

Управление размещением контрольных операций по технологическому процессу изготовления высокотехнологичного продукта

© 2009 В.А. Лаврентьев

кандидат экономических наук, профессор

Волжский государственный инженерно-педагогический университет,
г. Нижний Новгород

Предложен подход, обеспечивающий оптимизацию размещения контрольных операций по технологическому процессу с учетом установленного соотношения неисправных и исправных элементов высокотехнологичного продукта. Реализация подхода базируется на методе линейного программирования, где целевой функцией является себестоимость продукта, а ограничениями, соответственно, уровень брака и число контрольных операций.

Ключевые слова: технологический процесс, контрольные посты, процедура оптимизации размещения контрольных постов, схема контроля, контрольная система.

Кризисные явления в экономике РФ, прежде всего, негативно отразились на наукоемких производствах, выпускающих высокотехнологичный продукт, так как технологический процесс его изготовления требует наличия контрольных операций, затраты на выполнение которых сопоставимы с основными технологическими операциями, что в целом приводит к росту себестоимости продукта. Возникает проблема сокращения числа контрольных операций при одновременном недопущении установленного уровня брака и качества продукта.

Для решения проблемы предлагается процедура оптимизации размещения контрольных постов по технологическому процессу, иными словами, технологическая модернизация производственной подструктуры с целью минимизации затрат.

Технологический процесс представляется обобщенной схемой (рис. 1).

Первоначальная схема исследования системы контроля не предусматривает оценки достовернос-

ти контроля, так как в данном случае принимается гипотеза о том, что контрольная операция, осуществляющая контроль правильности исполнения изделия по l -му параметру, обладает вероятностью правильной отбраковки, равной единице. Погрешность приборов или исполнителей контрольных операций в данной методике в расчет не принимается. В случае, когда контроль осуществляется после каждой технологической операции, обеспечивается равенство $n = m$.

Теперь рассмотрим последовательность оценок соотношения между затратами на контроль и технологическими затратами. Общий подход при этом состоит в следующем: если контроль осуществляется после каждой технологической операции, то затраты на контроль возрастают и могут превысить или стать соизмеримыми с технологическими затратами; если осуществлять контроль всех параметров лишь в конце технологического процесса, то возрастут затраты на технологическую обработку изделия, уже имеющего брак на предыдущих опе-

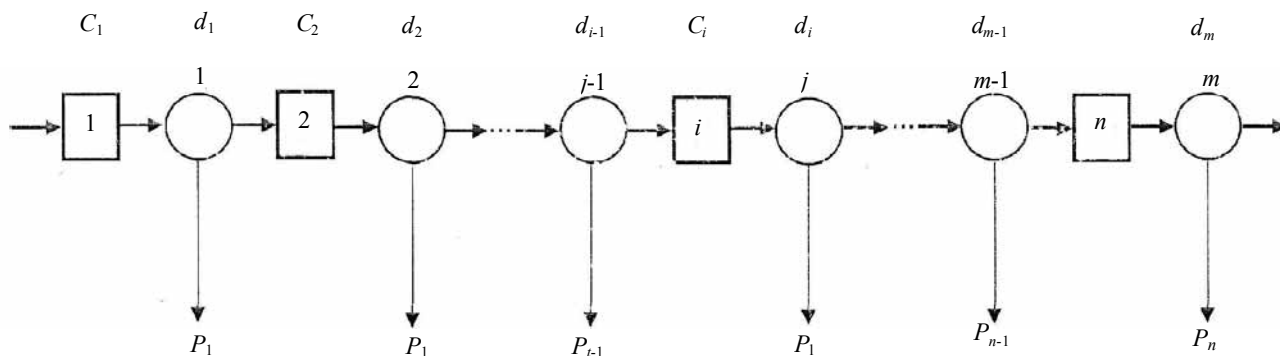


Рис. 1. Обобщенная схема технологического процесса:

$i = 1, \dots, n$ - номер технологической операции; $n = 1, \dots, m$ - номер контрольной операции;
 p_i - вероятность брака на i -й технологической операции; C_i - затраты на i -ю технологическую операцию;
 d_l - затраты на контроль l -го параметра ($l = 1, \dots, k$) после i -й технологической операции.

рациях. Очевидно, что оптимальное решение о выборе мест контроля должно учитывать как соображения минимизации технологических затрат, так и соображения о минимизации затрат на контроль.

Рассмотрим, для удобства рассуждений, схемы контроля, начиная с конца процесса. В качестве первого варианта рассмотрим единичный контроль изделия по всем параметрам на выходе (рис. 2).

