Оптимизацию конструкции деталей, работающих как в упругой, так и в упругопластической областях, следует проводить из условия

$$K_{\text{у-пл_опт}} \to min\, K_{\text{у-пл_опт}}\,. \qquad (10)$$

В качестве иллюстрации эффективности разработанных критериев анализа НС приведены результаты исследования НДС дисков 11 ступени компрессора высокого давления газотурбинного двигателя Д-30КУ-154. Расчётно-экспериментальные доводочные работы [1] проводились с целью увеличения ресурса дисков. В связи с высокой концентрацией напряжений НС в области концентраторов – шлиц было упругопластическим. В результате проведения ряда мероприятий по совершенствованию конструкции дисков их долговечность была увеличена с 2000 циклов до 16000 циклов без появления микротрещин. При этом величина комплексного параметра $K_{\text{у-пл}}$ уменьшилась с 3,863 до 0,0698 – 0,0896 единиц.

Библиографический список

1. Смирнов-Аляев Г.А. Механические основы пластической обработки металлов. Инженерные методы. – Л.: Машиностроение, 1968. 272 с.

2. Агоджино А.М. Влияние надрезов, напряжённое состояние и пластичность. – Тр. Амер. о-ва инж.-мех. Пер. с англ. - М.: Мир, 1978. №4. С. 12–19.

3. Букатый А.С., Букатый С.А., Лёшин Д.П., Округин А.А. Совершенствование конструкции и технологии изготовления ответственных деталей ГТД на основе энергетического метода и исследования жёсткости напряженного состояния // Наукоёмкие технологии в машиностроении и авиадвигателестроении (ТМ-2012). Материалы IV международной научно-технической конференции. В 2-х частях. – Рыбинск: РГАТУ имени П.А.Соловьёва, 2012. – Ч. 1. 334 с. С. 308–312.

УДК 65.011.4

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

©2016 М.Д. Наумова, К.Т. Саттарова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

PECULIARITIES OF THE MODERN MANUFACTURING ENGINEERING MANAGEMENT. MATHEMATICAL MODEL AS A TOOL OF THE INDUSTRIAL PRODUCTION

Naumova M.D., Sattarova K.T. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

This article represents general concepts of mathematical modeling and the application of mathematical models in the organization of production in a non-deterministic execution orders. The model for calculating time parameters is using probability theory. The main problem is to get an option "just in time", i.e. to obtaine products without departing from the prescribed timeframe.

Математической моделью задачи называется совокупность математических соотношений, описывающих суть задачи. Математическое моделирование включает в себя: выбор переменных задач, составление системы ограничений, выбор целевой функции. В данном случае будет рассмотрена модель организации производства с учётом временных параметров.

Основной задачей математического моделирования является возможность его прикладного использования на реальном предприятии. Разработка математической модели позволяет оптимизировать производство и выявить его слабые места.

В современной промышленности одной из основных проблем является нестыковка по срокам. Поэтому было необходимо разработать модель, которая отображает выпол-

нение цикла операций в срок. Этапы формирования модели будут следующими:

– расчёт статистических параметров;

– определение продолжительности цикла;

– определение времени выполнения цикла;

– расчёт вероятности;

– формирование целевой функции.

Основной особенностью данной работы является метод вычисления временных параметров при помощи теории вероятностей. Основной проблемой ставится параметр «Just in time», т.е. получение продукции без отклонения от заданных временных рамок.

Для объяснения продолжительности цикла математически можно воспользоваться формулами теории вероятностей:

– для среднего значения времени технологического цикла:

$$\overline{T} = \sum_{i=1}^{N} \overline{T}_i,$$

где T_i – норма времени i-ой операции;

– для среднего квадратического отклонения:

$$\sigma_T = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} \sigma_i^2 + 2\sum_{isj} r_i \sigma_i \sigma_j},$$

где σ_i - среднеквадратическое отклонение, r_i - коэффициент корреляции между i-й и j-й операциями цикла.

Для времени выполнения цикла выполнения заказа может быть составлена корреляционная матрица, в которой, учитывая последовательность операций цикла для всех $i > j$, коэффициент корреляции равен нулю:

$$r_{ij} = \begin{vmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots r_{1N} \\ 0 & 1 & r_{23} & \dots r_{2N} \\ 0 & 0 & 1 & \dots r_{3N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots 1 \end{vmatrix}.$$

Предложенная модель основывается на принципе выполнения заказа «Just in time». Указанный принцип состоит в том, что при заданном заранее производственном задании можно организовать движение материальных потоков таким образом, что все материалы, компоненты и полуфабрикаты будут поступать в необходимом количестве, в нужное место и точно к назначенному сроку для производства, сборки или реализации готовой продукции. При этом отпадает необходимость в содержании страховых запасов, что приводит к сокращению издержек предприятия.

