

УДК 621.81:658.562

А. Н. Трусов, Р. А. Рамазанов

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В СРЕДЕ «ТЕХНО ПРО»

Одной из основных проблем обеспечения экономичности проведения конструкторско-технологической подготовки машиностроительной продукции к выпуску является наличие многовариантности проектных решений.

Конструктор, разрабатывая конструкцию изделия, сборочной единицы или отдельной детали, может предложить множество решений, отвечающих требуемому служебному назначению. В свою очередь технолог на каждую предложенную конструкцию может разработать несколько вариантов технологических процессов (ТП), отличающихся структурой, используемым оснащением, трудоемкостью и экономическими затратами.

Основная трудность в принятии рационального решения состоит в том, что затраты от принятого решения проявятся не на стадии конструкторской или технологической подготовки, а на стадии производства. Технолог, а тем более конструктор, должен иметь инструмент, позволяющий оценить (хотя бы ориентировочно) экономические затраты на реализацию его проектных решений в сфере производства.

Немаловажно, что решения, принятые на более ранних стадиях подготовки производства, оказывают значительно большее влияние (в разы) на экономические показатели в целом, чем решения на более поздних стадиях.

Сегодня самым распространенным способом решения данной проблемы является отработка на технологичность конструкций изделий и широкое использование типовых, проверенных практическим опытом решений. Оценка в этом случае практически всегда качественная – «хорошо», «плохо». Этого механизма просто недостаточно для принятия не только конструктивно, но и экономически обоснованных решений.

Использование для автоматизации труда конструктора и технолога современных информационных технологий позволяет на любой стадии проектирования получить количественную оценку эффективности принимаемых решений.

Сегодня рынок программного обеспечения систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) представлен достаточно широко. Среди наиболее распространенных на отечественном рынке можно выделить разработку фирмы «Вектор-Альянс» систему «ТехноПро» [1].

При проектировании технологических процессов круг задач формального расчетного характера, которые легко реализуются на ЭВМ, крайне ограничен. Среди них можно выделить такие задачи как расчет припусков и межпереходных размеров, расчет режимов резания, нормирование

технологического процесса.

По причине слабой формализации процесса технологического проектирования при решении задач нерасчетного характера (выбор заготовки, разработка маршрута обработки детали, выбор станков, инструментов и т.д.) решения принимаются в результате выбора из известных типовых решений, т.е. типовые решения – это основа формализации для решения задач неформального характера при проектировании технологических процессов с помощью ЭВМ.

Процесс выбора решений при этом заключается в следующем: каким-либо образом описывается весь набор типовых решений, а также условий, при которых может быть применено каждое из них. Эти данные описываются заранее в виде базы данных и заранее же вводятся в ЭВМ. При разработке ТП в ЭВМ вводятся некоторые исходные данные по детали. После этого проверяется соответствие исходных данных условиям применимости типовых решений. При выполнении всех условий комплекса условий применимости принимается соответствующее типовое решение.

В САПР ТП «ТехноПро» применен метод классификации деталей, аналогичный методу групповых ТП и противоположный методу типовых ТП. При использовании типовых ТП детали разбиваются на возможно большее количество групп, для каждой из которых разрабатывается типовая ТП. В «ТехноПро» же, как можно, большее количество деталей объединяются в одну группу. По мере расширения группы растет гарантия того, что ТП изготовления новых деталей будут автоматически спроектированы..

Метод анализа является основным методом проектирования ТП при эксплуатации гибких производственных систем. Его применение дает наибольший эффект при внедрении на производстве групповых и типовых ТП, поскольку этот метод не нарушает существующей специализации и традиций производственных подразделений, упрощает процесс проектирования, не требует трудноформализуемых процедур синтеза новых ТП. Для проектирования ТП достаточно создать описание конструкции детали, для которой необходимо спроектировать технологический процесс ее обработки. Описание можно взять (считать автоматически) с электронной версии чертежа детали. Описание чертежа детали можно создать также без использования графических средств, вводя необходимые данные с клавиатуры.