Потери, вызванные принятой структурой контроля, будут составлять: затраты на обработку изделия, если последнее уже должно быть отбраковано, но продолжает оставаться в технологической системе из-за отсутствия контроля в

раматры, которые обеспечиваются исполнением только в n -й технологической операции. Суммарные затраты при этом выразятся в виде:

$$C_{\Sigma} = \frac{1}{n-1} C_1^{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} P_i + d_{n-1}^n.$$

В итоге, по индукции просмотрев все варианты контроля - от единичного (после последней технологической операции) до сплошного контроля, получим обобщенное выражение для суммарных затрат в виде:

$$C_{\Sigma} = \left\{ \frac{1}{n-m-1} C_1^{n-m+1} \sum_{i=1}^{n-m+1} P_i - d_{n-m+1}^n \right\} - \min,$$

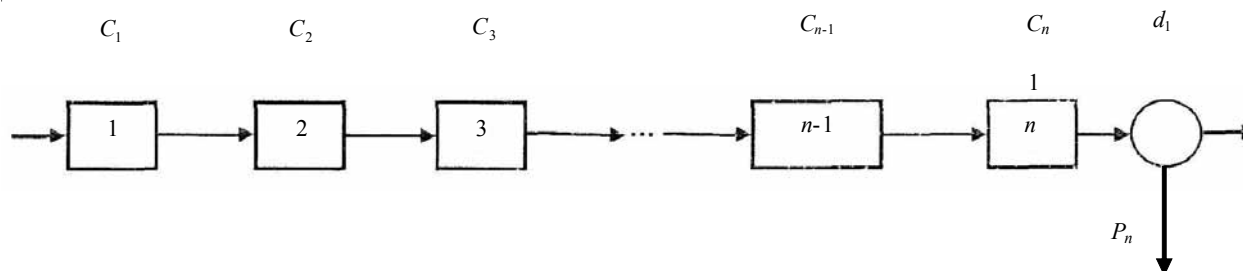


Рис. 2. Схема процесса с контролем после последней технологической операции

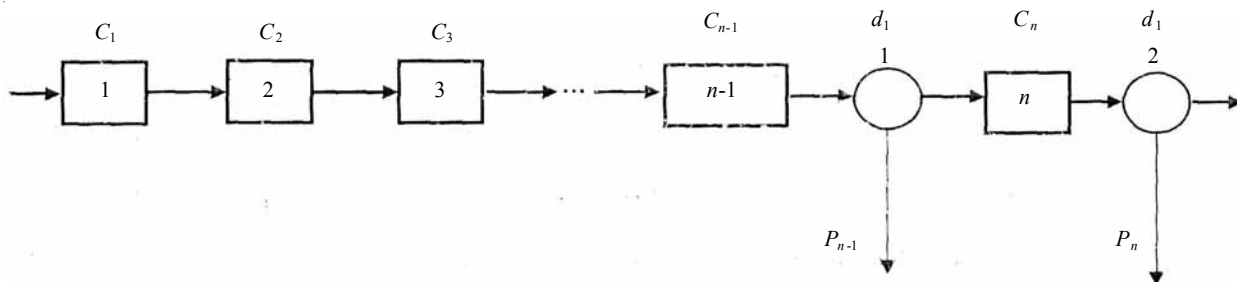


Рис. 3. Схема процесса с контролем после двух последних технологических операций

процессе изготовления, и затраты на одну контрольную операцию.

Суммарные затраты выразятся соотношением:

$$C_{\Sigma} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i P_i + d_n = \frac{1}{n} C_1^n \sum_{i=1}^n P_i + d_n^n,$$

где принято дополнительное обозначение C_1^n , в котором индексы обозначают суммирование технологических затрат от 1-й по n -ю операцию включительно (то же относится и к затратам на контроль, обозначаемым d_n^n).

Теперь изменим схему контрольной системы: помимо конечного, установим контрольный пост после предпоследней операции (рис. 3).

Тогда все параметры, исполняемые от 1-й по $(n-1)$ -ю технологическими операциями, контролируются первым контрольным постом (после $(n-1)$ -й технологической операции), а после конечной операции контролируются лишь те па-

раметры, которые обеспечиваются исполнением только в n -й технологической операции. Суммарные затраты при этом выразятся в виде:

$$P_i \leq P_{i,зад}; i=1, \dots, n.$$

Привлечение для расчетов значений вероятностей брака позволяет рассчитать средние вероятности брака изделия на i -й операции. Тем самым создается возможность оценить (в среднем) потери из-за обработки бракованного изделия в течение рассматриваемого технологического процесса.

Естественно, что стоимость операции контроля зависит и от места контрольной операции в технологическом процессе. Поэтому при вычислениях, связанных с реализацией обобщенного выражения, следует все значения затрат на контроль определять априорно, создавая тем самым априорную матрицу затрат на контрольные операции. Аналогично необходимо создавать априорные матрицы технологических затрат и вероятностей брака после каждой технологической операции.