

УДК 658.256.008

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО УСТАТКУВАННЯ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА**Л. М. Хоменко**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна. E-mail: kaffin@kdu.edu.ua

Запропоновано комплекс організаційно-технічних заходів стосовно установаження оптимальних варіантів організації роботи ливарного конвеєра. Розраховано модель задачі теорії масового обслуговування з пуасоновським потоком вимог, безкінечною чергою і з одним каналом обслуговування. Оптимальний варіант організації обґрунтовано за мінімумом собівартості відливок.

Ключові слова: промисловий транспорт, ливарне виробництво, організація.

PERFECT FUNCTIONING THE TRANSPORT EQUIPMENT FOUNDRY PRODUCTION**L. V. Homenko**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University
vul. Pershotravneva, 20, 39600, Kremenchuk, Ukraine. E-mail: kaffin@kdu.edu.ua

The offered complex organizing-technical action of the determination optimum variant organization of the functioning the foundry conveyor. The calculated model of the problem queueing theory with constrain flow of the requirements, endless queue and with one channel of the service. The optimum variant organization is motivated at condition of the minimum to prime cost of the casting.

Key words: industrial transport, foundry production, organization.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**Л. Н. Хоменко**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, 39600, г. Кременчуг, Украина. E-mail: kaffin@kdu.edu.ua

Предложен комплекс организационно-технических мероприятий установления оптимальных вариантов организации работы литейного конвейера. Рассчитана модель задачи теории массового обслуживания с пуассоновским потоком требований, бесконечной очередью и с одним каналом обслуживания. Оптимальный вариант организации обоснован при условии минимума себестоимости отливок.

Ключевые слова: промышленный транспорт, литейное производство, организация.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Застосування апарату економіко-математичного моделювання для вирішення різноманітних задач планування і організації в промисловому транспорті знайшло відображення в багатьох наукових працях [1, 2] і спрямоване в кінцевому підсумку на створення ефективної системи моделей з управління доставкою вантажів. Проте, разом із позитивними результатами виконаних досліджень з'ясувалися ускладнення зумовлені необхідністю узгодження окремих моделей і відсутністю єдиних поглядів на процеси надання транспортних послуг. Особливо це виявляється при впровадженні та підвищенні ефективності експлуатації АСУ на промисловому транспорті. Крім того, постійний розвиток об'єкта управління – доставки вантажів (як основного виду і результату діяльності в тому числі і промислового транспорту) вимагає і відповідного удосконалення системи регулювання перевезень. Заходи з покращення управління охоплюють широке коло питань, основними із яких є удосконалення процедур і методів планування, організації, оперативного регулювання перевезень в умовах комп'ютеризації інформаційних технологій тощо. Результативність доставки вантажів значною мірою залежить від того, наскільки обґрунтовано складено план виконання комплексу операцій з транспортування на промисловому підприємстві та реалізації вартісної складової надання транспортної послуги.

Загальні витрати на доставку вантажів в умовах розширення виробничого кооперування включають виконання операцій з внутрішньозаводських перевезень та складування, доставки від підприємства до

складу, комплексу складських операцій та організації обліку на складі, доставки зі складу до споживача. Перша із наведених операцій безпосередньо пов'язана з організацією виробничого процесу на промисловому підприємстві і відбиває витрати на внутрішньозаводські перевезення та зберігання вантажів. Інші операції значною мірою відображають політику підприємницької організації в області складування виготовленої продукції.

