

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

А. В. Танкевич

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. В. Петухов

Выбор состава переходов при проектировании технологических процессов механической обработки деталей является одной из трудно формализуемых задач. Это объясняется многовариантностью технологического проектирования, зависимостью от типа производства и наличия того или иного оборудования на конкретном предприятии. В то же время в наибольшей степени состав переходов зависит от геометрической формы и размеров обрабатываемой поверхности, точности ее изготовления и взаимного расположения, а также требуемой шероховатости, получаемой после обработки.

Эффективным способом решения задачи формализации выбора состава переходов при автоматизации проектирования единичных технологических процессов (процессов для конкретных деталей) является метод типизации на основе общих технологических процессов (ОТП). Теоретические основы данного метода, использованные при автоматизации технологического проектирования деталей класса «тела вращения» на базе системы ТехноПро, описаны в работе [3].

Сущность практической реализации метода заключается в том, что на стадии адаптации системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) администратор системы (обычно опытный технолог) из номенклатуры деталей некоторого производства отбирает детали с близкими геометрическими параметрами. Эти детали образуют группу, для которой и создается ОТП. Он, являясь информационной основой системы проектирования, обобщает традиции и опыт создания технологии на данном предприятии. Чем больше деталей в группе, тем эффективнее используется система проектирования. Очевидно, что для оригинальных, редко изготавливаемых деталей создавать ОТП не целесообразно. Метод хорошо работает в условиях многономенклатурного серийного производства. Его достоинствами являются:

- снижение стоимости проектирования;
- сокращение сроков технологической подготовки производства;
- повышение качества единичных технологических процессов;
- независимость качества проекта от квалификации проектировщика;
- возможность сохранять опыт проектирования технологии;
- сравнительно невысокая стоимость программного обеспечения и простота его использования.

Наряду с этими достоинствами метод обладает существенным недостатком, который заключается в высокой сложности и значительной трудоемкости разработки и отладки ОТП. Эффективным методом борьбы с указанным недостатком является создание базы данных (БД) переходов для обработки элементарных поверхностей с автоматизацией расчета припусков на обработку.

Мотивацией указанного подхода является то обстоятельство, при котором любую комплексную деталь, для изготовления которой разрабатывается ОТП, можно представить в виде определенного множества элементарных поверхностей. Следовательно, создание БД переходов для их обработки позволит оперировать с целым комплексом условий и вычислений.

С целью повышения уровня формализации выбора состава переходов было проведено исследование, включающее следующие этапы:

1. Проведение классификации элементарных поверхностей (ЭП) по видам и типам.
2. Выявление параметров, характеризующих элементарные поверхности.
3. Сбор информации о нормативных документах, регламентирующих описание технологических переходов, и составление перечня предметов труда (ПТ) согласно нормативным документам.
4. Идентификация перечня элементарных поверхностей перечню предметов труда (выявление связи ЭП \rightarrow ПТ).
5. Составление перечня ключевых слов (КС), используемых для указаний действий, проводимых над предметами труда для перевода их из состояний «заготовка» (З) в состояния «деталь» (Д).
6. Установление взаимосвязей между описаниями ЭП и производимыми над ними действиями для перевода З \rightarrow Д.
7. Разработка методики определения припусков на обработку элементарных поверхностей на базе интегрально-аналитического метода.
8. Выявление взаимосвязей между описаниями ЭП и переходами, представляемыми в полной и сокращенной форме.

На *первом этапе* исследования была проведена классификация ЭП. При этом все многообразие ЭП было разбито на следующие структурные составляющие:

- классы (внутренних и наружных поверхностей);
- виды (торец, уступ, цилиндр, конус и т. д.);
- типы (правая, левая, верхняя, нижняя и т. д.).

На *втором этапе* был сформирован перечень параметров, характеризующих элементарные поверхности. Например, для наружных торцевых поверхностей – это диаметр поверхности торца (D), габаритный размер детали (Gb), шероховатость поверхности (Sh) и т. д.

На *третьем этапе* был проведен подбор нормативных документов, регламентирующих описание технологических переходов. В состав нормативных документов входили ГОСТы, определяющие правила записи операций и переходов холодной штамповки, обработки резанием, слесарных работ и т. д. Анализ указанных документов позволил определить перечень ПТ. В него вошли буртик, выточка, галтель, наружная цилиндрическая поверхность и т. д.

