

УДК 691.901

**М.В. Кіяновський**, д-р техн. наук, проф.**Н.І. Цивінда**, старший викладач

Криворізький технічний університет

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПРИСКОРЕННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ КОНУСНИХ ДРОБАРОК**

*Розроблено, апробовано і впроваджено організаційні засади прискорення виготовлення запасних частин для конусних дробарок на основі використання методів групової технологічної підготовки, що дозволяє виконання термінових замовлень в режимі реального часу.*

**уніфікація технологічних процесів, групова технологічна підготовка, запасні частини**

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами.** Забезпечення поставок в ринкових умовах запасних частин для гірничого обладнання ускладнено плануванням ToiP гірничого обладнання в реальному часі, реалізуючи стратегію експлуатації обладнання «за станом», що робить надзвичайно складним завдання планування і своєчасного виготовлення запасних частин на відповідних машинобудівних заводах і ставить завжди під загрозу графіки виконання ремонтів чи ліквідації аварійних ситуацій. При подачі заявок на виготовлення запасних частин, їх виробництво завжди стримує обов'язковість тривалого періоду технологічної підготовки виробництва. Саме це вимагає пошуку організаційних рішень, які зроблять виконання задачі адекватним у часі.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Установлено, що запасні частини конусних дробарок мають схожі технологічні, функціональні, конструктивні та інші ознаки. Користуючись визначеною системою, можна виявити ці загальні ознаки і розділити деталі на групи [1].

**Постановка задачі.** Методи підготовки виробництва машинобудівних підприємств по виготовленню запасних частин (на прикладі підприємств Кривбасу) є об'єктивно тривалими через часту зміну виробів, велику номенклатуру замовлень, велике число конструкторських і технологічних рішень, невеликі масштаби випуску і багатоопераційністю технології, нерегулярністю замовлень на виготовлення запасних частин, що обумовлює значну тривалість процесу отримання термінового замовлення. Для зміни організаційних засад технологічної підготовки виробництва досліджується ефективність рішення, що істотно змінює положення, якщо від замовлень окремих наймену-

вань деталей перейти до груп конструктивно і технологічно подібних деталей різних виробів.

**Результати досліджень.** Щоб організувати групове виробництво запасних частин для конусних дробарок за критеріями адекватності термінам регламентів ТООР, крім перерахованих раніше підготовчих робіт з технологічної підготовки, необхідно провести й організаційну перебудову структури самого виробництва, його внутрішньозаводської спеціалізації у випадку модернізації, а для випадку проектування нових цехів і ділянок необхідно планувати організаційну структуру підприємства (цеху) з урахуванням спеціалізації підрозділів усередині підприємства (цеху) та забезпечення ефективності виробничих процесів всіх учасників процесів відновлення працездатності конусних дробарок.

Вивчення досвіду вітчизняних об'єднань і підприємств показало, що однієї із причин низького рівня розвитку групового виробництва як засобу прискорення виготовлення запасних частин для конусних дробарок є відсутність науково-методичних обґрунтувань ефективності організаційних рішень і оцінки досягаемого ефекту [2].

При проведенні заходів щодо розвитку групового виробництва на підприємствах насамперед необхідно впровадити і досліджувати у кожному конкретному випадку наступні показники:

1. Стан і розвиток групового виробництва повинні оцінюватися у двох взаємозалежних напрямках — за рівнями впровадження групового виробництва ( $K_{z.b}$ ) і групової технології ( $K_{z.m}$ ).

Перший показник дає сукупну кількісну оцінку розвитку на підприємстві форм групового виробництва по механо-обробній стадії в цілому та по окремим цехам і дільницям.

Другий показник характеризує глибину охоплення уніфікованою груповою технологією процесів обробки деталей у зазначених підрозділах.

2. Питомі значення групового виробництва  $P_{z.b}$  і групової технології  $P_{z.m}$ .

Методика визначення розрахункової одиниці, що забезпечує порівняння усіх зазначених показників і об'єктивність результатів, повинна враховувати в першу чергу працезатрати.

