

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ПАРКА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ С ЧПУ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МАССИВА ДЕТАЛЕЙ

И.О. Аверьянова

Разработана методика повышения эффективности использования металлорежущих станков с ЧПУ. Рассмотрены особенности обработки массивов деталей с дискретными формами распределения их основных параметров. Теоретическая значимость проведенного исследования заключается в обосновании методики оценки эффективности использования металлорежущих станков с ЧПУ в конкретных условиях их эксплуатации. Представлен пример расчета состава парка металлорежущих станков с ЧПУ на основе разработанной методики.

Ключевые слова: многоцелевой станок с ЧПУ, трудоемкость обработки, диверсификация, многономенклатурное производство.

Введение

Выбор парка металлорежущих станков (МРС) с ЧПУ для конкретных производств связан с определением номенклатуры и количества обрабатываемых деталей.

При диверсификации производства существует риск неудачного приобретения МРС предприятием с нечеткой технологической стратегией развития, что может привести к недоиспользованию основных фондов предприятия.

В условиях перехода промышленности на инновационные рельсы развития значение диверсификации производства на машиностроительных предприятиях резко возрастает [1]. Это связано со стремлением хозяйствующих субъектов, в первую очередь промышленных предприятий, к наиболее полному использованию технологического ресурса предприятия [1], для того чтобы обезопасить себя от банкротства и получить максимальную прибыль в результате гибкого управления хозяйством субъекта.

Цель данной работы – рассмотрение условий достижения наибольшей эффективности использования МРС с ЧПУ при многономенклатурной обработке деталей машиностроения, соответствующей полному использованию эксплуатационно-технологических возможностей станков с учетом расчетного фонда времени работы станков.

Особую значимость сформулированная цель работы приобретает для производств, использующих многоцелевые станки с ЧПУ.

Постановка задачи

Направление развития любого действующего производства базируется на привычных и унаследованных предрасположенностях предприятия, которые характеризуются термином «наследственность» [2].

Наследственность включает в себя комплекс понятий, которые относятся к интеллектуальным, традиционным, организационным, географическим, технологическим и другим особенностям конкретного производства. Содержание наследственности связано со специализацией производства, которая складывалась в течение длительного периода времени в содружестве с партнерами – потребителями продукции.

Наследственные программы предприятия включают в себя действующую (в данный момент времени) часть программы и развивающуюся. Действующая часть программы обеспечивает, прежде всего, продолжение деятельности предприятия, работающего с учетом установленных трудовых норм, стандартов, правил поведения в коллективе и психологических процессов, формирующих моральный климат в коллективе, а также другие факторы.

Развивающаяся часть программы должна обеспечивать дальнейшее совершенствование деятельности производства с учетом изменяющихся условий на рынке машиностроительной продукции. Незаполненные области наследственной программы каждое предприятие дополняет или видоизменяет самостоятельно [2].

Исходную технологическую информацию о многономенклатурной обработке деталей, как правило, рекомендуют представлять в виде описания массива обрабатываемых деталей [3].

Под массивом деталей понимается совокупность деталей, относящихся к одному технологическому классу, например призматических, тел вращения, фигурных. Большое количество деталей, входящих в состав массива и предназначенных для обработки на МРС, объединяются по основному размерному параметру x_i ($i = 1, \dots, r$) например: для призматических деталей – это их ширина (в мм), для тел вращения – наибольший диаметр (в мм).

Для массива МРС за основные параметры принимают характеристические размерные параметры X_j ($j = 1, \dots, k$) по которым определяется классификация станков. Например, для токарных станков основным размерным параметром является наибольшая высота центров над станиной (в мм), для фрезерных – ширина рабочего стола (в мм), для эрозионных – наибольшая вырезаемая площадь (в мм²).

Относительное количество деталей $\bar{N}_i(\%)$, распределенное в массиве деталей по основному размерному параметру, выражается в следующем виде:

$$\bar{N}_i = \frac{N_i(x_i)}{N_\Sigma} \cdot 100 \quad i=1, \dots, p, \quad (1)$$

где $N_\Sigma = \sum_{i=1}^p N_i$ – расчетное количество деталей; p – число групп деталей одного класса в массиве.

