

Е. А. Буленков, канд. техн. наук
Донецкий национальный технический университет
Тел./Факс: +38 (062) 3010805; E-mail: e.bulenkov@gmail.com

СТРУКТУРА ПОТОКА ИЗДЕЛИЙ В МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫХ РОТОРНЫХ ЛИНИЯХ С УЧЕТОМ ВРЕМЕНИ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТОВ

В статье рассматривается возможность создания гибких производственных систем на базе многономенклатурных роторных линий. Дополненная классификация структур потоков изделий в многономенклатурных роторных линиях позволила определить структуру потока изделий в гибких многономенклатурных роторных линиях и выявить особенность их строения, - влияние времени смены инструмента на структуру многономенклатурных роторных машин.

Ключевые слова: гибкая производственная система, структурная схема, многономенклатурная роторная линия, групповой инструментальный блок.

Y. O. Bulenkov

STRUCTURE OF PRODUCTS FLOW IN MULTINOMENCLATURE ROTARY LINES WITH REGARD TO TOOL CHANGE TIMES

The ability of creation of flexible production systems which are based on multinomenclature rotor lines is considered in this article. Augmented classification of flows of products in multinomenclature rotary lines allows to determine the structure of the flow of products in flexible multinomenclature rotary lines and to identify their structural feature, - the impact of the time for the tool change on the structure of multinomenclature rotary machines.

Keywords: flexible manufacturing system, block diagram, multinomenclature rotary line, group tool block.

1. Введение.

В настоящее время наблюдается тенденция к уменьшению объемов выпуска изделий и увеличению разнообразия форм и размеров производимой продукции [1]. Для удовлетворения этих требований в современном машиностроении широко применяют гибкие производственные системы на базе станков с ЧПУ [2]. Однако есть большое количество изделий, отличающихся лишь незначительными элементами и имеющих близкую технологию изготовления, - крепежные изделия, мебельная фурнитура и т.п. Применение гибких производственных систем для их изготовления неэффективно ввиду наличия более дешевого и производительного, переналаживаемого и однономенклатурного оборудования. В свою очередь, использование этого высокопроизводительного оборудования тоже становится малоэффективным, т.к. большие партии товара трудно реализовать, а малые партии не окупают затрат на переналадку оборудования. Решением данной проблемы может быть создание гибких производств на базе многономенклатурных роторных линий [3, 4], позволяющих объединить группу серийных производств в многономенклатурное массовое. Следует отметить, что предложенные линии не позволяют выпускать различные типоразмеры изделий с различными программами выпуска без переналадки линии. Поэтому дальнейшее совершенствование многономенклатурных роторных машин и линий с целью повышения их гибкости является актуальной задачей.

Целью выполнения данной работы является исследование структуры потока изделий в многономенклатурных роторных машинах и линиях для выявления и решения проблем, препятствующих повышению их гибкости.

Для достижения поставленной цели необходимо выявить особенности структуры потока изделий в многономенклатурных роторных линиях, определить наиболее рациональную структуру потока изделий для реализации гибкого производства, анализировать выбранную структуру потока с точки зрения ее реализации на многономенклатурных роторных линиях.

2. Основное содержание и результаты работы.

Существующая классификация структуры потока изделий в многономенклатурных роторных линиях [3] не учитывает особенности работы автоматических линий, связанные с организацией загрузки изделий в линию. На рис. 1 показана разработанная классификация потоков изделий в многономенклатурной роторной линии, учитывающая данные особенности.

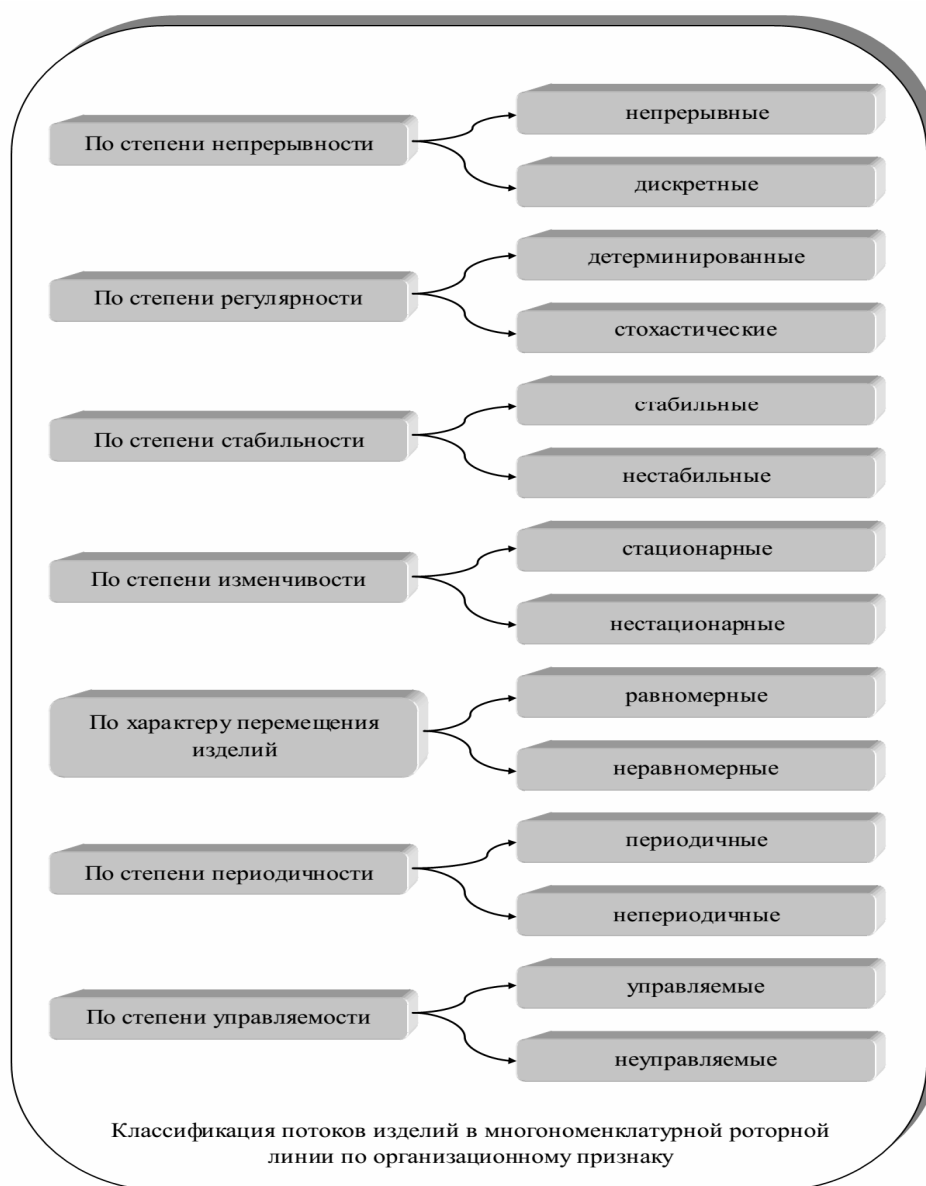


Рис. 1. Классификация потоков изделий в многономенклатурной роторной линии.

Данная классификация разработана на основе классификации потоков изделий, применяемой для решения задач логистики [5]. По степени непрерывности потоки делятся на непрерывные потоки, - по траектории потока в каждый момент времени перемещается определенное количество изделий, и дискретные потоки, - изделия перемещаются с интервалами. По степени регулярности выделяют детерминированные потоки, которые характеризуются определенностью параметров и стохастические потоки - характеризуются случайным характером параметров. По степени стабильности потоки делятся на стабильные, характеризующиеся постоянством значений параметров в течение определенного промежутка времени, и нестабильные потоки - характеризуются изменением параметров потока. По степени изменчивости выделяют стационарные потоки (характерны для установившегося процесса, их интенсивность является величиной постоянной), и нестационарные потоки (характерны для неустановившегося процесса, их интенсивность меняется в течение определенного периода). По характеру перемещения изделий потоки бывают равномерные, - характеризуются постоянной скоростью перемещения объектов, интервалы начала и завершения движения объектов также равны, и неравномерные потоки, - характеризуются изменением скорости перемещения, возможностью ускорения, замедления, остановок в пути. По степени периодичности выделяют периодические потоки с постоянством параметров или постоянством характера их изменения через определенный период, и непериодические потоки с отсутствием закономерности изменения параметров потока. По степени управляемости потоки делятся на управляемые (адекватно реагирующие на управляющее воздействие со стороны управляющей системы) и неуправляемые (не реагирующие на управляющее воздействие).

Общее число возможных вариантов структур потока изделий, определяемых характером перемещения изделий различных типоразмеров по структурным элементам многономенклатурной роторной машины, составляет 243 варианта [3]. С учетом представленной классификации общее число возможных вариантов структуры потока изделий N может быть определено по формуле:

$$N = 243 \cdot 2^7 = 31104.$$

Для реализации гибкого автоматизированного производства на базе многономенклатурных роторных машин необходимо обеспечить возможность запуска в производство изделий без переналадки автоматической линии. Поток должен быть непрерывным в целом по линии и дискретным по отдельным типоразмерам изделий. Другими характеристиками потока являются детерминированность и стабильность, стационарность и равномерность. Для обеспечения необходимой гибкости отток изделий должен быть периодичным и управляемым.

На рис.2 изображена схема многономенклатурной роторной машины (ТР), на которой возможна реализация описанного выше потока изделий. На схеме показаны групповые инструментальные блоки (МИБ), позволяющие осуществлять обработку изделий нескольких типоразмеров. В процессе работы изделия по входному потоку V поступают в многономенклатурную роторную машину в зоне загрузки 1. В процессе транспортирования со скоростью $V_{тр}$ изделия обрабатываются и выгружаются из машины после обработке в зоне выгрузки 2 по выходному потоку W . Для обработки изделия другого типоразмера необходимо осуществить смену инструмента в зоне 3. Следует отметить, что в данном случае число инструментов в МИБ должно равняться числу типоразмеров обрабатываемых изделий. Это позволит обрабатывать в каждом МИБ все

типоразмеры изделий. Кроме того, устройства смены инструментов должны обеспечивать возможность смены инструмента (поворота инструментального магазина на 180

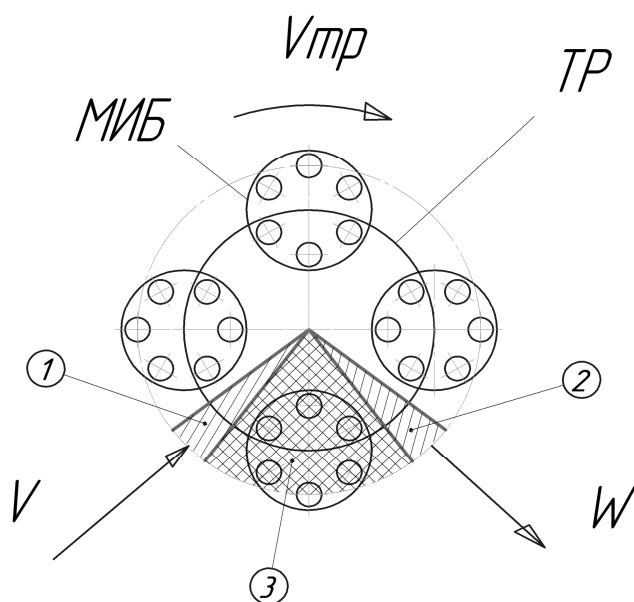


Рис. 2. Схема многономенклатурной роторной машины.

Таим образом, выражение 1 примет вид:

$$t_3 = \frac{1}{4} T_k = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_p}{P_{ц}} \geq t_c,$$

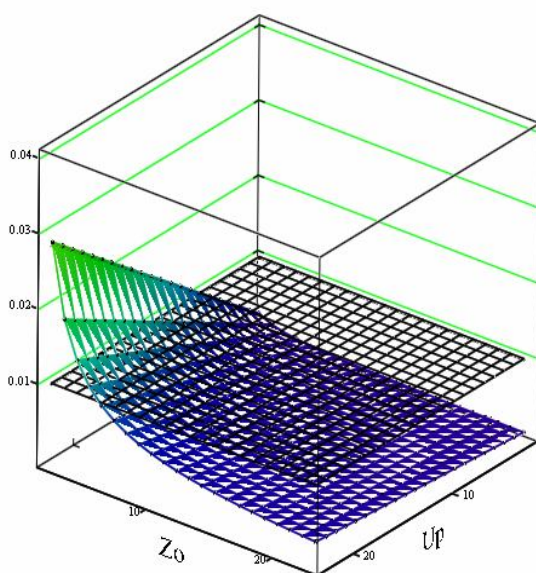


Рис. 3. Время нахождения блока в зоне смены инструмента

градусов при вращении в 2 стороны или 360 градусов при вращении в одну сторону). Число МИБ и число инструментов в МИБ должны быть подобраны таким образом, чтобы обеспечить возможность выполнения этого условия. Другими словами, должно выполняться условие:

$$t_3 \geq t_c, \quad (1)$$

где t_3 – время на смену инструмента, т.е. время нахождения многономенклатурного инструментального блока в зоне 3 (см. рис.3);

t_c – время срабатывания устройств смены инструмента в блоке.

