DOI: 10.17117/na.2016.11.02.042

<http://ucom.ru/doc/na.2016.11.02.042.pdf>

Поступила (Received): 16.11.2016

Бычков Д.И., Вяткин А.Г.
Повышение производительности внедрением
переналаживаемой оснастки

Bychkov D.I., Vyatkin A.G.
Improved productivity implementation of the
reconfigurable tooling

В статье показана важность влияния переналаживаемой оснастки в многономенклатурном производстве. Приведен пример, показывающий влияние времени переналадки на объем партии обрабатываемых деталей

Ключевые слова: переналаживаемая оснастка, время переналадки, производительность

The article shows the importance of the influence of flexible snap-in multinomenclature production. An example showing the effect of changeover time on the quantity of machined parts

Key words: reconfigurable tooling, changeover time, productivity

Бычков Дмитрий Игоревич

Магистрант

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (филиал)

г. Калуга, ул. Баженова, 2

Bychkov Dmitry Igorevich

Master

Moscow state technical university named N.E. Bauman (branch)

Kaluga, Bazhenova st., 2

Вяткин Андрей Геннадьевич

Кандидат технических наук, доцент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (филиал)

г. Калуга, ул. Баженова, 2

Vyatkin Andrey Gennadievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow state technical university named N.E.

Bauman (branch)

Kaluga, Bazhenova st., 2

Основным средством повышения производительности является сокращение вспомогательного времени, внедрением переналаживаемой оснастки. Применение переналаживаемых приспособлений, изготовленных заблаговременно (до запуска нового изделия в производство), решает одну из важнейших проблем машиностроения, а именно, организацию гибкого быстропереналаживаемого производства, способного в короткие сроки и с минимальными затратами осваивать новую технику и обеспечить её высокое качество, а также повысить коэффициент оснащённости мелкосерийного производства до уровня крупносерийного.

Одной из проблем современного машиностроения является диверсифицированное производство [1, 2], связанное с изготовлением большой номенклатуры

изделий с малым объемом партий, что приводит к необходимости выполнять значительное количество переналадок.

Переналаживаемые приспособления являются прогрессивными приспособлениями многократного применения, обеспечивающими путем регулирования подвижных элементов или замены сменных установочных наладок (переналадки) установку и закрепление широкой номенклатуры или группы заготовок. Следовательно, одно переналаживаемое приспособление, предназначенное для установки и закрепления большого количества заготовок, заменяет большое количество специальных приспособлений, предназначенных для установки и закрепления лишь одних определенных заготовок.

Следует отметить, что операции переналадки традиционно занимают много времени, и все производства страдают от крайней неэффективности этих работ. Примерно 60% от всего времени переналадки уходит на переналадку приспособления. Для решения этой проблемы на большинстве предприятий стремятся увеличить объем партий, а значит уменьшить количество переналадок, чтобы снизить влияние времени переналадки на общую производительность. И это действительно помогает, так как время переналадки будет невелико по сравнению с общим временем обработки партии и мало повлияет на темп работы.

При диверсифицированных, мелких заказах влияние времени переналадки намного больше. Для определения влияния времени переналадки рассмотрим следующий пример. Допустим, что годовой объем выпуска деталей составляет 1200 штук, время наладки – 4 часа, время выполнения главной операции – 2 минуты. Каждый месяц необходимо изготавливать 100 деталей. Производство можно организовать следующим образом, либо обработать весь годовой объем с одной переналадкой, либо каждый месяц изготавливать 100 штук, что подразумевает необходимость 12 переналадок. В табл.1 дана взаимосвязь времени переналадки и объема партии.

Таблица 1

Время наладки (час)	Объем партии (шт.)	Время основной операции (мин)	Время операции (мин)	Отношение (%)	Отношение (%)	Отношение (%)
$4 \cdot 12 = 28$	100	2	$2 + (28 \cdot 60 / 100) = 30,8$	100		
$4 \cdot 4 = 16$	300	2	$2 + (16 \cdot 60 / 300) = 5,2$	17	100	
$4 \cdot 2 = 8$	600	2	$2 + (8 \cdot 60 / 600) = 2,8$	9	53	100
4	1200	2	$2 + (4 \cdot 60 / 1200) = 2,2$	7	41	78

Из анализа данных, представленных в табл.1, видно, что увеличение партии в 3 раза дает значительное сокращение времени (на 83%), в то же время видно, что дальнейшее увеличение размера партии в меньшей степени способствует сокращению времени на операцию.

Отсюда следует вывод, чтобы снизить влияние времени переналадки на общую производительность следует увеличивать размер партии [3].

Однако работа с большими партиями кроме очевидных преимуществ имеет и ряд недостатков [4]. К этим недостаткам относятся:

- хранение запасов требует установки стеллажей, приобретения поддонов и т.д., а это повышает себестоимость,
- требуются трудозатраты на транспортировку, погрузо-разгрузочные и складские операции,
- большие сроки выполнения заказа могут означать задержку новых заказов и срыв сроков поставки,
- при изменении конъюнктуры рынка, запасы следует либо продавать их по заниженной цене, либо просто утилизировать,
- качество хранимых изделий со временем ухудшается, их ценность падает.