За загальним визначенням спеціалістів з організації допоміжного господарства промислових підприємств різних галузей доставка вантажів трактується як матеріальний потік [1, 2]. Організація матеріального потоку з використанням транспортного господарства полягає в проектуванні і здійсненні системи забезпечення і обслуговування основного виробництва з метою найбільш повного використання техніки, матеріальних і трудових ресурсів підприємств на основі раціонального сполучення в просторі і часі основних, допоміжних і обслуговуючих процесів. Так, підготовка маршрутних листів, що ідентифікують процес доставки вантажів, дозволяє зосередити увагу на процесі переміщення потоку, виділити і оцінити його складові частини. В умовах комп'ютеризації транспортних цехів промислових підприємств з'являється якісно нова можливість оцінити вклад кожної із складових операцій всього процесу транспортування матеріального потоку в просторі та часі. Любу прогресивну після виробничу операцію в умовах трансформативної економіки необхідно розглядати під різними кутами зору і з різних боків для впевненості, що рішення загальної задачі доставки вантажів є найбільш еконо-

мічним із всіх можливих співставлень в реальних умовах функціонування підприємницької організації. При оцінці витрат з обслуговування матеріального потоку та пошуку шляхів їх зниження важливо всебічно розглянути транспортні операції, що виконуються; оцінити надання транспортних послуг з відслідкуванням поточних витрат за відповідних обсягів перевезень; дослідити можливі альтернативні варіанти, оцінити їх, спів ставити і вибрати найкраще вирішення проблеми доставки вантажів; порівняти найкращий варіант з діючою системою організації допоміжного господарства промислового підприємства.

Аналіз численних задач управління промисловим транспортом на підприємствах району дозволить розподілити їх на дві групи. До першої віднесені задачі прогнозування потреб в технічних засобах транспорту (локомотивах, вагонах, колійних машинах тощо); аналіз і техніко-економічне планування роботи транспорту; планування перевезень вантажів залізничним транспортом; планування, облік і аналіз ремонтів рухомого складу та колійного господарства; проектування раціональної організації транспортного обслуговування промислових підприємств тощо. При вирішенні задач цієї групи використовуються, в основному, процедури масової вибіркової обробки даних, типові для систем баз даних. Задачі вирішуються, як правило, в рамках відділів транспорту. До другої групи належать задачі оперативного управління транспортом, в першу чергу, управління перевезеннями. Вирішення задач цієї групи покладається на персонал спеціальних диспетчерських служб. Для таких задач при відносно невеликому обсязі даних, що опрацьовуються та отримуються в реальному часовому вимірі з трьох годинним інтервалом і менше переважно по каналах зв'язку, вимагається адекватне відображення в пам'яті ЕОМ. Необхідно володіти інформацією відносно поточного розташування поїздів, індикації поїзного стану на мережі на графічному дисплеї або спеціальному табло, вивід виконаного графіку руху на спеціальне обладнання. Поряд із традиційною обробкою даних повинні бути реалізовані функції моделювання, відображення динаміки транспортних об'єктів, змалювання і обробки графічних даних.

Метою роботи є вдосконалення комплексу організаційно-технічних заходів стосовно установа оптиміальних варіантів організації роботи ливарного конвеєра в умовах посилення конкуренції.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Застосування прогресивних технологічних процесів (диференціальне пресування під тиском, виготовлення форм та стержнів із рідких самотвердуючих сумішей) дозволяє підвищити точність та покращити товарний вид заготовок, знизити вагу за рахунок стоншення стінок, механізувати і автоматизувати технологічні операції, а також знизити трудомісткість виготовлення відливок. ВАТ «Кременчуцький сталеливарний завод» - сучасне підприємство, яке виробляє сталіне литво для вагонів та великовантажних автомобілів. Виготовленні на заводі відливки – це великогабаритні (розміром 2500 х 500 х 650 мм) заготовки з переважними тонкими стінками (від 12 до 15 мм), які виробляються на автоматичних формувальних лініях фірми «Кюнкель – Вагнер». Швидкозйомне плаваюче модельне оснащення цих

ліній дозволяє виготовляти відливки різноманітної конфігурації.

Одним із напрямків кращого використання основних фондів автоматичних формувальних ліній є обґрунтування планово-економічних розрахунків на основі застосування математичних методів. Такі методи використовуються для дослідження роботи транспортного устаткування і планування завантаження автоматичних ліній формовки на базі пресових автоматів із заливкою форм на конвеєрі. При роботі формувальних машин на конвеєрі виготовляється в 3–5 разів більше форм, ніж при роботі їх з установкою форм на плацу цеху [3]. Завдяки застосуванню одного із найбільш прогресивних методів ущільнення сирих піщано-глинистих форм на лініях, на заводі одержують відливки з мінімальними допусками основних розмірів та якісною литою поверхнею, що задовольняє найвищим вимогам.

Ливарний конвеєр вимагає пропорційності та узгодженості в роботі окремих ланок, щоб ефективно використовувати автоматичні формувальні лінії. Найбільш важливим в роботі конвеєра є узгодженість швидкості транспортування опок для виготовлення напівформ, їх спарювання та фіксації, з наступною передачею на ливарний конвеєр при розваженні відливок від 200 до 540 кг і розміщенні їх в опоках у кількості від 2 до 4 штук. Найбільша металомісткість форм досягає 1350 кг, а розмір опок – 2900х1700х(500х400) мм. При малій швидкості стримується продуктивність автоматичних формувальних ліній, велика швидкість утруднює заливку і погіршує умови охолодження литва. Оптимізація роботи транспортного устаткування одночасно з розробкою технології з виготовлення відливок із низьколегованої сталі дозволяє підприємству випускати продукцію з низьким рівнем браку. Величина простоїв автоматичних формувальних ліній завдяки упровадженню організаційно-технічних заходів зменшились за три роки на 30% (табл. 1).

Таблиця 1 – Простої формувальних ліній у ВАТ «Кременчуцький сталеливарний завод»

Найменування причин простоїв	2005 рік		2008 рік	
	год.	%	год.	%
Відсутність розплавленого металу	845	67,2	392	40,4
Відсутність підготовлених стержнів	28	2,2	26	2,7
Відсутність формувальної суміші	6	0,5	2	0,2
Несправність механічного устаткування	142	11,3	180	18,5
Несправність електронного обладнання	48	3,8	120	12,4
Завантаженість збирального конвеєру	140	11,1	58	6,0
Простої з інших причин	49	3,9	192	19,8
Всього: в том числі по лініях:	1258	100 %	970	100 %
автоматична формувальна №1	630	50,1	490	50,5
автоматична формувальна №2	628	49,9	480	49,5

Подальше скорочення внутрішньо змінних простоїв обладнання вимагає здійснення комплексу технічних і організаційних заходів. Для скорочення та ліквідації простоїв в першу чергу необхідно проаналізувати роботу систем ливарного конвеєра та намітити заходи, спрямовані на установлення оптимальних варіантів їх організації. Швидкість конвеєра розраховано за середньою продуктивністю формувальної лінії

$$V = \bar{q} \cdot l_1, \quad (1)$$

де \bar{q} - середня продуктивність формувальної дільниці, форм/ хвилину; l_1 - довжина окремої форми (візка) конвеєра.

З часом змінюється багато чинників, які впливають як на продуктивність формувальної дільниці, так і на інші показники. При цьому установлене раціональне співвідношення між швидкістю конвеєра і продуктивністю автоматичного формування змінюється. В процесі аналізу використання транспортного устаткування з метою виявлення внутрішніх резервів доцільно оцінити узгодженість швидкості конвеєра з продуктивністю формувальної лінії та на основі таких досліджень зробити висновки, розробити і впровадити пропозиції з використання резервів.

Якщо дослідити процес появи готових форм при виготовленні литва, то можна упевнитись в коливанні їх кількості в рівні проміжки часу. На процес формовки на окремому робочому місці впливає багато чинників. Серед них можна указати на перебої в подачі суміші та стержнів, несправність обладнання тощо. Варіація є ознакою випадкових процесів, тому потік форм на дільницю заливки може бу-

ти предметом вивчення математичної статистики і теорії ймовірностей. Роботу автоматичних формувальних ліній, що забезпечують завантаженість ливарного конвеєра, можна розглядати як функціонування системи масового обслуговування, потоком вимог в якій є послідовність появи готових форм, а обслуговуванням – підхід вільного візка лінії до формувальної дільниці. Можна очікувати, що потік вимог буде найпростішим стаціонарним, ординарним та без післядій. Ознакою цього може бути розподіл періодів між появою готових форм за показовим законом:

$$\frac{m}{n} = \lambda e^{-\lambda t} \Delta t, \quad (2)$$

де n – загальне число періодів (число спостережень); m - число повторів однакових періодів при спостереженні; λ - параметр потоку, тобто математичне очікування кількості вимог, що надходять за одиницю часу; Δt - вибраний одиничний інтервал часу.