Описание чертежа детали заключается в заполнении общих сведений о детали (данные из штампа и технические требования чертежа) и параметров элементов конструкции (поверхностей),

имеющихся на чертеже детали.

После создания описания детали ей назначается разработанный ранее общий ТП (ОТП) соответствующей группы деталей. Затем запускается процесс автоматического формирования технологического процесса. В течение этого процесса ТехноПро выбирает из назначенного ОТП операции и переходы, необходимые для изготовления каждого элемента конструкции детали и переносит их в конкретный ТП. Затем из выбранного перечня система отбрасывает операции и переходы, обеспечивающие лучшее качество изготовления поверхностей детали по сравнению с указанными требованиями на чертеже.

После этого система отбрасывает из конкретного ТП операции и переходы, в которых условия их выбора не выполнены. Далее ТехноПро производит расчеты, имеющиеся в условиях оставшихся операций и переходов.

Затем система рассчитывает технологические размерные цепи с учетом значений припусков, указанных в переходах ОТП.

Далее система выполняет условия подбора технологического оснащения операций и переходов и выполняет имеющиеся в этих условиях расчеты режимов обработки и норм изготовления.

В конце процесса проектирования система формирует тексты переходов, заменяя имеющиеся в них параметры на конкретные значения.

В период создания и внедрения САПР ТП на предприятии, потребуется решения нескольких первоочередных задач. Во-первых, проектирование и развертывание информационной системы, это закупка и установка технического обеспечения САПР ТП, а так же заполнение и поддержание актуальности технологической базы данных предприятия. В информационную базу нужно будет внести наименования операций, оборудования, приспособления, вспомогательные материалы, тексты переходов, режущие, измерительные, вспомогательные инструменты, заготовки, комплекты для сборочных технологических процессов. Во-вторых, обучение персонала. Технологи, которые являются опытными пользователями компьютера, могут самостоятельно освоить приемы работы с ТехноПро. На некоторых предприятиях освоение системы не продвигается дальше диалогового метода проектирования. В-третьих, создание базы знаний предприятия. База знания представляет собой созданный специальный параметрический (общий) технологический процесс. В процессе создания ОТП, ТехноПро «обучается» проектированию технологии конкретного производства. Однажды обучив систему, можно быть уверенным, что ТехноПро никогда не забудет производственных нюансов проектирования ТП.

Для автоматического проектирования ТП на основе принципа анализа в ТехноПро необходимо создать базу данных. Для этого нужно сгруппиро-

вать детали, в основном по сходству технологий их изготовления. При этом для каждой группы создается параметрический ОТП, который содержит весь перечень операций изготовления всех деталей группы [4]. Для создания ОТП используются ТП, уже освоенные в производстве.

Создание ОТП осуществляется в следующей последовательности. Один из ТП группы принимается за базовый и вводится в виде ОТП. Затем в него добавляются недостающие операции и переходы из других ТП.

При добавлении выявляются признаки, в зависимости от которых необходимо выбирать ту или иную операцию, переход или маршрут. Проверка каждого из признаков вносится в виде условий в базу ТехноПро. Примерами таких условий являются проверки: вида заготовки, марки или твердости материала детали, габаритов детали, наличия определенных элементов конструкции (поверхностей), их размеров и т.д.

После создания ОТП можно приступить к автоматическому проектированию индивидуальных ТП.

От того, как разработан ОТП, будет зависеть качество проектируемых ТП: насколько он будет соответствовать производственным традициям конкретного предприятия, какое технологическое оснащение будет подобрано, какие значения режимов резания и норм времени будут приняты. ОТП должен отвечать следующим требованиям:

- включать в себя столько операций и переходов, сколько потребуется для проектирования техпроцесса обработки любой детали группы;
- обеспечивать многовариантность проектируемых техпроцессов для одной детали;
- выбирать из базы данных все необходимое технологическое оснащение по разработанным условиям;
- рассчитывать технологические параметры операций и переходов по заложенным в ОТП методам;
- рассчитывать стоимость варианта технологического процесса.

Операции и переходы добавляются в ОТП постепенно, по мере расширения производственной номенклатуры.