На рис. 1, а приведены параметрические ряды по распределению обрабатываемых деталей, а на рис. 1, б – параметрические ряды по распределению МРС в массиве.

В станкостроении принято, что все основные параметры x_i обрабатываемых деталей и МРС X_j описываются зависимостями в виде геометрической прогрессии:

$$x_i = \varphi^{i-1} x_1 \quad (i = 2, \dots, r), \quad X_j = \varphi^{j-1} X_1 \quad (j = 2, \dots, k), \quad (2)$$

где φ – знаменатель геометрической прогрессии.

Как правило, для обрабатываемых деталей, $\varphi = 1,06$ или $1,12$; для МРС, как правило, – $\varphi = 1,26$ или $1,41$.

Рассматриваемая задача сводится к перераспределению деталей в массиве для обработки их на МРС с ЧПУ в ограниченном составе таким образом, чтобы суммарная («чистая») трудоемкость обработки деталей была бы наименьшей,

т.е. $\Sigma T \rightarrow \min$. «Чистая» трудоемкость обработки деталей определяется временем, которое затрачивается только на процесс резания.

Решение задачи

Общий коэффициент использования $\delta_{\text{общ}}$ состава МРС, предназначенных для обработки многономенклатурных деталей, определяется по формуле

$$\delta_{\text{общ}} = \Sigma T / \Phi, \quad (3)$$

где Φ – расчетный фонд времени работы (принято $\Phi = 2000$ ч), ч; ΣT – суммарная трудоемкость обработки всех деталей в массиве.

Методика расчета трудоемкости обработки крупного массива корпусных деталей, параметры которых описывались непрерывной функцией, приведены в работе [3]. Однако в этой методике для установления характера описания массива обрабатываемых деталей при решении в основном отраслевых задач использовался выборочный метод. Метод заключался в установлении обобщенных характеристик предполагаемой совокупности деталей в массиве путем изучения не всех элементов совокупности, а только части ее выборки.

В связи с этим при решении поставленной в данной работе задачи (распределение количества обрабатываемых деталей имеет дискретный характер) в соответствии с рис. 1 в качестве исходных данных для дальнейшего расчета принимаем стандартный размерный ряд параметров x_i и заданную программу деталей N .

Суммарная трудоемкость обработки деталей массива имеет вид

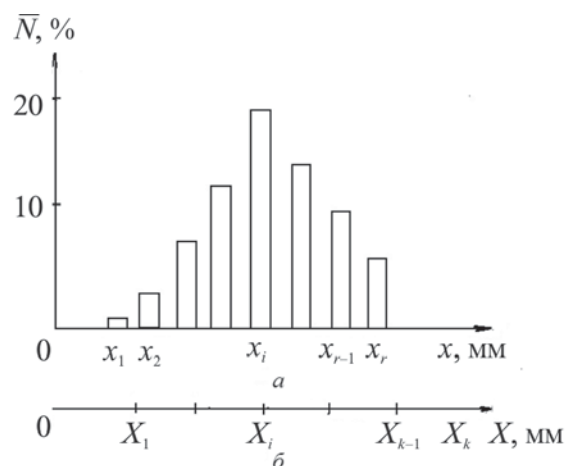


Рис. 1. Параметрические ряды по распределению обрабатываемых деталей (а) и МРС (б) в массиве

$$\Sigma T = \sum_{i=1}^r T_i(x_i) \eta_i(N_i) N_i y_i(x_i), \quad (4)$$

где r – количество деталей в массиве; $T_i(x_i)$ – трудоемкость обработки i -й детали из массива; $\eta_i(N_i)$ – безразмерный показатель, характеризующий снижение трудоемкости $T_i(x_i)$ в зависимости от количества деталей одного класса, предназначенных для обработки на МРС [3]; N_i – количество деталей одного класса с основным параметром x_i ; $y_i(x_i)$ – доля загрузки станка на обработку i -й детали из массива.

Решением задачи будет такое рациональное количество групп деталей, при котором суммарная трудоемкость обработки массива деталей будет наименьшей.

Пример расчета состава парка МРС с ЧПУ

Рассмотрим пример расчета состава парка МРС с ЧПУ, использованного для обработки

массива призматических деталей. Исходные данные для расчета приведены ниже.

Основной параметр призматических деталей x_i в диапазоне от $x_1 = 225$ мм до $x_r = 630$ мм в массиве принят распределенным по закону геометрической прогрессии с $\varphi = 1,12$. По каждому ряду распределения приняты также соответствующие значения N_i и $\bar{N}_i$.

Выделим из исходных данных варианты новых распределений деталей в массиве путем деления исходного ряда на $q = (3 \dots 10)$ частей, сохраняя при этом наибольший параметр 630 мм. Деление исходного ряда на две части применять не рекомендуется в связи с ограничением технологических возможностей МРС. Результаты нового распределения основных параметров деталей в массиве приведены в табл. 1.

Параметрические ряды в табл. 1 расположены слева направо таким образом, чтобы наибольший размер (в данном случае 630 мм) сохранялся во всех вариантах рядов, обеспечивая

Исходные данные для расчета

Номер ряда	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i , мм	225	250	280	320	350	400	450	500	560	630
$\bar{N}_i$, %	3	5	10	14	20	16	14	10	5	3
N_i , шт.	810	1350	2700	3780	5400	4320	3780	2700	1350	810

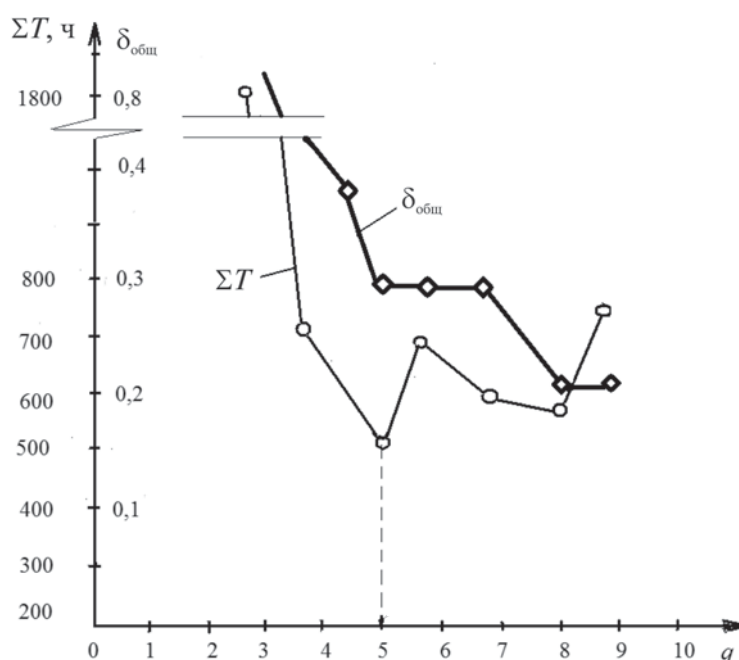


Рис. 2. Зависимости трудоемкости ΣT обработки деталей массива и коэффициента использования $\delta_{\text{общ}}$ МРС от количества частей q

Таблица 1

Параметрические ряды массивов деталей

q	x_i после распределения, мм									
10	225	250	280	320	350	400	450	500	560	630
9	–	240	270	300	340	390	440	500	560	630
8	–	–	230	260	300	370	420	480	550	630
7	–	–	–	260	300	340	400	460	540	630
6	–	–	–	–	225	274	340	400	500	630
5	–	–	–	–	–	250	320	400	500	630
4	–	–	–	–	–	–	225	320	450	630
3	–	–	–	–	–	–	–	225	320	630