Показник питомого значення групового виробництва у  $j$ -й системі (стадія, цех) визначиться наступним співвідношенням:

$$P_{z.bj} = Q_{ncj} / Q_{oj} \leq 1, \quad (1)$$

де  $Q_{ncj}$  – трудомісткість річного обсягу робіт, які виконуються в  $j$ -й системі її подетальними та подетально-груповими цехами або дільницями, нормо-год.;  $Q_{oj}$  – загальна трудомісткість річного обсягу робіт  $j$ -ї системи, нормо-год.

3. Показник плануємого рівня розвитку групового виробництва в  $j$ -й системі повинен відповідати відношенню:

$$K_{zgj} = \Pi_{z.gj} / k_{z.gj} \leq 1, \quad (2)$$

де  $k_{z.gj}$  – коефіцієнт перспективного (або плануємого) рівня охоплення деталей (заготовок) груповим виробництвом ( $\leq 1$ ).

Для механообробної стадії прискорення виготовлення запасних частин для конусних дробарок для ремонтних виробництв Кривбасу, де концентруються максимальні обсяги виробництва запасних частин, визначені коефіцієнти перспективного (але не гранично можливого) рівня розвитку групового виробництва та групової технології відповідно значенням  $k_{z.gj} \geq 0,7$  і  $k_{z.mj} \geq 0,6$ .

4. Показник спеціалізації робочих місць, що досягається за рахунок зростання конструктивно-технологічної спільності закріплюємих за ними груп деталей, застосування групового оснащення та загального впорядкування календарного руху деталей на основі реальної можливості використання в оперативному плануванні оптимальних календарно-планових норм. Цей показник для  $j$ -ї системи виражається залежністю:

$$K_{cnj} = \frac{1}{k_{zj} \frac{\omega}{\sum_{n=1} S_n}} \left[ (1 - \Pi_{г.тj}) \sum_{i=1}^{\omega} D_{eij} + \Pi_{г.тj} \sum_{m=1}^f C_{mj} \Gamma_{omj} \right], \quad (3)$$

де  $k_{zj}$  – середній показник завантаження устаткування  $j$ -ї системи (цеху, дільниці, лінії);  $S_n$  – кількість одиниць устаткування в  $n$ -й групі  $j$ -ї системи;  $\omega$  – число груп обладнання;  $\sum_{i=1}^{\omega} D_{eij}$  – сумарна кількість деталеоперацій, які виконуються  $j$ -ю системою протягом місяця за одиничною чи типовою технологією;  $\Gamma_{omj}$  – кількість групового оснащення, верстатів з числовим програмним керуванням  $m$ -го виду;  $C_{mj}$  – середня частота змінюваності  $m$ -го виду групового оснащення на робочому місці, програм на СЧПК;  $f$  – кількість видів групового оснащення, програм на СЧПК, застосовуваних системою при обробці деталей за груповою технологією.

Показник  $K_{cnj}$  визначає середнє число наведених деталеоперацій, які приходяться на одне робоче місце системи протягом місяця. Він характеризує частоту переривчастості процесів на робочих місцях  $j$ -ї системи ( $K_{cnj} \geq 1$ ). Неважко переконатися, що при відсутності в системі групової обробки  $\Pi_{г.т.j} = 0$  і тоді  $K_{cnj} = K_{onj}$  (де  $K_{onj}$  – коефіцієнт закріплення операцій), а при виконанні системою всього обсягу робіт тільки за груповою технологією  $\Pi_{г.т.i} = 1$ , і тоді  $K_{cnj} \ll K_{onj}$ .

У показнику  $K_{cni}$ , який дає загальну характеристику властивостей системи, синтезується вплив великої кількості факторів, що впливають на кінцеві економічні результати виробничого процесу.

