



ВОЛЧКЕВИЧ

Илья Леонидович

кандидат технических наук, доцент, зам. зав. кафедрой «Технология машиностроения» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Декомпозиция фонда времени, как основа для расчетов необходимого количества оборудования в условиях многономенклатурного производства

И.Л. Волчkevич

На основе анализа функциональных состояний станков с ЧПУ, объединенных в технологический комплекс, рассмотрены вопросы изготовления комплекта однотипных деталей изделия-представителя. Оценен состав оборудования путем сопоставления годовых значений суммарно необходимого времени для комплекта с остаточным фондом времени работы одного станка.

Ключевые слова: технологический комплекс, расчет состава оборудования, работоспособность, наладка, фонд времени.

The article considers the issues of manufacturing of lots of single-type «parts-representatives» sets on the basis of analysis of NC machine tools functional states. Equipment configuration is estimated by comparison of annual values of total time required for a set with the residual working time fund of one machine tool.

Keywords: technological complex, calculation of equipment configuration, working capacity, adjustment, time fund.

Современное машиностроение с каждым годом все больше переходит от традиционных типов производства, включая крупносерийный и массовый, к производству многономенклатурному, часто переналаживаемому. Исследования, проводившиеся автором на ряде ведущих предприятий отечественного машиностроения, показали, что доля фонда времени работы станков с ЧПУ, затрачиваемая на отладочные процессы в условиях многономенклатурного производства, может достигать 50% и более. При этом общепринятые методики расчета необходимого количества оборудования проектируемых технологических комплексов (ТК) либо совсем не учитывают время отладочных процессов [1, 2], либо полагают его несущественным [3], либо не дают численных значений величин, необходимых для использования в расчетах [4]. В результате, при эксплуатации ТК из станков с ЧПУ в условиях многономенклатурного производства возникает кажущийся парадокс: с одной стороны, программа выпуска не выполняется, с другой — станки считаются недозагруженными. Причина этого парадокса — неправильное определение необходимого количества оборудования на стадии проектирования.

Таким образом, при проектировании ТК в условиях многономенклатурного производства для получения достоверных результатов с приемлемой точностью необходимо создать методологию, которая

позволит учитывать на качественном и рассчитывать на количественном уровне все возможные затраты времени, характерные для применяемого в ТК оборудования. Основой этой методологии автор предлагает принять понятие о функциональном состоянии оборудования в рамках фонда времени его работы.

Считаем, что за достаточно протяженный период любой из станков в составе ТК в рамках планового, например — годового, действительного фонда времени ($\Phi_{до}$) будет периодически находиться в одном из состояний затрат календарного времени $\Sigma\theta_i$:

1) функционирования ($\Sigma\theta_{\phi} = \Sigma\theta_1$) с обработкой на станках закрепленного комплекта деталей. При этом периоды бесперебойной работы ($\Sigma\theta_p$) неизбежно чередуются со случайными простоями технического и организационного характера ($\Sigma\theta_{\pi} = \Sigma\theta_c + \Sigma\theta_{ор}$);

2) первичных наладок ($\Sigma\theta_2$) на обработку нового комплекта деталей, которые ранее не обрабатывались. Сюда входят доработка и отладка управляющих программ, подбор и установка комплектов инструментов и оснастки, их настройка, выполнение пробных проходов с необходимыми корректировками, изготовление и контроль «первых деталей»;

3) «возвратных» переналадок ($\Sigma\theta_3$) в пределах сроков выпуска конкретного изготавливаемого комплекта. Переналадки любых станков независимы друг от друга. Времена $\Sigma\theta_2$ и $\Sigma\theta_3$ в сумме составляют время, затрачиваемое на наладочные процессы $\Sigma\theta_{нал}$;

4) «аварийных прогонов» ($\Sigma\theta_4$), повторного изготовления тех деталей, которые были признаны непригодными при сборке или сдаче.

Каждое из функциональных состояний характеризуется величиной затрат времени, которые в сумме составляют фонд времени работы оборудования. Баланс затрат времени работы оборудования показан на рисунке.

Подобный баланс затрат времени характерен для определенной позиции при расчете участков с предметной специализацией или для определенного типа при расчете технологически-специализированных участков. Основной методики расчета необходимого количества оборудования в обоих случаях является соотношение величин необходимого фонда времени (затрачиваемого на выпуск продукции) с остаточным фондом времени.

Способы определения необходимого и остаточного фондов времени различаются в зависимости от специфики организации работы на