Понятие «точно в срок» должно рассматриваться с учётом доверительных границ времени цикла. Например, при условии, что функция распределения времени цикла подчиняется нормальному закону, верхняя доверительная граница времени цикла выполнения заказа равна:

$$T_0 = \overline{T} + \chi_p \sigma_T,$$

где χ_p - показатель нормального распределения, соответствующий вероятности Р, σ_T - среднеквадратическое отклонение, T - среднее значение времени технологического цикла.

Вероятность выполнения заказа «точно в срок» в случае, если время выполнения заказа задано определенным значением (т. е. важна только оценка верхней доверительной границы времени), может быть рассчитана по формуле:

$$P = \Phi\left(\frac{T_0 - \overline{T}}{\sigma_T}\right),$$

где Ф(…) – табулированная функция нормального закона распределения.

В случае, когда время выполнения заказа задано интервалом или определённым значением плюс-минус некоторое отклонение от него, вероятность выполнения заказа будет определяться следующим образом:

$$P(\alpha < T_0 > \beta) = \Phi\left(\frac{\beta - \overline{T}}{\sigma_T}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - \overline{T}}{\sigma_T}\right).$$

Формально экономико-оптимизационная задача выполнения технологического цикла «точно в срок» может быть представлена в виде:

$$\sum_{i=1}^{N} C_i(t) \varphi\left(\overline{T}_i, \sigma_i\right) \to \min,$$

где $C_i(t)$ зависимость издержек выполнения i-ой операции цикла от её продолжительности.

$\overline{T}_i, \sigma_i$ - параметры, характеризующие продолжительность i-ой операции.

Если средние значения постоянны, то измерителем неопределенности логистического цикла являются дисперсии:

$$\sum_{i=1}^{N} C_i(\sigma) * \sigma_i^2 \to \min,$$

Таким образом, применение теории вероятности для вычисления временных параметров позволяет построить математическую организационную модель, соответствующую принципу производства «Точно в срок». В дальнейшем предложенная модель будет спроецирована на реальное производство, выполнено сравнение с существующей и предложен план оптимизации производства с учётом необходимых параметров. На основании полученных данных будет разработана феноменологическая модель организации производства с учётом принципа «Just in time».

УДК 629.7.062

РЕАЛИЗАЦИЯ РАЗРАБОТОК ОКБ Н.Д. КУЗНЕЦОВА В НАШИ ДНИ

©2016 Ю.И. Цыбизов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

THE PRESENT DAY OKB N. D. KYSNETSOV DEVELOPMENTS REALISATION

Tsibisov Yu.I. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

Creation issues on the seaplane engine thrust converter for performing a sea rescue operation.

Миновала уже 105 годовщина со дня рождения выдающегося инженера - ученого академика Николая Дмитриевича Кузнецова. Несмотря на то, что разработки возглавляемого им в прошлом коллектива ОКБ, составившие основополагающую часть истории общего развития авиадвигателе- и ракетостроения были осуществлены в прошедшем 20-м «авиакосмическом веке», но в настоящее время (21 век) востребован и успешно реализуется созданный трудом трёх поколений обширный научно-технический задел. Этому уделено много внимания в многочисленных выступлениях и публикациях на традиционных конференциях, посвящённых памяти нашего Генерала (как с любовью и гордостью его называли те, кто благодарен ему за лучшие прожитые годы востребованного творчества). Однако и в наши дни можно отметить оригинальные конструкторские решения, истоки которых связаны с именем Н.Д. Кузнецова. Одному из них (нигде не упоминавшемуся ранее) и посвящена тема доклада.

В качестве инноваций мирового уровня за столетнюю историю авиации России отмечены такие разработки, как многоцелевой и многорежимный ракетоносец-бомбардировщик Ту-160 с силовой установкой с двигателями НК и, в частности, самолёт-амфибия А-40 с газотурбинными двигателями. Разработка самолёта-амфибии началась в 1983 г. в Таганрогском научно-техническом комплексе им. Г.М. Бериева. Вначале амфибия рассматривалась в качестве самолёта противолодочной обороны, но в процессе проектирования были расширены задачи, позволившие получить её как многоцелевую: для поисково-спасательных работ, пассажирских и грузовых перевозок, а также в противопожарном варианте.

В начале 1991 г. к Н.Д. Кузнецову обратилось руководство ТАНТК им. Г.М. Бериева с просьбой рассмотреть разработку двигателя с возможностью максимального снижения тяги двигателя на режиме малого газа при проведении аварийно-спасательных работ в открытом море. Основанием послужило замечание макетной комиссии о том,