Попередній аналіз свідчить про малу імовірність, що автоматичні формувальні лінії одночасно не будуть функціонувати і періоди між появою форм під заливку будуть великими. Набагато більша імовірність появи форм через малі періоди і їх розподіл відповідає показовому закону. За даними спостережень обчислювались проміжки часу між моментами появи готових форм, зібраних на автоматичних формувальних лініях при дослідженні резервів використання транспортного устаткування, та здійснювалось їх групування за інтервалами (табл. 2).

Таблиця 2 – Часові інтервали між появою готових форм у ливарному цеху ВАТ «Кременчуцький сталеливарний завод»

Часові інтервали, хв	Середини інтервалів T, хв	Частота повторів однакових інтервалів, m	MT	Розрахункова частотність, m _p	m-m _p	(m-m _p) ² /m _p
0 – 0,5	0,25	420	105	402	18	0,80
0,5 – 1,0	0,75	245	183,8	241	4	0,07
1,0 – 1,5	1,25	136	170	154	-18	2,10
1,5 – 2,0	1,75	84	147	89	-5	0,28
2,0 – 2,5	2,25	48	108	54	-6	0,67
2,5 – 3,0	2,75	35	96,2	31	4	0,52
3,0 – 3,5	3,25	17	55,2	19	-2	0,21
3,5 – 4,0	3,75	12	45	11	1	0,09
4,0 – 4,5	4,25	9	38,2	7	2	0,57
4,5 – 5,0	4,75	5	23,8	4	1	0,25
5,0 – 5,5	5,25	3	15,8	2	1	0,50
5,5 – 6,0	5,75	1	5,8	1	0	0,0
Всього:	-	1015	993,8	1015	0	$\chi^2 = 6,06$

Математичне очікування проміжку між моментами появи форм на конвеєр під заливку за наведеними в табл. 2 результатами спостережень складає:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot T_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{993,8}{1015} = 0,9791 \text{ хв.}$$

і, якщо характер розподілу частот дійсно показовий, то параметр розподілу

$$\lambda = \frac{1}{\bar{T}} = \frac{1}{0,9791} = 1,0213 \text{ вимог/хв.}$$

Розподіл проміжків між моментами появи форм під заливку металом можна описати показовим законом з параметром $\lambda=1,0213$. Розрахункові (теоретичні) частоти повторення проміжків у кожному i -тому інтервалі можна розрахувати логарифмуванням щільності показового закону розподілу випадкових величин [4]:

$$\lg m_{pi} = \lg n + \lg \lambda - \lambda \cdot t_i \lg l + \lg \Delta t, \quad (3)$$

де m_{pi} - теоретичне число однакових проміжків, що зустрічаються при спостереженні; n - загальне число проміжків спостереження; Δt - одиничний часовий інтервал

Значення теоретичних частот наведені в табл. 2, за якими будується емпірична гістограма розподілу проміжків часу між появою готових форм під заливку металу і вирівнюючи їх теоретична крива.