Многовариантность разрабатываемого ТП достигается вводом в ОТП операций и переходов, предназначенных для обработки одного типа поверхностей и ввода условий выбора каждого варианта, а также разработка специальных диалогов для узловых моментов, где технолог сможет принимать решения о дальнейших направлениях движения процесса проектирования.

Расчет технологических параметров (межпереходных размеров, режимов резания, норм времени и т.д.) потребует не только разработку алгоритмов расчета, ввод расчетных выражений, а так же добавление в систему необходимых для расчетов технологических таблиц и заполнения их дан-

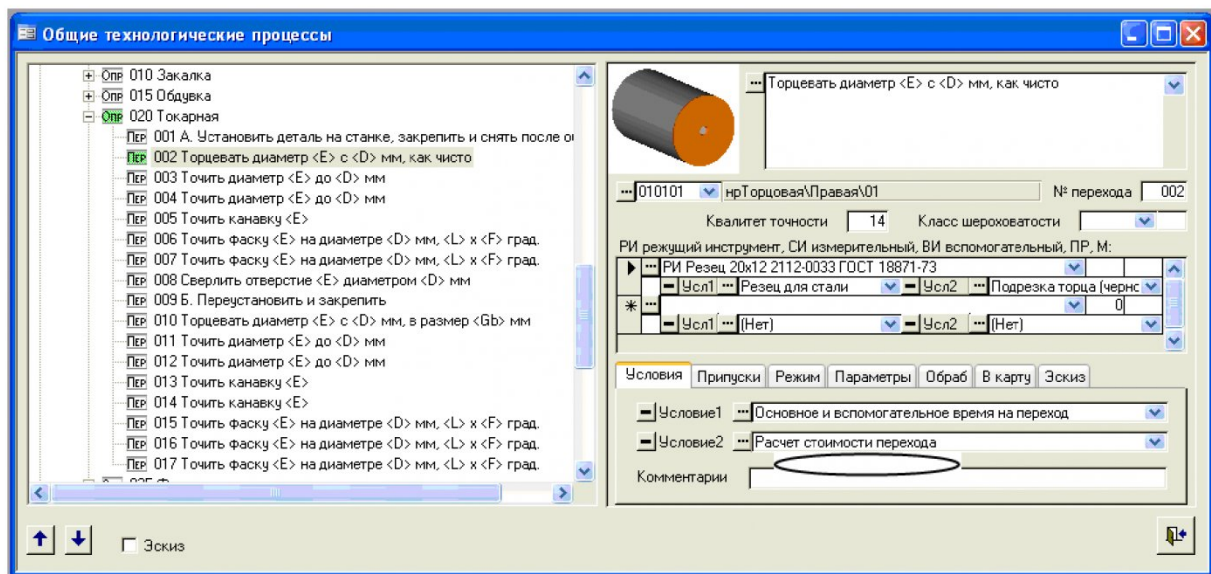


Рис. 1. Присоединение условия расчета стоимости перехода

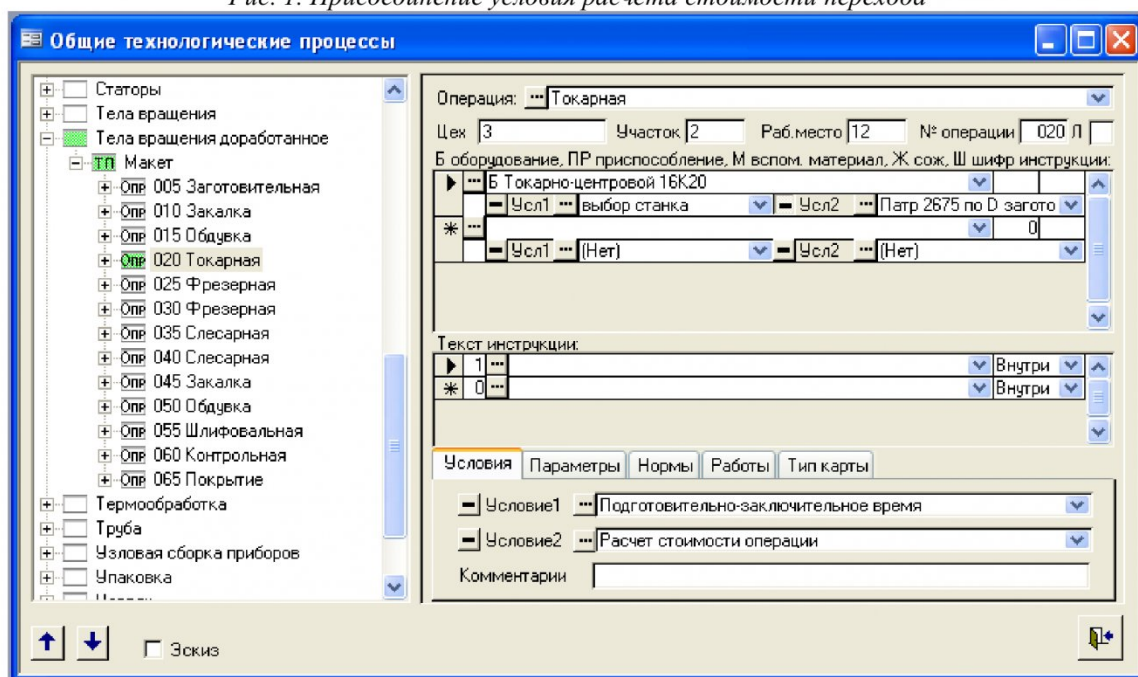


Рис. 2. Присоединение условия расчета стоимости операции

ными.

Ввод в ОТП возможности расчета стоимости техпроцесса позволит, одновременно с окончанием проектирования варианта ТП, знать его стоимость, расчет которой можно вести, используя подход к технологии изготовления деталей и узлов с точки зрения иерархической структуры производства. Технология изготовления реализуется в виде иерархии от ТП до рабочего хода.

Стоимость ТП рассчитывается по формуле

$$C_{ТП} = \sum_{j=1}^m C_{ТПj}^6 + \sum_{i=1}^n C_{ОПi}, \quad (1)$$

где $C_{ТП}$ – стоимость ТП; m – количество вспомогательных действий на уровне Тв; первое слагаемое – стоимость всех вспомогательных действий

на уровне ТП; n – число операций в ТП; второе слагаемое – стоимость более низкого уровня на этапе технологической операции.

Стоимость операции $C_{ОП}$ рассчитывается как сумма стоимости вспомогательных действий на уровне операции и стоимости более низкого уровня на этапе перехода по формуле

$$C_{ОП} = \sum_{j=1}^m C_{ОПj}^6 + \sum_{i=1}^n C_{ПЕРi}, \quad (2)$$

где m – количество вспомогательных действий на уровне операции; n – число переходов в ТП.

