

УДК 621.91.002

А.Г. ЯСЕВ, Р.В. ПАСЬ

Национальная металлургическая академия Украины, Украина

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОСНАСТКИ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА

Обоснована возможность определения рационального количества технологической оснастки, необходимой для организации планируемого производства. Определен общий алгоритм для выбора количества технологической оснастки (разных видов). Представлен пример реализации алгоритма выбора количества режущего инструмента на предприятии.

подготовка производства, технологическая оснастка, алгоритм, долговечность, отказ

Введение

Производство объектов аэрокосмической отрасли характеризуется использованием многономенклатурной технологической оснастки (приспособлений, режущих и мерительных инструментов). Приобретение универсальной технологической оснастки, проектирование и изготовление специальной технологической оснастки связано с определением рационального ее количества, необходимого для организации будущего производства, и во многом определяет эффективность технологической подготовки производства.

Формулирование проблемы

Определение необходимого количества технологической оснастки на планируемый (будущий) период является одной из важнейших задач технологической подготовки производства [1 – 5], так как затраты времени и средств на технологическое оснащение будущего производства составляют значительную часть общих затрат на его подготовку. Определение количества оснастки по статистическим данным прошлых периодов, как правило, дает неточные (завышенные или заниженные) данные, что приводит к соответствующим потерям. Расчетные методы выбора количества оснастки до настоящего времени проработаны недостаточно, содержат труд-

но определяемые величины, что вызывает затруднения при практическом применении.

Это относится и к автоматизированным системам подготовки производства, в которых алгоритмы выбора количества технологической оснастки, а также их программная реализация требуют доработки [1 – 2].

Для некоторых видов оснастки [5] расчетные методы выбора ее количества имеют законченный вид. Например, расчет необходимого количества конкретного вида режущего инструмента можно произвести по следующей формуле:

$$N_{\Gamma} = \frac{\sum_{k_N} N \cdot t_{mi}}{T_u (1 - \eta_p) 60}, \quad (1)$$

где k_N – количество наименований деталей, обрабатываемых данным видом инструмента; N – программа выпуска по данному наименованию деталей на планируемый период, шт; t_{mi} – машинное время работы каждого данного инструмента при обработке одного вида детали, мин; T_u – машинное время работы инструмента до полного износа; η_p – коэффициент случайного выхода из строя режущего инструмента.

Укрупненный метод расчета количества приспособлений [5] на предприятии (2) имеет значительно меньшую определенность:

$$F_{II} = \frac{100 \cdot T_{пл} \cdot Q_{р.м.}}{T_{с.п.} \cdot P_{исп}}, \quad (2)$$

где $T_{с.п.}$ – срок службы приспособления до полного износа; $T_{пл}$ – длительность планируемого периода; $Q_{р.м.}$ – количество рабочих мест, на которых одновременно применяется приспособление; $P_{исп}$ – использование данного приспособления по времени.

Подобные алгоритмы могут быть применены (хотя в литературе не встречаются ссылки на это) при выборе количества станочных, сборочных и контрольных приспособлений, а также приспособлений для закрепления режущего инструмента. Общей особенностью известных расчетных методов является то, что они базируются на различных исходных статистических показателях, которые определяются по нормативным рекомендациям на основании опыта предыдущих лет. В связи с этим результаты расчетов имеют невысокую точность.

Несмотря на важность указанной задачи, а также определенную общность подхода к выбору количества различных видов оснастки, общий алгоритм до настоящего времени отсутствует.

Решение проблемы

Учитывая, что основные виды технологической оснастки (режущие, вспомогательные и мерительные инструменты и приспособления) относятся к восстанавливаемым объектам, общая схема определения количества (k) различных видов оснастки может быть описана формулой

$$k = \frac{\sum T_i}{t_0 \cdot p} \quad (3)$$

где $\sum T_i$ – общее время работы (наработка) оснастки данного вида в течение планируемого периода; t_0 – среднее время работы до возникновения отказа; p – количество повторных применений данного вида оснастки после восстановления работоспособности.

Общее время работы (наработка) оснастки данного вида в течение планируемого периода (числитель в формуле (3)) выбирается при проектировании

соответствующих технологических процессов изготовления и контроля всех изделий, для которых предполагается использование конкретного вида оснастки.

Определение среднего времени работы до возникновения отказа (t_0) и количества (p) повторных применений данного вида оснастки после восстановления работоспособности (величины в знаменателе формулы (3)) для разных видов оснастки имеет существенные особенности. Например, для режущего инструмента эти величины можно отождествить с периодом стойкости и количеством переточек до полного износа, которые можно считать известными заранее для применяемых видов режущего инструмента.

Выбор (при прогнозировании) этих величин (t_0 и p) для приспособлений и измерительных средств имеет меньшую определенность. Для этих видов оснастки необходимо сформулировать условия возникновения отказа, обосновать возможность прогнозирования времени работы до наступления отказа и определения количества повторных применений оснастки.

Важнейшее значение при этом имеет прогнозирование возникновения отказа технологической оснастки. Прогнозирование этого события можно осуществить путем моделирования отказа с помощью структурной схемы надежности, состоящей из элементов технологической оснастки, которые в основном определяют ее работоспособность, и показатели безотказности и долговечности (например, вероятность отсутствия или наличия отказа, наработка до отказа, ресурс), которые должны быть известны.

Вероятность появления отказа элемента технологической оснастки может быть установлена в результате математического моделирования потока отказов как событий, каждое из которых заключается в потере работоспособного состояния этого элемента. Обязательным условием моделирования еди-

ничного отказа является наличие математической модели (обладающей необходимым уровнем соответствия оригиналу [6]) процесса, который определяет работоспособность данного элемента технологической оснастки. Моделирование потока отказов основывается на использовании (и воспроизведении с помощью соответствующих программных средств [7]) определенных законов распределения вероятностей возникновения конкретного сочетания характеристик условий работы элемента оснастки.