Время нахождения блока в зоне 3 на этапе предварительных расчетов может быть принято как ? от времени кинематического цикла [6] многономенклатурной роторной

где T_k – время кинематического цикла (полного оборота) многономенклатурной роторной машины,

U_p – число многономенклатурных инструментальных блоков,

$P_{ц}$ – цикловая производительность машины.

Для удобства расчетов примем что на машине обрабатываются Z_o различных типоразмеров изделий, и что машина обеспечивает изготовление каждого типоразмера с производительностью Q_A , т.е. $P_{ц} = Z_o \cdot Q_A$. Таким образом, выражение 1 примет вид:

$$t_3 = \frac{1}{4} T_k = \frac{1}{4} \cdot \frac{U_p}{Z_o \cdot Q_A} \geq t_c, \quad (2)$$

где Z_0 – число типоразмеров изделий, обрабатываемых в каждом МИБ (число инструментов в МИБ)

Q_A – производительность машины при обработке изделия одного типоразмера.

На рис. 3 представлен график зависимости времени нахождения блока в зоне смены инструмента от числа типоразмеров изделий, обрабатываемых в одном блоке, и числа групповых инструментальных блоков. График построен по зависимости 2 при $Q_A=100$ шт/мин.

Из графика рис.3 видно, что при определенных значениях U_p и Z_0 условие 2 не будет выполняться, т.е. при таких конструкциях многономенклатурных роторных машин реализовать гибкое производство на базе многономенклатурных роторных машин не получится. Это происходит из-за того, что для обеспечения требуемой высокой производительности приходится увеличивать частоту вращения многономенклатурных роторных машин при прочих равных условиях и снижать время нахождения групповых инструментальных блоков в зоне смены инструментов.

3. Заключение.

В условиях уменьшения объемов выпуска изделий и увеличения разнообразия форм и размеров производимой продукции объединение группы серийных производств в многономенклатурное массовое позволит создавать новые гибкие производственные системы на базе гибких многономенклатурных роторных линий. Дополненная классификация структур потоков изделий в многономенклатурных роторных линиях позволила определить структуру потока изделий в гибких многономенклатурных роторных линиях и выявить особенность их строения, - влияние времени смены инструмента на структуру многономенклатурных роторных машин. Проведенные исследования позволили установить, что для реализации гибкого производства на базе многономенклатурных роторных машин число типоразмеров изготавливаемых изделий и число групповых инструментальных блоков должны выбираться исходя из условия возможности их смены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суслов А. Г. Технология машиностроения. Учебник. – М.:КНОРУС, 2013. – 336 с.
2. Технологические основы гибких производственных систем: Учеб. для машиностроит. спец. вузов/ В. А. Медведев, В. П. Вороненко, В. Н. Брюханов и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2000. – 255 с: ил.
3. Буленков Е. А. Выбор рациональной структуры потока изделий для обеспечения загрузки многономенклатурных роторных линий / Е. А. Буленков, А. Н. Михайлов // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов / Донец. нац. техн. ун-т. – Донецк, 2006. – №. 31. – С.17–24.
4. Буленков Е. А. Структурно-функциональные модели обработки изделий в многономенклатурных роторных линиях / Е. А. Буленков // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов / Донец. нац. техн. ун-т. – Донецк, 2013. – №. 45. – С.304–309.
5. Логистика: Учеб. пособие / Под ред. Б. А. Аникина. — М.: ИНФРА-М, 1999. – 327 с.
6. Михайлов А. Н. Основы синтеза поточно-пространственных технологических систем непрерывного действия.- Донецк: ДонНТУ, 2002. – 379 с.

Поступила в редколлегию 04.12.2015 г.