Идентификация перечня элементарных поверхностей перечню предметов труда, проведенная на *четвертом этапе*, позволила выявить связи ЭП с ПТ. В частности, элементарная поверхность «цилиндр» была идентифицирована предмету труда «наружная цилиндрическая поверхность» и т. д.

На *пятом этапе* был составлен перечень КС, используемых для указаний действий, проводимых над предметами труда для перевода их из состояний «заготовка» (З) в состояния «деталь» (Д). Эта работа проводилась на основании анализа норматив-

ных документов, регламентирующих описание технологических переходов. Ее результатом стала констатация факта, что предмет труда «наружный торец» можно довести, подрезать, полировать, притирать, шлифовать и фрезеровать. При этом было, в частности, установлено, что подрезать наружный торец можно на автоматной, агрегатной, комбинированной, расточной и токарной операциях. В итоге проведенная работа позволила составить информационный массив, используемый для выбора ключевого слова технологического перехода и группы операций.

Шестой этап исследования проводился для установления взаимосвязей между численными значениями параметров, характеризующих ЭП, и производимыми над ними действиями для перевода З → Д. Работа проводилась на основании значений погрешностей размеров, формы и расположения поверхностей деталей при различных методах обработки. Известно, что в результате применения того или иного метода обработки поверхность приобретает определенные свойства, характеризуемые определенными параметрами. Для методов механической обработки поверхностей в состав указанных параметров входят качество допуска на выполняемый размер, шероховатость поверхности после обработки, степень точности обработки, глубина дефектного слоя и т. д. Значения указанных параметров для каждого метода обработки находятся в определенном интервале. В зависимости от «попадания» значения параметра ЭП в границы установленного интервала выбирается определенный метод окончательной обработки, однозначно связанный с ключевым словом. При этом для некоторых ключевых слов вводятся дополнения, например, «предварительно» или «окончательно», а также выстраиваются обратные цепочки ключевых слов, например, «полировать–шлифовать–фрезеровать».

На *седьмом этапе* была разработана методика определения припусков на обработку ЭП на базе интегрально-аналитического метода, сущность которого заключается в использовании эмпирических уравнений следующего типа:

$$Z_{\min, i} = a + b \cdot D^m + c \cdot L^n,$$

где коэффициент a представляет собой часть припуска, которую необходимо снять, чтобы удалить дефектный слой $T_{(i-1)}$ и микронеровности $R_{Z(i-1)}$.

Сумма $(b \cdot D^m + c \cdot L^n)$ соответствует части припуска, которая вводится для компенсации неравномерности, обусловленной пространственными отклонениями ЭП и зависящей от габаритных размеров детали D и L . Коэффициенты a , b , c и показатели степени m и n определялись путем обработки данных справочно-нормативных таблиц операционных припусков с использованием метода наименьших квадратов. Такой подход позволил установить эмпирические зависимости типа $Z_{\min} = f(D, L)$ для определения минимальных операционных припусков для различных ЭП.

На *восьмом этапе* проводилось выявление взаимосвязей между описаниями ЭП и переходами, представляемыми в полной и сокращенной форме. С этой целью был проведен дополнительный анализ нормативных документов, регламентирующих описание технологических переходов. Он позволил сформировать три варианта описания технологических переходов (полный, сокращенный и так называемой «промежуточный»). Последний используется в случаях, когда необходимо указать в тексте перехода неокончательные, а текущие размеры ЭП, получаемые после его выполнения.

Проведенное исследование позволило создать базу данных технологических переходов для обработки элементарных поверхностей. Это обеспечило повышение степени формализации выбора состава переходов при проектировании технологических процессов механической обработки деталей и значительно упростило создание ОТП.

Литература

1. Петухов, А. В. Модель принятия решений при проектировании технологических процессов изготовления опытных образцов / А. В. Петухов // Изв. Тул. ун-та. Сер. «Бизнес-процессы и бизнес-системы». – Тула : ГУ, 2006. – Вып. 3: Избранные труды участников Первой Международной электронной научно-технической конференции. – С. 3–8.
2. Петухов, А. В. Универсальная схема формирования переходов / А. В. Петухов // Технологическая системотехника : сб. тр. первой междунар. электрон. науч.-техн. конф. – Тула : Гриф и К°, 2002. – С. 294–296.
3. Танкевич, А. В. Автоматизация технологического проектирования деталей класса «тела вращения» с использованием системы ТехноПро / А. В. Танкевич / Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы X Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 2010. – С. 46–49.