

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ И ВЫЯВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

*Ю.В. Скупанович, А.Н. Рязанцев*

Предложена методика эффективного решения задачи размерного анализа технологических процессов, которая отличается оригинальным подходом к выявлению и построению операционных размерных цепей. Построение операционных размерных цепей выполняется в интерактивном режиме на основе рабочего чертежа детали, созданного в среде САД-системы. На основе уравнений размерных цепей автоматически рассчитываются величины замыкающих звеньев и их предельные отклонения. Разработанная методика позволяет повысить уровень автоматизации проектирования технологических процессов механической обработки резанием, обеспечивает снижение материалоемкости изделий и сокращение энергоемкости производства.

Ключевые слова: операционный припуск, операционная размерная цепь.

В настоящее время на машиностроительных предприятиях с серийным типом производства расчету оптимальных припусков при проектировании технологии уделяется недостаточное внимание. С одной стороны это обусловлено высокой трудоемкостью расчета припусков и операционных размеров для большого количества поверхностей различных деталей, с другой – недостаточным пониманием технологическими службами предприятий важности этого этапа проектирования технологического процесса, в котором кроются значительные резервы сокращения трудоемкости и издержек производства при изготовлении изделий машиностроения.

В связи с этим разработка методики и программного обеспечения для повышения уровня автоматизации расчета операционных размеров и припусков является актуальной задачей, решение которой может позволить более широко внедрить в практику технологического проектирования предприятий машиностроения расчет оптимальных припусков и операционных размеров.

Современная методика расчета припусков и операционных размеров, основанная на анализе операционных цепей, состоит из двух основных этапов:

1. Выявление операционных размерных цепей и построение их схем;
2. Составление уравнений операционных размерных цепей относительно замыкающего звена;
3. Вычисление припусков и операционных размеров.

В настоящее время разработаны методики расчета припусков и операционных размеров на основе анализа операционных цепей [1,3,5,6]. Создано программное обеспечение для автоматизации решения вычислительных задач расчета припусков и операционных размеров [1,2,5]. Но решение задачи выявления размерных цепей, построения их схем выполняется неавтоматизированным путем. Это обусловлено тем, что выбор технологического маршрута, содержания операций, положения конструкторских, технологических и измерительных баз является плохо формализованной задачей, которая решается в большинстве систем автоматизированного проектирования технологом при достаточно больших затратах времени. Ни в одном из доступных литературных источников нет сведений об автоматизации проектной операции выявления операционных размерных цепей и построения их схем. В тоже время решение этой задачи позво-

лит повысить уровень автоматизации расчета припусков и операционных размеров и уменьшить затраты на обучение персонала при освоении прогрессивной методики технологического проектирования.

В связи с этим основной целью данной работы являлась разработка методики и программного обеспечения для повышения уровня автоматизации расчета операционных размеров и припусков путем автоматизации проектной операции выявления операционных размерных цепей и построения их схем и уравнений.

Для снижения трудоемкости расчета припусков и повышения качества проектируемых технологических процессов была поставлена задача разработки на основе существующих методик [1,2,5] автоматизированной подсистемы расчета припусков и операционных размеров в которой операции выявления и построения операционных цепей были бы автоматизированы.

Исходя из требований, которые предъявляются к проектной операции выявления и построения операционных размерных цепей необходимо решить основную задачу - организацию эффективного взаимодействия пользователя и подсистемы в процессе выявления и построения схемы операционной цепи. На основе содержательного анализа проектной операции выявления и построения операционных размерных цепей была предложена следующая методика диалогового режима проектирования.

На первом этапе проектирования в пространстве модели на основе анализа электронной версии рабочего чертежа детали выполняется формирование базы данных «Размеры». В результате выполнения этого этапа, создается массив, содержащий информацию о чертежных размерах (номинальное значение, верхнее и нижнее предельные отклонения размера), вся эта информация помещается в таблицу базы данных «Размеры».

На втором этапе пользователю необходимо определить номер операции, вид обработки, обрабатываемую поверхность, положение операционного размера и базовых линий схемы операционной цепи (рисунок 1).

Формирование элементов схемы операционной цепи выполняется в автоматическом режиме. Пользователь задает указанием на чертеже положение точек начала базовых линий и расположения припуска. Величина припуска определяется поиском значения в базе данных в зависимости от вида обработки, формы и размеров обрабатываемой поверхности.

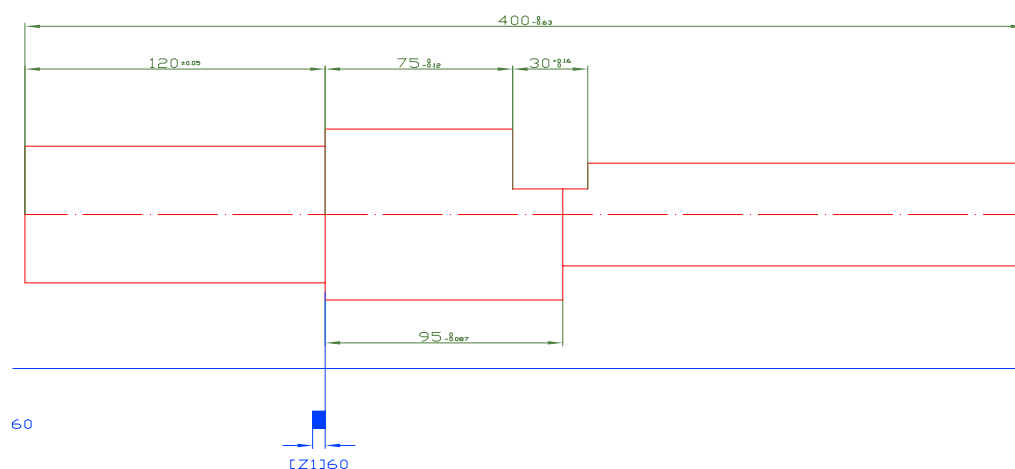


Рис. 1. Задание положения базовых линий и припусков

После определения последовательности операций и расположения припусков в задачу пользователя входит определение положения операционных размеров. Исходя из способа базирования заготовки, положения измерительных баз и последовательности выполнения технологических переходов пользователь указывает на базовых линиях точки, определяющие положение размерных линий и операционных размеров. Построение линий операционных размеров происходит автоматически. Величина операционных размеров определяется ассоциативно и заносится в базу данных подсистемы. В зависимости от вида обработки, и величины размера в автоматическом режиме автоматически определяются величины предельных отклонений операционных размеров, которые помещаются в базу данных «Размеры».

Таким образом, описанная выше последовательность проектных операций обеспечивает построение общей схемы операционных цепей в режиме максимально возможной автоматизации. Результат построения общей схемы размерной цепи показан на рисунке 2.

После создания общей схемы операционных размеров выполняется проектная операция выявления локальных операционных размерных цепей и построения их уравнений. Проектная операция формирования локальных размерных цепей выполняется в три этапа. На первом этапе определяются увеличивающие звенья размерной цепи. На втором этапе в диалоговом режиме определяются уменьшающие звенья размерной цепи. На третьем этапе определяются замыкающие звенья размерной цепи. Пример построения интерфейса этой проектной операции приведен на рисунке 3.

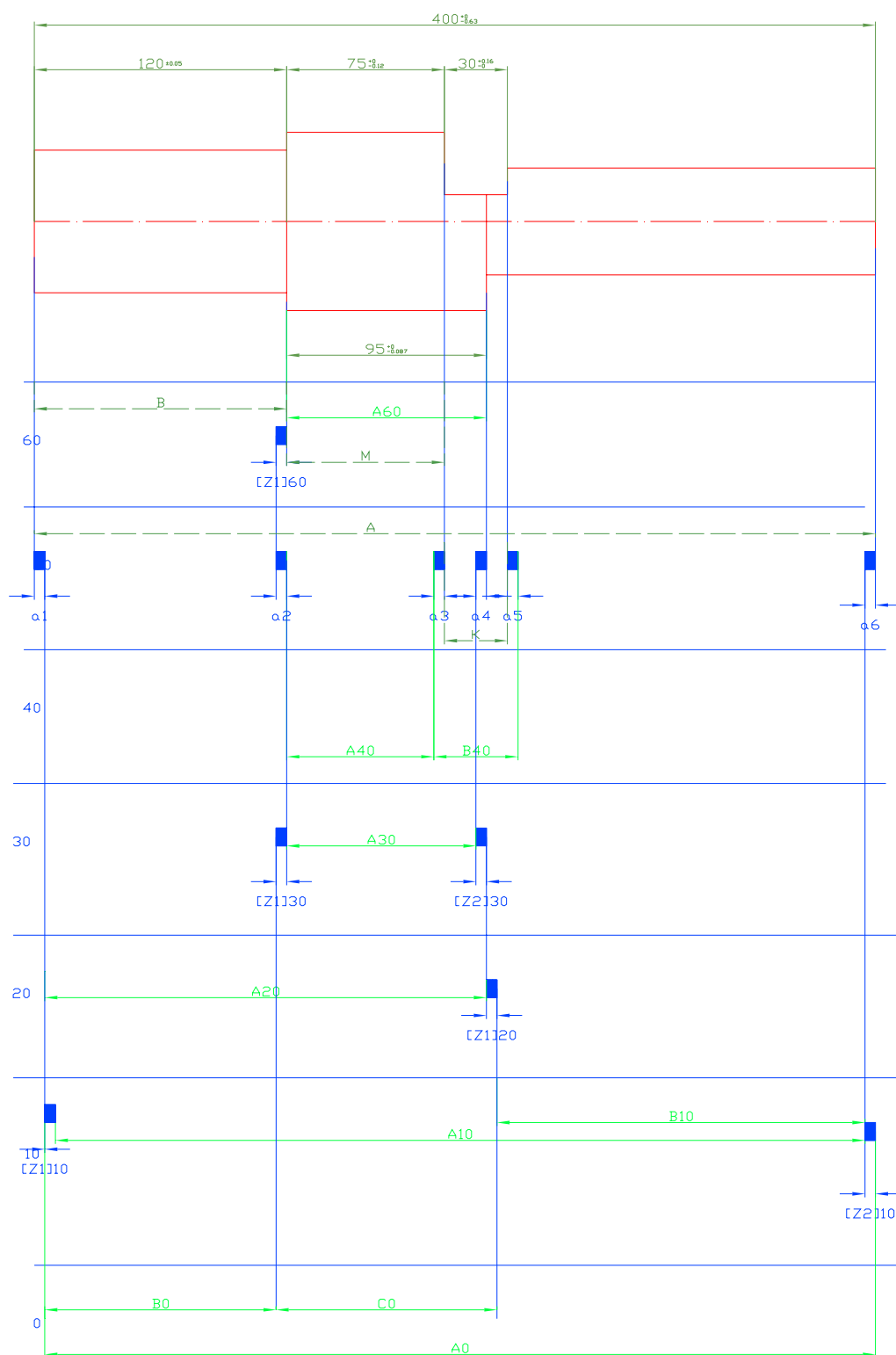


Рис. 2. Результат выявления и построения общей схемы операционных цепей технологического процесса

При задании звеньев размерных цепей используются их имена, заданные на этапе формирования общей размерной схемы технологического процесса. Это обеспечивает создание в базе данных подсистемы связей, определяющих принадлежность размеров к

определенным операционным цепям для использования их значений при расчете замыкающих звеньев определенной цепи.

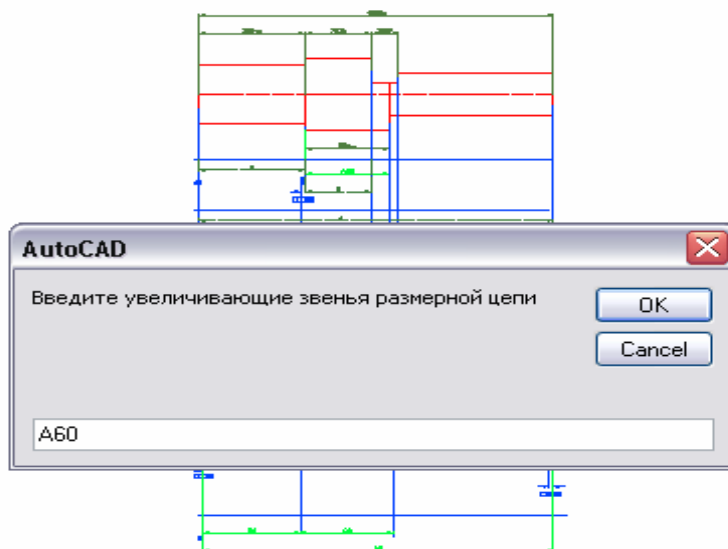


Рис. 3. Ввод увеличивающих звеньев

В ходе выполнения исследований был разработан программный продукт, внедрение которого на рабочем месте приводит к уменьшению времени и трудоемкости проектирования технологических процессов изготовления деталей машин, обеспечивает снижение материальных издержек производства. Разработанная методика может быть использована при создании перспективных САПР технологических процессов, в которых задачи выбора технологического маршрута, состава переходов в операциях и конкретизации содержания переходов могут решаться в комплексе.

#### Литература

1. Размерный анализ технологических процессов // В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. – М.: Машиностроение, 1982.-264с.
2. Рязанцев, А.Н. Автоматизация проектирования технологических процессов // А.Н. Рязанцев, А.А. Жолобов. – М.: Машиностроение, 1997. – 126с.: ил.
3. Расчет сборочных и технологических размерных цепей // И.С. Солонин, С.И. Солонин – М.: Машиностроение, 1980.
4. Расчет допусков и размеров // П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов – М.: Машиностроение, 1981.-189с.
5. Шамин В.Ю. «Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей»: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999.-429с.
6. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. // Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещеряков. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1 -656с., Т.2 – 496с.

#### Скупанович Юрий Владимирович

Студент машиностроительного факультета  
Белорусско – Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375291519700

#### Рязанцев Александр Николаевич

Доцент кафедры «Технология машиностроения»  
Белорусско – Российский университет, г. Могилев  
Тел.: +375(222) 25-67-08  
E-mail: [ralex10@jandex.ru](mailto:ralex10@jandex.ru)