На основі досліджень і узагальнення роботи багатьох передових підприємств, які впровадили в цехах і на дільницях групове виробництво, виявлені аналітичні залежності для визначення очікуваного поліпшення техніко-економічних показників (з врахуванням конкретних виробничих умов). Так, стосовно до випадку переходу від технологічної спеціалізації дільниць цеху до підцехових спеціалізованих дільниць для розрахунків очікуваних значень показників в % можна використовувати наступні залежності:

$$\Delta a = 806,7 : (K_{сп} + 1)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta C &= [-0,003K_{сп}^2 + 0,54K_{сп} + 72,4] - 100 \\ \Delta T_{ц} &= [-0,006K_{сп}^2 + 1,04K_{сп} + 25,7] - 100 \\ \Delta H &= [-0,002K_{сп}^2 + 0,725K_{сп} + 28,0] - 100 \end{aligned} \right\}, \quad (4)$$

На підставі встановлених аналітичних залежностей стає можливим визначити основні показники ефективності організаційних рішень по впровадженню групових технологій виготовлення запасних частин, а саме: зростання продуктивності праці оцінюється за формулою:

$$\Delta p'_2 = \frac{\Delta p_2 - \Delta p_1}{100 + \Delta p_1} 100, \quad (5)$$

На основі показника росту продуктивності праці можна визначити також відносне та абсолютне зниження трудомісткості  $\Delta b$  і  $\Delta T$ , умовне вивільнення чисельності робітників  $\Delta p$  і розмір економії по заробітній платі  $\Delta E_{з.н.}$ . Ці розрахунки виконуються за наступними формулами:

$$\Delta b = \frac{100\Delta a}{100 + \Delta a}, \quad (6)$$

$$\Delta T_j = \frac{\Delta b}{100} \sum_{i=1}^n t_{i1} N_{i2} / K_v, \quad (7)$$

де  $\sum_{i=1}^n t_{i1} N_{i2}$  – сумарний обсяг виробництва, реорганізуємої ділянки у нормах трудомісткості  $t_i$  вихідного та в обсягах випуску  $N_{i2}$  пропонованого варіантів, які діяли, чол.-год;  $K_v$  – середній коефіцієнт виконання норм, досягнутий до моменту перебудови ділянки.

Умовне вивільнення чисельності робітників визначається за формулою:

$$\Delta p_j = \Delta T_j / \Phi_e, \quad (8)$$

де  $\Phi_e$  – ефективний річний фонд робочого часу одного робітника, чол/год.

Розмір економії по заробітній платі виражається співвідношенням:

$$\Delta E_{з.п.j} = C_u \Delta T_j k_{д.з} k_{в.з}, \quad (9)$$

де  $C_u$  – середньогодинна тарифна ставка основних робітників, грн/чол.-год;  $k_{д.з}$  і  $k_{в.з}$  – коефіцієнти, які відповідно враховують додаткову заробітну плату й відрахування до фонду соціального страхування.

При наявності даних про очікувану зміну відносних показників неважко розрахувати на їхній основі абсолютні величини складових частин економічного ефекту. Так, розмір річної економії від зниження собівартості обробки на  $j$ -й ділянці (лінії):