Таблица 2

Суммарная трудоемкость обработки деталей и коэффициенты использования оборудования с учетом параметрических рядов, приведенных в табл. 1

q	T_i , ч										ΣT , ч	$\delta_{\text{общ}}$
10	0,4	3,8	19,7	37,2	94,8	71,7	97,7	63	25	12	430	0,20
9	–	0,8	15	22	97	82	55	50	15	11	780	0,20
8	–	–	1,3	32	30	244	66	46	15	11	550	0,20
7	–	–	–	45	30	84	97	300	20	6	600	0,30
6	–	–	–	–	1,5	10	179	105	268	63	630	0,30
5	–	–	–	–	–	1,5	10	179	105	268	516	0,30
4	–	–	–	–	–	–	1,4	120	312	265	700	0,40
3	–	–	–	–	–	–	–	1,4	177	1600	1800	0,90

возможность обработки деталей с наибольшими размерами.

В табл. 2 для каждого ряда нового перераспределения основных параметров деталей рассчитана суммарная трудоемкость обработки деталей ряда и общий коэффициент использования всего состава парка МРС в соответствующем ряду.

Результаты проведенного расчета представлены на рис. 2.

Расчетные величины для определения суммарной трудоемкости обработки деталей из массива после деления исходного ряда распределения деталей с параметрами x_i на пять частей ($q=5$) приведены ниже.

Расчетные величины для определения суммарной трудоемкости обработки деталей из массива

x_i , мм	250	320	400	500	630
N_i , шт.	2160	6480	9720	6480	2160
$\bar{N}_i$, %	8	24	36	24	8
y_i	0,03	0,08	0,13	0,10	0,05
η_i	0,9	0,7	0,6	0,7	0,8
T_i , ч	10	85	220	158	43

В результате получено следующее:

$$\Sigma T = 516 \text{ ч} ; \delta_{\text{общ}} = 516 / 2000 \approx 0,3.$$

Полученный основной характеристический параметр детали необходимо привести в соответствие с основным параметром МРС.

Таким образом, при делении исходного ряда на пять частей решением задачи минимизации трудоемкости обработки деталей будет такое распределение размерного ряда с параметрами x_i , при котором суммарная трудоемкость обработки массива деталей будет наименьшей. Из табл. 1 видно, что при $q=5$ основные параметры МРС с ЧПУ составляют 250, 320, 400, 500 и 630 мм.

Заключение

Впервые рассмотрены и разработаны правила использования МРС с ЧПУ при обработке многономенклатурной продукции, которая выражена посредством массива деталей в форме дискретного распределения основного параметра детали в массиве. Отображение многономенклатурной продукции в виде массива деталей рассматривается как первый шаг к формированию парка МРС с ЧПУ при диверсификации производства. Следует отметить, что все

действия, связанные с перераспределением исходного размерного ряда деталей, проводятся с соблюдением стандартных значений рядов. В связи с этим исключается необходимость в подгонке приближенных значений элементов рядов при использовании других методик распределения размерных параметров различных машин. В данной работе отсутствуют рекомендации по применению конкретных моделей МРС в зависимости от дополнительных перераспределений деталей в массиве, так как применение конкретных моделей МРС определяется лицом, принимающим решение в рамках конкретного производства.

Список литературы

1. Аронов А.М., Петров А.Н. Диверсификация производства: теория и стратегия развития. СПб.: Лениздат, 2000. – 128 с.
2. Аверьянова И.О. Оптимизация состава металлорежущих станков при диверсификации производства // Изв. ТГУ. Технические науки. Вып. 4. Ч. 1. 2010. С. 31 – 35.
3. Аверьянов О.И. Модульный принцип построения станков с ЧПУ. М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.

Материал поступил в редакцию 27.06.2011

АВЕРЬЯНОВА Инна Олеговна

E-mail: inn-av@yandex.ru
Тел.: +7 (499) 134-53-36

Кандидат технических наук, доцент. Заведующая кафедрой металлообрабатывающих станков с ЧПУ МГИУ. Сфера научных интересов – оборудование для обработки материалов резанием и физико-техническими методами, системы числового программного управления. Автор более 40 научных трудов.