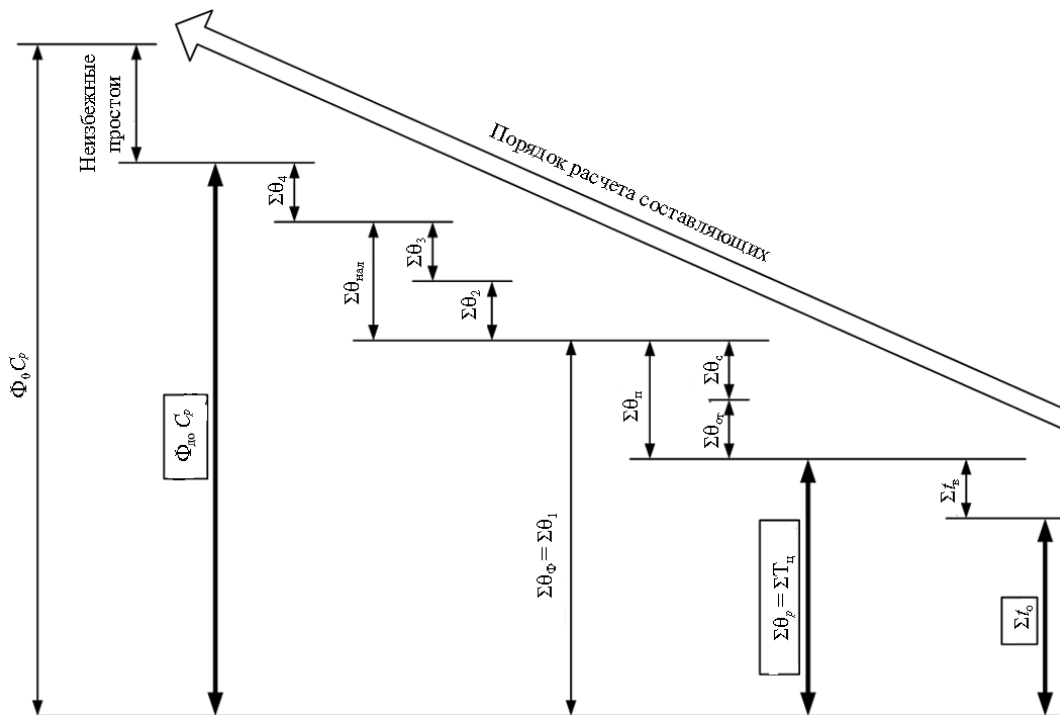


Рисунок. Баланс составляющих фонда времени работы станков в пределах участка

участках с различной специализацией. На участках с технологической специализацией, где каждая из деталей обрабатывается на 1–2 операциях, работу каждого из станков можно считать организационно независимой от других. Это относится и к наладкам станков, которые проводятся для каждого рабочего места независимо, по мере необходимости.

Таким образом, для каждого из типов оборудования, применяемого на участке с технологической специализацией, можно записать основное уравнение баланса затрат времени:

$$\sum \theta_1 + \sum \theta_2 + \sum \theta_3 + \sum \theta_4 = C'_p \Phi_{до}, \quad (1)$$

т. е. сумма необходимых времен по всем категориям определяет необходимый фонд времени, кратный расчетному числу станков.

Выражая из формулы (1) C'_p , получим:

$$C'_p = \frac{\sum \theta_1 + \sum \theta_2 + \sum \theta_3 + \sum \theta_4}{\Phi_{до}}. \quad (2)$$

Такая же ситуация может наблюдаться и на предметно-специализированных участках в условиях многономенклатурного, часто переналаживаемого производства. В этом случае на участке могут одновременно обрабатываться разные детали, каждая из которых при движении по своему маршруту проходит только через один из станков каждого типа. Таким образом, отладки и первичные переналадки станков будут независимы, и для расчета необходимого количества можно пользоваться формулой (2).

В условиях малономенклатурного редко переналаживаемого производства организация обработки будет другой. Партия деталей последовательно проходит ряд операций, определенных маршрутом технологического процесса. На каждой из этих операций могут параллельно использоваться несколько единиц оборудования. Таким образом, необходимые времена обработки и аварийных прогонов в первом приближении будут делиться между параллельно работающими станками поровну. Времена же первичных отладок и возвратных переналадок останутся неизменными, независимо от числа параллельно работающих станков.

Таким образом, для данного случая основное уравнение баланса затрат времени имеет следующей вид:

$$\Phi_{до} = \frac{\sum \theta_1}{C'_p} + \sum \theta_2 + \sum \theta_3 + \frac{\sum \theta_4}{C'_p}, \quad (3)$$

откуда

$$C'_p = \frac{\sum \theta_1 + \sum \theta_4}{\Phi_{до} - (\sum \theta_2 + \sum \theta_3)}. \quad (4)$$

Отметим, что конкретные периоды и длительности первичных отладок и аварийных прогонов диктуются номенклатурой выпускаемых изделий и уровнем брака. Межналадочные периоды, составляющие в итоге сумму $\sum \theta_1$, более варианты, поскольку числом переналадок за период производства комплекта деталей можно варьировать. Возможны полномасштабные выпуски каждой из деталей комплекта, тогда возвратные переналадки минимальны. Однако при этом объемы незавершенного производства, как и сроки поставки велики. Полные комплекты для сборки набираются только за срок выпуска всех деталей изделия. В противном случае станки могут переналаживаться после каждой детали, что также неразумно. Поэтому необходимо выбирать оптимальные размеры партий с точки зрения обеспечения потребностей сборки.

Литература

1. Макконнелл К.Р., Брю С.Л. Экономика. М.: Инфра-М, 2003. 983 с.
2. Борисов С.Р., Васильев В.Н. Основы предпринимательства и организации производства / Под ред. В.Н. Васильева. М.: Изд-во Машиностроение-1, 2000. 752 с.
3. Вороненко В.П., Мельников Г.Н. Проектирование механосборочных цехов. М.: Машиностроение, 1990. 352 с.
4. Иванов В.П. Проектирование производственных участков в машиностроении: практикум. Минск: Техноперспектива, 2009. 224 с.

Статья поступила в редакцию 25.07.2011 г.