Для доведення достовірності припущення з існування показового розподілу проміжків між моментами появи готових форм під заливку металом перевірена близькість емпіричного і теоретичного розподілу частот за критерієм Пірсона χ^2 . Алгебраїчна сума відхилень фактичних частот від розрахункових (m_p) дорівнює нулю, а $\chi^2=6,06$. Число степенів свободи (в Пуасоновському розподілі за вибраними даними визначається два параметри)

$$r = 11-2=9.$$

За таблицями значень χ^2 маємо $\chi^2 5\% (9) = 16,9$ [5]. Отже, $\chi^2 \text{ ст.} < \chi^2_{0,05} (9)$. Таким чином, за рівнем значимості вище 5% стверджується згідність початкових даних з Пуасонівським розподілом. Потік готових форм із автоматичних ліній під заливку можна уважати найпростішим і він може бути повністю описаний системою функцій Пуасона з параметром

$$P_k(t) = \frac{(1,0213t)^k}{k!} e^{-1,0213t} \quad (k = 0,1,2,...), \quad (4)$$

де $P_{k(t)}$ - імовірність того, що в продовж часу від 0 до t в систему надійте точно k форм під заливку металом.

Часом обслуговування є період, через який підходить візок конвеєра до місця формувальної дільниці та заливки. Оскільки конвеєр рухається рівномірно зі швидкістю $v=3$ м/хв., а довжина окремого візка $l = 1,5$ м, то час обслуговування буде постійним $T_{обс}=0,5$ хв. Параметр обслуговування в цьому випадку

$$\gamma = \frac{1}{\delta_{i\text{ан}}} = 2.$$

Спостереженнями і розрахунками встановлено, що потік форм на лініях під заливку металом найпростіший, а час обслуговування постійний, тобто функціонування фасонно-ливарного виробництва подібне системам з очікуванням. Таким чином, може бути сформульована модель задачі теорії масового обслуговування з Пуасонівським потоком вимог, безкінечною чергою і з одним каналом обслуговування, що задовольняє вимоги за постійний час. В теорії масового обслуговування для такого типу задач виведені відповідні характеристики функціонування систем [6]:

- середній розмір черги

$$E(m) = \frac{\lambda^2}{2\gamma(\gamma - \lambda)}; \quad (5)$$

- середнє число вимог в системі

$$E(n) = \frac{\lambda^2}{2\gamma(\gamma - \lambda)} + \frac{\lambda}{\gamma}; \quad (6)$$

- середній час очікування

$$E(w) = \frac{\lambda}{2\gamma(\gamma - \lambda)}; \quad (7)$$

- середній час знаходження вимоги в системі

$$\hat{A}(v) = \frac{\lambda}{2\gamma(\gamma - \lambda)} + \frac{1}{\gamma}. \quad (8)$$

Використовуючи різні значення часу обслуговування, що залежать від швидкості руху формувальних ліній, можна оцінювати наслідки в змінах при заливці форм металом. Для фасонно-ливарного цеху викликає зацікавленість оцінка характеристик функціонування системи при існуючій швидкості конвеєра, а також при швидкостях 2,0; 2,5; 3,5; 4,0 м/хв. Такі характеристики, що розраховані за наведеними формулами, наведені в табл. 3.

Із результатів розрахунків видно, що швидкість руху формувальних ліній з видачею опок під заливку металом можна зменшити до 2,5 м/хв. Характеристики функціонування дільниці заливки при такій швидкості є прийнятними. Швидкість повністю задовольняє продуктивності автоматичних формувальних ліній, разом із тим покращуються умови праці на заливці металом і процес охолодження.

Таблиця 3 – Характеристики функціонування системи при різних швидкостях роботи

Найменування характеристики	Швидкість надходження форм під заливку, м/хв.				
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Параметр обслуговування, γ	1,33	1,67	2,00	2,34	2,67
Середній розмір черги E(m), форм	1,26	0,48	0,27	0,17	0,12
Середнє число вимог в системі E(n), форм	2,03	1,09	0,78	0,60	0,50
Середній час очікування E(w), хв	1,24	0,47	0,26	0,17	0,12
Середній час знаходження вимоги в системі E(v)	1,99	1,07	0,76	0,60	0,49

Математично доведено, що параметр сумарного потоку вимог від однакових джерел пропорційний їх кількості [7]:

$$\lambda = i\lambda', \quad (9)$$

де λ' – параметр потоку від одного джерела; i – число джерел.

В існуючому варіанті системи $i = 2$ автоматичним формувальним лініям, тобто $\lambda' = \lambda/2 = 0,511$. Доцільно виконати експериментальні розрахунки для функціонування системи з різним числом ліній i на їх основі розробити пропозиції про запуск формувальних машин при наявності відповідного обсягу замовлень на сталеве литво. При цьому продуктивність формувальної дільниці повинна відповідати швидкості конвеєра заливки форм, а використання машин та транспортного устаткування було б оптимальним. У табл. 4 наведені характеристики функціонування системи масового обслуговування в фасонно-ливарному цеху при різній кількості автоматичних формувальних ліній

Таблиця 4 – Характеристики функціонування системи при різній кількості формувальних ліній

Найменування характеристики	Кількість формувальних ліній, i ($\gamma=2,0$)		
	1	2	3
Параметр потоку вимог λ , форм /хв	0,51	1,02	1,53
Середній розмір черги E(m), форм	0,04	0,26	1,25
Середнє число вимог в системі E(n), форм	0,30	0,77	2,02
Середній час очікування E(w), хв.	0,09	0,26	0,81
Середній час знаходження вимоги в системі E(v), хв	0,59	0,76	1,31

Заливку металу на формувальній лінії здійснюють при автоматичній подачі форм під стопор без

переміщення ковша. Заливщик при цьому перебуває на спеціальному помості. Як виключення, у випадку неможливості здійснювати заливку у автоматичному режимі, дозволяється заповнювати форми переміщенням ковша уздовж опок. Заливщик переміщується по настилам, що розташовані уздовж заливочних конвеєрів, або по нерухомих формам. При цьому черги готових форм в очікуванні заливки практично не утворюється при одночасній роботі двох автоматичних ліній ($E(m) = 0,26$ форми).

Із різних варіантів організації обслуговування оптимальним буде такий, при якому собівартість відливок мінімальна:

$$C = f(v, i) = \frac{B}{Q_d} \rightarrow \min, \quad (10),$$

де B – витрати ливарного виробництва; Q_d – обсяг випуску литва.

Якщо на даний момент при роботі однієї формувальної лінії в цеху середній час очікування складає $E(w)_1$, а при роботі двох змінюється до значення $E(w)_2$, то вплив їх кількості на обсяг випуску литва можна визначити, враховуючи одночасно металомісткість та час заповнення форм (табл. 5).

При використанні системи обліку витрат в залежності від завантаження виробничих потужностей на підприємствах машинобудівної промисловості в калькуляцію включаються повністю змінні витрати і частина постійних. За умови включення частини постійних витрат у відповідності з коефіцієнтом використання виробничої потужності калькулюється часткова собівартість. Постійні накладні “як витрати даного періоду списуються з отриманого прибутку на протязі того періоду, в якому вони були використані [8]. Постійні витрати зазвичай покриваються маржинальним прибутком, який отримують від продажу продукції. Підприємство може понести збитки тільки за умови, якщо постійні витрати перевищують маржинальний прибуток. При використанні маржинального прибутку з’являється можливість удосконалення традиційного інструментарію, що забезпечує прийняття обґрунтованих управлінських рішень на підприємствах машинобудівної промисловості. Управління витратами за такою системою дозволяє адміністративному персоналу оперативно оцінювати зміни маржинального доходу як по підприємству, так і за різними видами продукції. Оперативно здійснюється перехід на випуск продукції з більшою рентабельністю, так як різниця між ціною продажу і сумою змінних витрат не нівелюється в результаті списання постійних витрат на собівартість конкретних видів продукції. Залежно від зміни попиту на ринку сталевих литва здійснюється оперативна переорієнтація виробництва. Таким чином, застосування системи «директ-костинг» дозволяє інтегрувати планування, облік та аналітичні можливості обліку, а також гнучко та оперативно обґрунтувати та впроваджувати управлінські рішення стосовно зниження витрат на внутрішньозаводське транспортування.