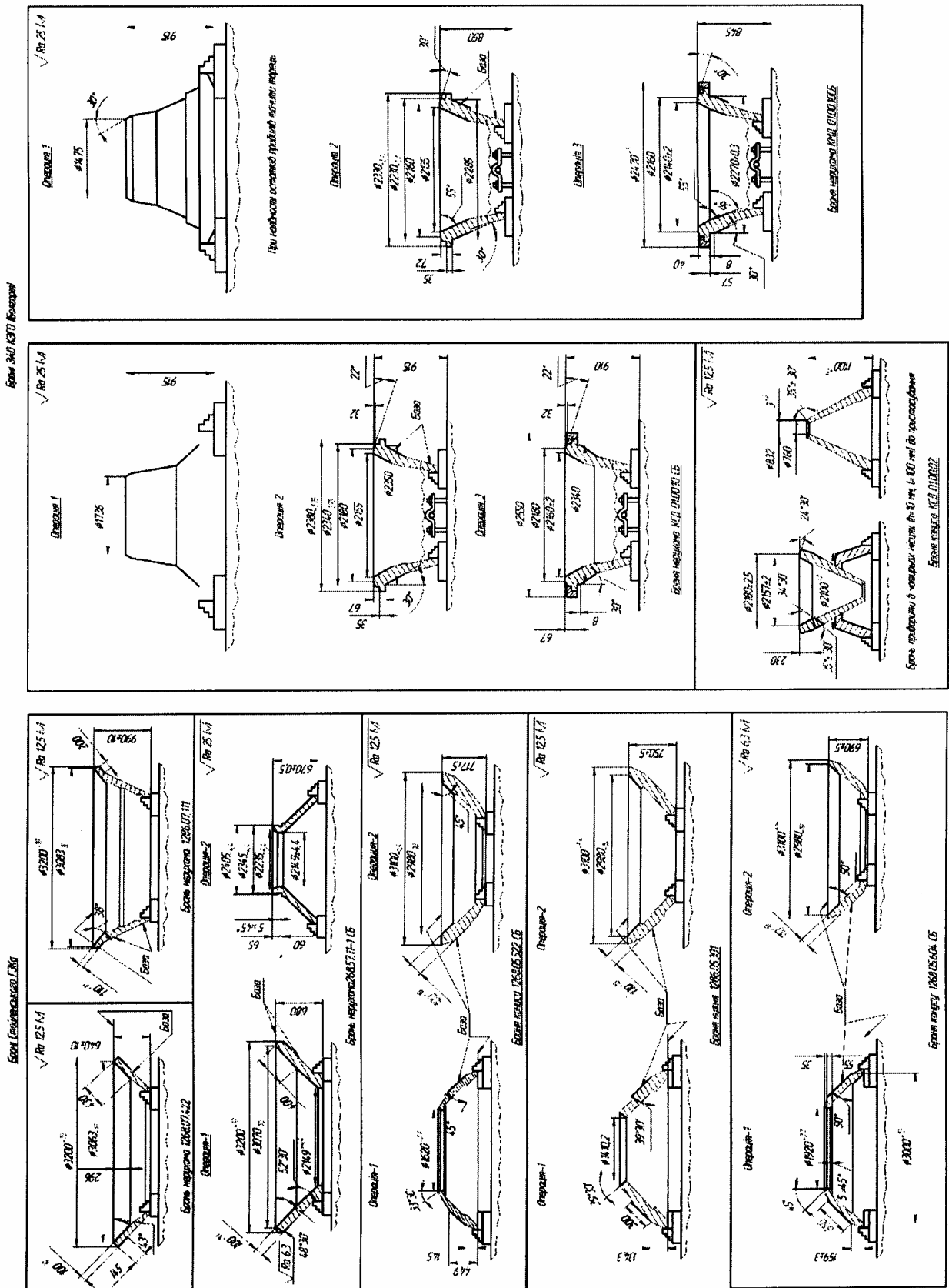
$$\Delta C_{п.х.j} = \Delta C_j C_{п.х.j} / 100, \quad (10)$$

де  $C_{п.х.j}$  – кошторисна собівартість річних витрат цеху, яка приходить на  $j$ -у ділянку, грн

Економія на зменшенні сукупних міжцехових (складських) і внутрішньоцехових залишків незавершеного виробництва по номенклатурі виробів (деталей)  $j$ -ї ділянки (лінії) розраховується за формулами:

$$\Delta K_{н.п.j} = C_{н.п.j} \Delta H / 100, \quad (11)$$

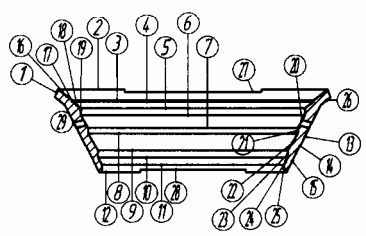
Таблиця 1 - Креслення налагоджень бронів, підібраних в групу