Стоимость перехода $C_{ПЕР}$ рассчитывается как

$$C_{ПЕР} = (T_0 + T_6) / C_{норм}, \quad (3)$$

где T_0 , T_6 – основное и вспомогательное время

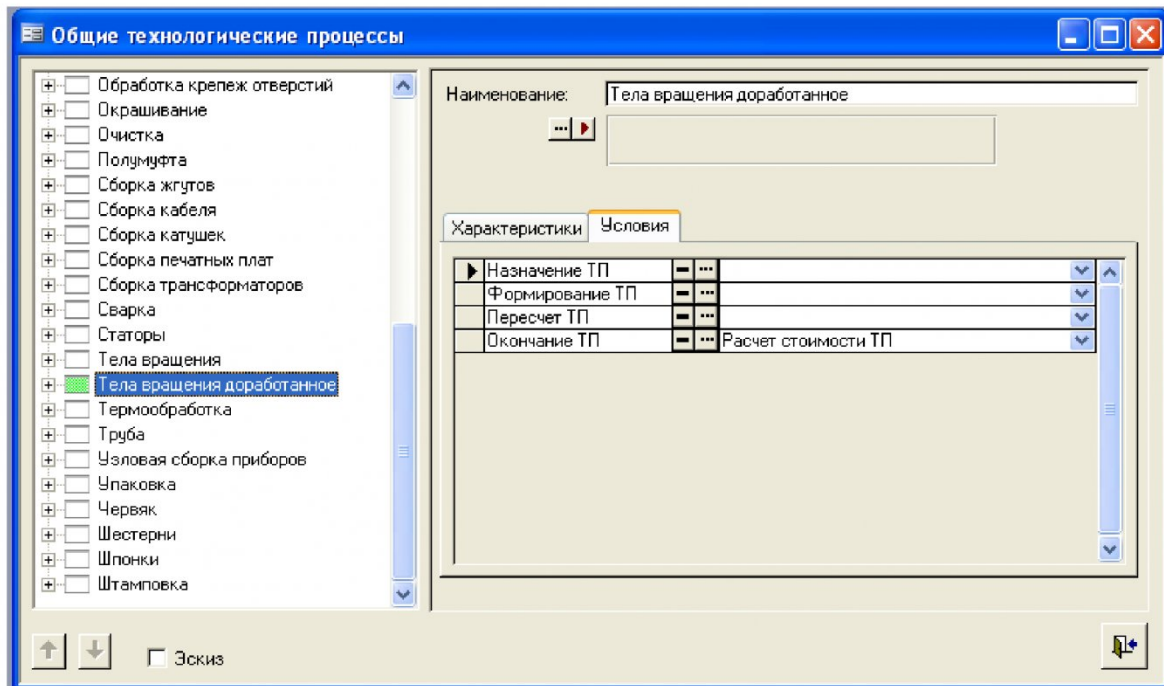


Рис. 3. Присоединение условия расчета стоимости ТП

перехода; $C_{\text{норм}}$ – стоимость нормо-часа работы станка.

Данные режимов резания назначаются в соответствии с конкретным ТП и по ним вычисляется время на обработку по формулам нормирования.

В процессе автоматического проектирования система обрабатывает все условия, назначенные на каждый элемент ОТП. Условия можно задавать как для элементов ТП, так и ТП в целом.

При таком расположении условия «Расчет стоимости перехода» (рис. 1), расчет (3) будет сделан после включения перехода в состав операции, подбора технологического оснащения, расчета режимов резания и норм времени.

Расчет стоимости операции по условию «Расчет стоимости операции» (рис.2) будет производиться при включении данной операции в ТП. Расчет стоимости операции будет сделан согласно (3) после подбора оборудования, приспособлений, подбора требуемых переходов и расчета парамет-

ров переходов.

Условие «Расчет стоимости ТП» (рис. 3) будет выполнено при окончании проектирования ТП, после подбора всех требуемых операций ТП. Условие построено на основе выражения (1).

В результате проектирования ТП будет получена не только общая стоимость, но и детальная структура стоимости ТП, что позволит инженеру оптимизировать проектируемые ТП по стоимости.

Таким образом, разработку ОТП можно выделить как этап в процессе создания САПР ТП отдельного предприятия. Список требований, предъявляемых к ОТП, может быть расширен. Но даже из вышеперечисленных требований следует, что объем работ этапа создания ОТП значительный. Работы эти должны производиться в тесном контакте технологов, экономистов и других служб предприятия со специалистами по автоматизации производственных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. www.tehno.pro. Официальный сайт корпорации "Вектор-Альянс".
2. Система автоматизации технологического проектирования и подготовки производства «ТехноПро» версия 7. Книга 1. Руководство пользователя.
3. Система автоматизации технологического проектирования и подготовки производства «ТехноПро» версия 7. Книга 2. Руководство пользователя.
4. Система автоматизации технологического проектирования и подготовки производства «ТехноПро» версия 7. Книга 3. Руководство по автоматическому проектированию.

□ Авторы статьи:

Трусов
Александр Николаевич
- канд. техн. наук, доцент каф.
«Информационные и автоматизиро-
ванные производственные системы»
КузГТУ. Тел. 8-3842-39-63-24

Рамазанов
Рустам Александрович
- ст. преп. каф. «Информационные и
автоматизированные производст-
венные системы» КузГТУ.
Тел. 8-3842-39-63-24