Таблиця 5 – Техніко-економічні показники виробництва відливок на автоматичних формувальних лініях

Найменування відливки	Металомісткість, форми, кг	Час заповнення форми, хв	Продуктивність лінії, т/год	Рентабельність виробу, %
Балка надресорна	1327	0,70	9,0	19,0
Задвижка	1310	0,75	8,9	18,5
Плита упорна	1224	0,92	8,2	12,5
Корпус Ш 28	1168	0,75	7,9	16,5
Автосцепка	1115	0,83	7,5	16,0
Рама бокова	1096	0,83	7,4	15,5
Картер 2556	908	0,67	6,2	13,5
Хомут	837	0,67	5,7	17,0
Піддон	808	0,75	5,5	16,0
Картер 214,260	800	0,67	5,4	13,5
Картер 6505	779	0,67	5,3	14,0
Сідло, кронштейн	600	0,80	4,0	17,5

ВИСНОВКИ. Залежно від обсягу замовлень на литво в фасонно-ливарному цеху оптимізується число працюючих автоматизованих ліній та швидкість видачі опок під заливку. При значних обсягах замовлень споживачів на сталеве литво, випуск продукції при двох працюючих лініях та оптимальній швидкості транспортного устаткування можна збільшити на 12–15% при зниженні собівартості на 2,5–3% залежно від номенклатури відливок. Сформульована модель задачі свідчить, що теорію масового обслуговування доцільно застосовувати для аналізу роботи та виявлення внутрішніх резервів використання машин і транспортного устаткування в ливарних цехах в умовах коливання обсягів замовлень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Киреев А.П. Международная экономика. В 2-х ч. – Ч.1. Международная микроэкономика: движение товаров и факторы производства. – М.: Международные отношения, 2000. – 416 с.
2. Бенсон Д., Уайтхед Дж. Транспорт и доставка грузов / Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1990. – 279 с.
3. Карталов В.С. Экономическая эффективность прогрессивных способов литья. – К.: Техніка, 1992. – 116 с.

4. Алдохин И.П. Теория массового обслуживания в промышленности. – М.: Экономика, 1970. – 202 с.

5. Худсон Д. Статистика для физиков / Пер. с англ. – М.: Мир, 1970. – 296 с.

6. Сасиени А., Саспэн А, Фридмен Д. Теория массового обслуживания // Сб: Применение статистических методов в производстве. – Госстатиздат, 1963. – С. 81–89.

7. Кулиш С.А., Воловельская С.Н., Рабинович И.А. Математические методы в планировании материально-технического снабжения. – К.: Вища школа, 1974. – 228 с.

8. Николаева С. А. Особенности учета затрат в условиях рынка: система “Директ–костинг”: Теория и практика. – М.: Финансы и статистика, 1993. – 128 с.

REFERENCE

1. Kireev, A.P. International Economics. In 2 p. – Part 1. International Microeconomics: the movement of goods and factors of production. – Moscow: International relations, 2000. – 416 p. [in Russian].

2. Benson, D., Whitehead J. Transport and delivery of cargo spacecraft: Trans. from English. – Moscow: Transport, 1990. – 279 p. [in Russian].

3. Kartalov V.S. Economic efficiency of progressive methods of casting. – K.: Tehnika. 1992. – 116 p. [in Russian].

4. Aldohin I.P. Queuing theory in the industry. – Moscow: Economics, 1970. – 202 p. [in Russian].

5. Hudson D. Statistics for physicists. Trans. from English. – Moscow: Mir, 1970 – 296 p. [in Russian].

6. Sasieni A., Saspén A, Friedman D. Queueing Theory. The application of statistical methods in manufacturing. – Gosstatizdat, 1963. – P. 81–89 [in Russian].

7. Kulish S.A., Volovelskaya S.N., Rabinovich I.A. Mathematical methods in planning the logistics. – K.: Highest School, 1974. – 228 p. [in Russian].

8. Nikolaeva S.A. Features of cost accounting in a market environment: The system of "Direct-costing: The theory and practice. – Moscow: Finance and Statistics, 1993. – 128 p. [in Russian].

Стаття надійшла 28.12.2010 р.

Рекомендовано до друку д.е.н., проф. Хоменком М.М.