерланга (параметр стабільності технологічних операцій), який дорівнює відношенню квадрата середнього значення тривалості технологічної операції $\bar{t}$ до величини її дисперсії $S^2(t)$: $K = \bar{t}^2 / S^2(t)$.

Для аналізу функціональної залежності продуктивності лінії P_L від параметра Ерланга K (табл.) значення коефіцієнтів стабільності технологічних операцій на обох верстатах під час імітаційного моделювання приймали однаковими й змінювались у межах $1 \leq K_i \leq 60$, $i = 1, 2$ ($K_i = 1$ – технологічна операція є чисто випадковою; $K_i = 60$ – стабільність технологічної операції висока).

Дослідження показали, що покращення стабільності роботи обладнання під час оброблення заготівок значно підвищує продуктивність автоматизованих ліній (табл., рис. 2). Крім того, у разі компонування машинної системи різнопродуктивними верстатами, продуктивність лінії найбільш динамічно зростає в межах зміни параметра Ерланга – $1 \leq K_i \leq 20$. Подальше підвищення

коефіцієнта стабільності роботи обладнання є неефективним (для $K_i > 20$), оскільки збільшення показника P_L є незначним і плавно нівелюється. Нарешті, досягнення високої стабільності технологічних операцій ($K_i > 30$) дає максимальне усталене значення продуктивності автоматизованої лінії.

Табл. Залежність відносної продуктивності P_L автоматизованої лінії від стабільності K_i технологічних операцій

Параметри лінії	Значення параметрів автоматизованої лінії												
	$P_1/P_2 = 2$												
K_i	1	4	6	8	10	12	18	24	30	34	40	50	60
P_L	0,856	0,96	0,98	0,99	0,993	0,995	0,999	0,999	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	$P_1/P_2 = 1$												
K_i	1	4	6	8	10	12	18	24	30	34	40	50	60
P_L	1,33	1,57	1,63	1,66	1,72	1,73	1,77	1,79	1,81	1,82	1,84	1,85	1,86

Якщо автоматизована лінія агрегатована рівнопродуктивними верстатами, то вплив стабільності роботи обладнання в бік збільшення її продуктивності є значно ефективнішим і постійно значущим на всьому проміжку варіювання параметра Ерланга – $1 \leq K_i \leq 60$. Це є наслідком простішого за своєю природою взаємовпливу рівнопродуктивних верстатів у технологічному потоці, що призводить до мінімальних накладених втрат робочого часу обладнання в лінії.

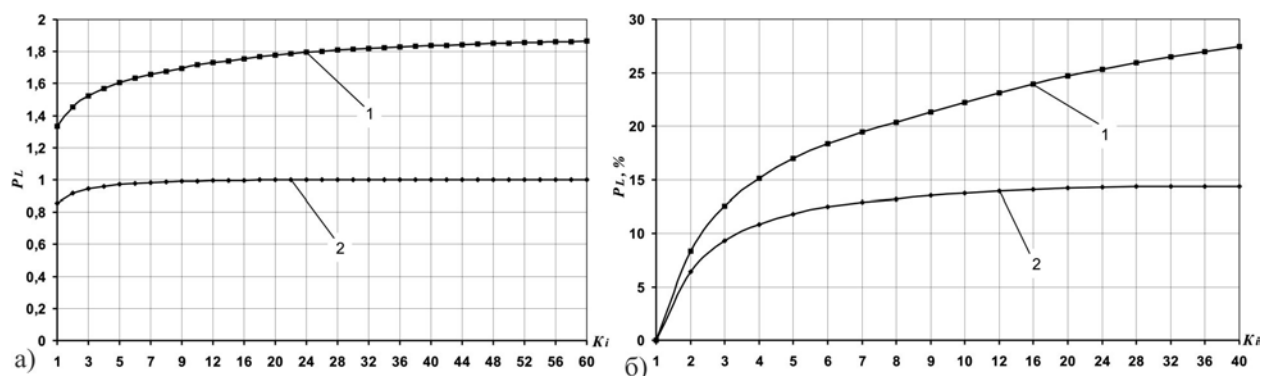


Рис. 2. Залежність відносної продуктивності P_L автоматизованої лінії від коефіцієнта стабільності K_i роботи верстатів: а – у відносних одиницях; б – у відсотках; 1 – продуктивність верстатів однакова; 2 – продуктивність верстатів різна

За допомогою апроксимації отриманого під час імітаційного моделювання статистичного масиву даних функціональної залежності $P_L = f(K_i)$ побудовано математичну модель, яка аналітично відображає вплив коефіцієнта стабільності K_i роботи верстатів на продуктивність P_L автоматизованої лінії з жорстким агрегуванням обладнання та стохастичною тривалістю технологічних операцій:

$$P_L = 1,0111 - 0,15826K_i^{-0,84315} \quad (2)$$

Аналітична залежність (2) описує автоматизовану лінію, скомпоновану верстатами різної продуктивності, й забезпечує похибку обчислень до 0,9 %. Для машинної системи з рівнопродуктивними верстатами

$$P_L = 2,12176 - 0,79966K_i^{-0,27972} \quad (3)$$

Висновок. Компонування автоматизованих ліній новими високопродуктивними верстатами є інтенсивним шляхом покращення продуктивності роботи машинних систем і економічно не виправданим, оскільки не усуває, а тільки послаблює вплив випадкових факторів на ефективність функціонування технологічного процесу і, водночас, зумовлює появу складніших за своєю природою стохастичних факторів.

Одним із екстенсивних способів вирішення цієї проблеми є забезпечення максимальної ритмічності роботи діючих верстатів у лініях шляхом підвищення стабільності роботи обладнання. Такі заходи (в межах дослідженого інтервалу зміни параметра Ерланга) дають змогу підвищити продуктивність машинних систем із різнопродуктивним обладнанням на 14 %, а з рівнопродуктивними верстатами – до 28 % (рис. 1).

Література

1. Дудюк Д.Л. Елементи теорії автоматичних ліній / Д.Л. Дудюк, Л.Д. Загвойська, В.М. Максимів, Л.М. Сорока. – Київ-Львів : Вид-во ІСДО, 1998. – 192 с.
2. Дудюк Д.Л. Моделювання і оптимізація технологічних потоків лісопереробки. – У 2-ох ч. : монографія / за ред. Д.Л. Дудюка / Д.Л. Дудюк, Л.Д. Загвойська, В.М. Максимів, Л.М. Сорока. – Київ-Львів : Вид-во ІСДО, 1995. – 416 с.
3. Іванишин Т.В. Імітаційна модель функціонування автоматизованих ліній механічної обробки віконних та дверних блоків / Т.В. Іванишин // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1998. – Вип. 8.1. – С. 149-152.

Иванишин Т.В. Влияние стабильности технологических операций на производительность автоматизированных линий

С помощью имитационного моделирования процесса функционирования деревообрабатывающих автоматизированных линий, скомпонованных станками одинаковой и различной производительности, исследовано влияние стабильности работы оборудования на производительность машинной системы в условиях стохастического изменения продолжительности технологических операций на ее участках. Полученные статистические данные и графические зависимости позволили выяснить степень такого влияния в количественном и качественном отношениях и построить соответствующие математические модели, т. е. сделать существенный вклад в развитие теории производительности линий.

Ключевые слова: имитационное моделирование, стабильность работы, математическая модель, стохастическое изменение, длительность технологической операции, автоматизированная линия, производительность.

Ivanysyn T.V. Influence of stability of technological operations on the productivity of the automated lines

Using the imitation design of process of functioning of the woodworking automated lines, which consist of machine-tools of the identical and different productivity, the influence of work stability of equipment on the machine system productivity in the conditions of stochastic change of duration of technological operations on its areas was investigated. Obtained statistical information and graphic dependences enabled to set the degree of such influence and to build the proper mathematical models, that on the whole brings in an essential contribution to development of theory of the lines productivity.

Keywords: imitation design, stability of work, mathematical model, stochastic change, duration of technological operation, automated line, productivity.