

ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ
ПРОИЗВОДСТВА

В. П. ИВАНОВ

Учреждение образования
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Новополоцк, Беларусь

Необходимость совершенствования выбора лучших технических решений обусловлена большим объемом работ, связанных с подготовкой производства, и их влиянием на надежность изготавливаемых или ремонтируемых машин и агрегатов.

Техническое решение – результат процедуры построения оптимальной структуры средства технологического оснащения (СТО) или технологического процесса. Требования к техническому решению следующие: содержание принципиально новых элементов; пригодность для разработки как СТО, так и технологического процесса; возможность применения в смежных процессах или устройствах (модульность); обеспечение производительности и качества; эффективность.

Оценочные критерии при выборе технического решения определены техническими и экономическими показателями, основными из которых являются показатели назначения, надежность и экономическая эффективность. При этом показатели назначения и надежности выступают в качестве ограничений (они должны быть обеспечены неукоснительно), а экономические – выступают в качестве параметров оптимизации (они должны быть минимальными или максимальными по смыслу).

Таким образом, технические решения, касающиеся создания средств и процессов производства на стадии их подготовки, связаны с выполнением заданной функции с последующим обеспечением нормативной безотказности и долговечности изделий с наименьшими затратами труда, материалов и энергии. Основная характеристика СТО – выполняемые ими функции. В то же время этими функциями описываются: технологический процесс, операция или ее часть. Это обуславливает общность подходов, с помощью которых описывают варианты решений и находят их лучшие структуры.

Выбор наилучшего технического решения основан на представлении различных сочетаний его элементов (число которых может измеряться тысячами) и поиска оптимального варианта с помощью процедур математического программирования. Оценочный критерий (параметр оптимизации) технического решения – сумма затрат на подготовку производства и его текущее обеспечение, отнесенных к одному изделию.

Различные технические решения могут быть описаны графами, множества вершин которых соответствует множествам элементов средств

или процессов, а множество дуг – приведенными затратами на создание и функционирование этих элементов. Каждая составляющая технического решения необходима, а все вместе они достаточны для построения технологического процесса или создания технического объекта.

Оптимизация решения выражается в поиске кратчайшего пути по высоте из вершины верхнего яруса в одну из вершин нижнего яруса графа а, соответственно, подмножество вершин на этом пути определяют содержание оптимального технического решения. Поскольку факторы и параметры оптимизации заданы в целочисленном виде, оптимальную структуру решения находят с применением динамического программирования. Кратчайший путь в виде затрат Z_{i+1} между указанными вершинами определяют с помощью принципа оптимальности Р. Беллмана, используя свойство аддитивности целевой функции по составным частям процесса, для чего решают рекуррентное уравнение в каждой вершине графа

$$Z_{i+1} = \min (\text{по всем вершинам графа}) [Z_{(i+1)-1} + Z_i],$$

где i – индекс шагов решения; Z_i – затраты на выполнение i шагов при условии, что соответствующий участок графа выбран оптимальным образом; Z_{i+1} – затраты, отнесенные к $i+1$ шагам; $Z_{(i+1)-1}$ – затраты, отнесенные к присоединению $(i+1)$ -ой шага процедуры к i его шагам.

Затраты на подготовку и выполнение одной технологической операции или создание технологического объекта включают: капиталовложения в здания, оборудование, оснастку (приспособления и долговечный инструмент, типа борштанг); текущие затраты на амортизацию основных фондов; затраты на использование по назначению (работу), поддержание (техническое обслуживание) и восстановление ресурса (ремонт) оборудования и приспособлений; стоимость материалов и энергии в объеме их норм расхода; заработную плату с начислениями; утилизацию отходов.

Выбранные на графе направления движения из его вершин обозначают стрелками. Эти связи обуславливают оптимальные сочетания частей решения на предыдущих шагах с составляющими решения на последующем шаге. Расчеты при этом ведут от вершин нижнего их ряда к верхней вершине. В вершины графа вписывают значения Z_{i+1} . Двигаясь в найденных направлениях сверху вниз через одну из вершин каждого яруса графа, находят сочетание частей устройства или операций, которое, при прочих равных условиях, обеспечивает наименьшие затраты на реализацию технического решения.

Предложенные методы поиска технических решений отличаются наглядностью, эффективностью, комплексностью и универсальностью. Изменяющееся соотношение затрат на материалы, энергию и заработную плату и появление новых технических решений требует периодического пересмотра результатов оптимизации.