Учитывая все преимущества и недостатки, видно, что при производстве крупными партиями обычно снижаются затраты, связанные со временем переналадки, но возрастают затраты, связанные с ростом количества запасов. То есть возникает необходимость определения экономически обоснованной величины партии, когда затраты, связанные с производством, и затраты, связанные с запасами равны. На большинстве предприятий так и поступают, определяют экономически обоснованный размер партии и выпускают изделия в соответствии с этой величиной партии.

Однако в этом предположении отсутствует возможность уменьшения времени переналадки. Если уменьшить время переналадки, то работа крупными партиями теряет смысл, так как время выполнения операции мелкими партиями становится сопоставимым со временем операции при работе крупными партиями, а затраты, связанные с запасами снижаются.

Предположим, что удалось снизить время наладки с 4 часов до 0,5 часа. Тогда данные табл.1 существенно изменятся (табл.2).

Таблица 2

Время наладки (час)	Объем партии (шт.)	Время основной операции (мин)	Время операции (мин)	Отношение (%)	Отношение (%)	Отношение (%)
$0,5 \cdot 12 = 6$	100	2	$2 + (6 \cdot 60 / 100) = 5,6$	100		
$0,5 \cdot 4 = 2$	300	2	$2 + (2 \cdot 60 / 300) = 2,4$	43	100	
$0,5 \cdot 2 = 1$	600	2	$2 + (1 \cdot 60 / 600) = 2,1$	38	88	100
0,5	1200	2	$2 + (0,5 \cdot 60 / 1200) = 2,04$	36	85	97

Из анализа данных в табл.2 видно, что время выполнения операции при размере партии 300 шт. сопоставимо со временем операции для партии 1200 шт. (2,4 мин. и 2,04 мин. соответственно). Сокращение времени составляет лишь 15%. Это означает, что нет необходимости работать крупной партией.

Для иллюстрации влияния времени переналадки на время выполнения операции в зависимости от величины партии представлен график на рис.1, где кривая 1 – для $t_{\text{нал}}=4$ час, кривая 2 – для $t_{\text{нал}}=0,5$ час.

Рис. 1. Зависимость времени выполнения операции от размера партии (1 – $t_{нал}=4$ час, 2 – $t_{нал}=0,5$ час)

Из анализа графика, представленного на рис.1, можно сделать вывод, что если время переналадки достаточно большое (кривая 1), то целесообразно работать крупными партиями, но следует учитывать возрастание затрат, связанных с запасами. Если уменьшить время наладки (кривая 2), то его влияние на время операции практически не зависит от размера партии, то есть можно работать мелкими партиями, при этом затраты, связанные с запасами значительно снижаются.

В многономенклатурном мелкосерийном и серийном производстве, доминирующем в машиностроении, применение переналаживаемых приспособлений обеспечивает возможность обработки в одном приспособлении большого количества заготовок различных типоразмеров, что резко сокращает количество приспособлений. Особенно эффективно применение переналаживаемых приспособлений при групповой обработке деталей [5]. Это обеспечивает длительное закрепление приспособлений за станком, что позволяет не снимать их со станка, а ограничиться лишь переналадкой (регулированием подвижных элементов или заменой сменных наладок) для обработки в одних и тех же приспособлениях различных деталей.

Применение переналаживаемых установочно-зажимных приспособлений можно достичь самой высокой степени гибкости производства. Это обусловлено тем, что при переходе от одной группы изделий к другой, не требуется перекомпоновка самого приспособления, а переналадка производится посредством установочно-зажимных элементов или заменой сменных наладок. Применение такой оснастки значительно сокращает вспомогательное время. Также стоимость наладки в 4÷5 раз ниже стоимости заменяемого ею специального приспособления. К тому же на один базовый агрегат может приходиться до 10 сменных наладок, а следовательно, комплектом таких наладок можно заменить десяток

специальных приспособлений, предназначенных для обработки различных деталей [6].

Список используемых источников:

1. Дж. Вумек, В. Джонс, Д. Машина, которая изменила мир. Рус.; пер. с англ. С.Э. Борич. Мн.: «Попурри», 2007. 384 с.
2. Бысов С.А., Вяткин А.Г., Юхимец Р.М. Анализ использования технологических возможностей металлорежущего и сборочного оборудования // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 7-3. С. 39-42.
3. Малышев Е.Н., Калмыков В.В. Обеспечение переналаживаемости бункерных загрузочных устройств // Инженерный вестник. 2013. № 9. С. 1.
4. Сигео Синго Быстрая переналадка: Революционная технология оптимизации производства. Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. 344 с.
5. Кузнецов Ю. И. Переналаживаемые приспособления к металлорежущим станкам. Учеб. пособие для проф.-техн. учебных заведений. М., «Выш. школа», 1977. 55с. с ил.
6. Карпуть В.Е., Иванов В.А. Универсально-сборные переналаживаемые приспособления // Вестник машиностроения. 2008. №11 С.46-50.

© 2016, Бычков Д.И., Вяткин А.Г.
Повышение производительности внедрением
переналаживаемой оснастки

© 2016, Bychkov D.I., Vyatkin A.G.
Improved productivity implementation of the
reconfigurable tooling