Таблиця 2 - Таблиця замовлень на виготовлення бронів дробарок

Позначення деталі	Ескіз деталі	Перехід																													Комплексна деталь	
		Групи набрання 1	Групи набрання 2	Групи набрання 3	Групи набрання 4	Групи набрання 5	Групи набрання 6	Групи набрання 7	Групи набрання 8	Групи набрання 9	Групи набрання 10	Групи набрання 11	Групи набрання 12	Групи набрання 13	Групи набрання 14	Групи набрання 15	Групи набрання 16	Групи набрання 17	Групи набрання 18	Групи набрання 19	Групи набрання 20	Групи набрання 21	Групи набрання 22	Групи набрання 23	Групи набрання 24	Групи набрання 25	Групи набрання 26	Групи набрання 27	Групи набрання 28	Групи набрання 29		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Б		+	+									+	+	+																		
В		+	+	+									+	+	+																	
Г		+	+	+									+	+	+																	
Д						+	+						+	+	+	+	+															
Е						+	+	+						+	+																+	
Ж						+									+																+	
З		+	+	+	+										+																	
К		+	+	+										+	+	+															+	
Л														+	+																+	
М		+	+	+										+	+	+																
Н						+									+	+	+														+	
О		+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
П						+	+								+	+																
Р						+	+								+	+	+	+														

Комплексна деталь



де  $C_{н.п.j}$  – собівартість сукупних залишків незавершеного виробництва даного цеху, що доводяться на  $j$ -у ділянку (лінію), грн.

Визначивши додаткові одноразові (капітальні) вкладення в устаткування, оснащення і засоби механізації по реорганізуемій  $j$ -й ділянці  $\Delta K_j$  і скорегувавши їх на знайдений розмір скорочення обігових коштів у незавершеному виробництві  $\Delta K_{н.п.j}$ , можна виразити річний економічний ефект за формулою приведених витрат у такий спосіб:

$$E_{н.x.j} = \Delta C_{н.x.j} \pm E_n (\Delta K_j - K_{н.п.j}), \quad (12)$$

де  $E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності.

Для обґрунтування доцільності методу розроблено приклад виготовлення замовлень на запасні частини до конусних дробарок (броней). Для проектування групового технологічного процесу вибрали 14 бронів дробарок КМД, КСД, КРД. Приклад структурної побудови такого групового налагодження приведений в таблиці 1. Складене на комплексну деталь замовлення на виготовлення (таблиця 2) з невеликими переналагодженнями може бути використане при виготовленні будь-якої іншої деталі групи, дозволить забезпечити портфель заказів та здійснювати як довгострокове (на протязі місяця чи квартала), так і короткострокове (на протязі однієї зміни) оперативно-виробниче планування роботи.

### **Висновки.**

Впровадження групових технологічних процесів виготовлення запасних частин полегшує та спрощує технологічну підготовку виробництва шляхом використання науково-методичних обґрунтувань ефективності організаційних рішень і оцінки досягаемого ефекту. При формуванні групи досягається незмінність базуючого оснащення та ріжучого інструменту. Співпадання видів інструментів скоротить підготовчо - заключний час вдвічі. На підставі розробки уніфікованих технологічних процесів деталей конусних дробарок стає можливим: скорочувати трудомісткість технологічних розробок, створювати групові налагодження; спеціалізувати робочі місця і забезпечувати можливість роботи їх без переналагоджень.

Список джерел:

1. Пуховский Е.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства: Учеб. пособие. - К.: Вища шк. Головное изд-во, 1989.- 240с.
2. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства: В 2 т, - Т. 1. Организация группового производства. Л, Машиностроение, 1983. - 408 с. -



**Н.В.Кияновский, Н.И.Цивинда.** Технологические методы ускорения изготовления запасных частей для конусных дробилок. Разработаны, апробированы и внедрены организационные положения ускорения изготовления запасных частей для конусных дробилок на основе использования методов групповой технологической подготовки, что позволяет исполнению срочных заказов в режиме реального времени.

**унификация технологических процессов, групповая технологическая подготовка, запасные части**

**N.V.Kiyanovskiy, N.I.Cyvinda.** The Technological methods of the speedup of the fabrication of the spare parts for of the grinders. It Is Designed, approve and introduced organizing positions of the speedup of the fabrication of the spare parts for cone of the grinders on base of the use the methods of group technological preparation that allows the performance of the urgent orders in mode of the realtime.

**unification of the technological processes, group technological preparation, spare parts**

Стаття надійшла до редколегії 10.09.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.С. Рудь

© М.В. Кияновский, Н.И. Цивинда, 2010