Например, моделирование (рис. 1) потока отказов станочного приспособления (т.е. событий, заключающихся в увеличении погрешности обработки из-за наступления недопустимого износа установочных элементов при конкретном сочетании характеристик условий применения) основывается на использовании известной [3] математической модели износа установочных элементов.

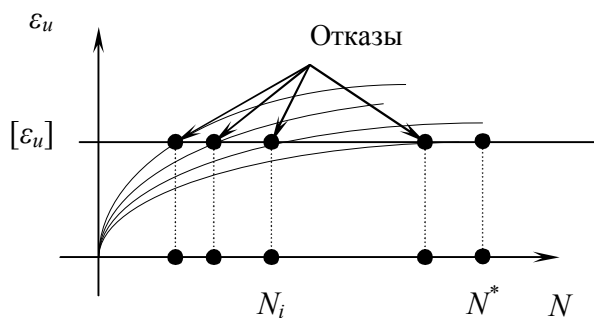


Рис. 1. Имитационное моделирование потока отказов

Среднее время до возникновения отказа оснастки может быть рассчитано по среднему количеству изделий, которые получены до наступления отказа, и длительности применения данного вида оснастки для одного изделия.

Количество повторных применений данного вида оснастки после восстановления ее работоспособности определяется в результате анализа условий достижения предельного состояния для данного вида технологической оснастки.

Общий алгоритм прогнозирования для разных видов технологической оснастки включает:

- определение общего времени использования оснастки данного вида при изготовлении всех видов изделий при заданном их количестве (по информации, которая присутствует в соответствующих технологических процессах);
- определение среднего времени работы до возникновения отказа оснастки данного вида (по информации, полученной путем имитационного моделирования отказов);
- определение количества повторных применений данного вида оснастки после восстановления работоспособности (по информации, полученной в результате анализа условий достижения предельного состояния для данного вида технологической оснастки);
- расчет количества оснастки данного вида на планируемый период по формуле вида (3).

Например, алгоритм прогнозирования количества режущего инструмента, необходимого для организации будущего производства известных видов и объемов выпуска изделий, имеет вид:

– формирование базы данных о машинном времени (T_j) обработки всей номенклатуры (n) деталей каждым режущим инструментом на основе технологических процессов обработки деталей в электронном виде, т.е. полученных при помощи САПР технологической подготовки производства;

– определение суммарного времени обработки (T_{mi}) с применением каждого i -го вида инструмента для соответствующих программ выпуска (N_j):

$$T_{mi} = \sum_{j=1}^n T_j \cdot N_j, \quad (4)$$

– выбор величин периодов стойкости (T_i) для каждого вида режущего инструмента, а также определение количества возможных переточек (p_i) инструмента до его полного износа из соответствующих баз данных;

– расчет количеств (k_i) инструментов каждого вида, необходимых для обработки всей программы выпуска деталей в будущем:

$$k_i = \frac{T_{mi}}{T_i \cdot p_i}. \quad (5)$$

Для одного из машиностроительных предприятий (авиационного профиля) произведен проверочный расчет с помощью данного алгоритма количеств нескольких видов резцов, которые реально использовались в прошедшем году для выпуска известной номенклатуры и объемов выпуска продукции. Величина, полученная при расчете, меньше действительного количества на 5%, что объясняется наличием не учитываемых данным алгоритмом организационно-технических особенностей ведения инструментального хозяйства предприятия. В частности, не учитывается наличие и использование запасов инструментов на центральном инструментальном складе, в инструментальных кладовых механических цехов, способы заказа инструментов, возможный обмен между цехами и т.п.

Снижение трудоемкости и повышение точности прогнозирования может быть обеспечено при автоматизации данного алгоритма с применением ЭВМ, формировании и использовании баз данных с информацией о технологических процессах, оборудовании и оснастке.

На машиностроительных предприятиях с широкой номенклатурой выпускаемой продукции (и соответствующей многономенклатурной технологической оснасткой) важно не только обоснованно определять общую потребность всех видов оснастки, но и рационально ее распределять между потребителями (цехами предприятия) и подразделениями, в которых она хранится и обслуживается (инструментальных складах, кладовых и цехах), а также решать другие вопросы организации инструментального хозяйства.

Основным критерием при решении этих оптимизационных задач являются суммарные затраты, которые должны быть минимальными.

Заключение

Прогнозирование количества технологической оснастки, которая является одним из важнейших ресурсов для организации машиностроительного производства, можно выполнять с помощью предложенного алгоритма. Задача выбора количества технологической оснастки должна решаться с учетом минимизации затрат на его практическую реализацию, т.е. является оптимизационной задачей.

Литература

1. Митрофанов С.П., Гульнов Ю.А., Куликов Д.Д. Автоматизация технологической подготовки серийного производства. – М.: Машиностроение, 1974. – 360 с.
2. Аверченков В.И., Каштальян И.А., Пархун А.П. САПР технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. – Минск: Высшейш. шк., 1993. – 288 с.
3. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
4. Равська Н.С., Мельничук П.П., Касьянов А.Г., Родін Р.П. Технологія інструментального виробництва. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 555 с.
5. Власов В.Ф. Экономика инструментального производства. – М.: Машиностроение, 1965. – 136 с.
6. Ясев А.Г. Соответствие математических моделей и технологических процессов в металлургии и машиностроении. – Днепропетровск: Днепр-VAL, 2001. – 237 с.
7. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство или наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.

Поступила в редакцию 22.08.2005

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Е. Проволоцкий, Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск.