

подъема бабки. Эта погрешность оказывает существенное влияние на точность обработки и требует либо изменения конструкции базовых деталей, или компенсации ее техническими средствами управления станком.

Таким образом, с помощью средств компьютерного моделирования была создана трёхмерная модель несущей системы тяжелого многоцелевого станка с ЧПУ, с целью дальнейшего изучения поведения его элементов под действием веса подвижных базовых элементов, что позволило выявить слабые места в конструкции и наметить пути снижения погрешностей при работе на нем. В результате проведенного моделирования установлено следующее:

1. Ведущим видом деформации стойки от собственного веса является ее наклон вперед по оси «X» («клевок») под тяжестью эксцентрично подвешенной бабки.

2. Вертикальное перемещение бабки в верхней части стойки сопровождается отклонением шпинделя от вертикали примерно на 0,15 мм на каждый метр подъема. Это систематическая погрешность обработки. Ее следует блокировать монтажным наклоном стойки в противоположную сторону или коррекцией координаты «X» по текущему перемещению вдоль координаты «Y» коррекцией программы системой ЧПУ.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проников А.С. Параметрическая надежность машин. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 560 с.
2. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1986. – 336с.
3. Руководство пользователя ANSYS. Теоретическое руководство. Режим доступа: www.twirpx.com

УДК 621.9.06

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ДВУХСУППОРТНЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

Каишальян И.А., Орукари Б., Шнак А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Современный этап развития машиностроительного производства характеризуется широким использованием станков и станочных комплексов с числовым программным управлением (ЧПУ). Являясь сложным и дорогостоящим оборудованием, станки с ЧПУ требуют эффективной технологической подготовки производства, обеспечивающей высокую их производительность при эксплуатации. Для двухсуппортных токарных станков, оснащенных микропроцессорными устройствами ЧПУ с функцией независимого управления координатными перемещениями, резервы повышения эффективности находятся в рациональном совмещении обработки поверхностей заготовки при общей частоте вращения шпинделя.

Анализ множества технологических операций, выполняемых на двухсуппортных токарных станках с ЧПУ, показал, что обработка двумя режущими инструментами, установленными на различных суппортах станка, выполняется главным образом в режиме последовательного выполнения переходов. Совместная обработка двумя режущими инструментами выполняется только при черновой обработке. Вместе с тем представляется, что повышения эффективности использования двухсуппортных токарных станков с ЧПУ можно добиться за счет расширения состава переходов, выполняемых совместно. В первую очередь это относится к обоснованному совмещению чистовой обработки с черновой.

Последовательность автоматизированного синтеза структуры операции, выполняемой на двухсуппортном токарном станке с ЧПУ, заключается в следующем (рисунок 1).

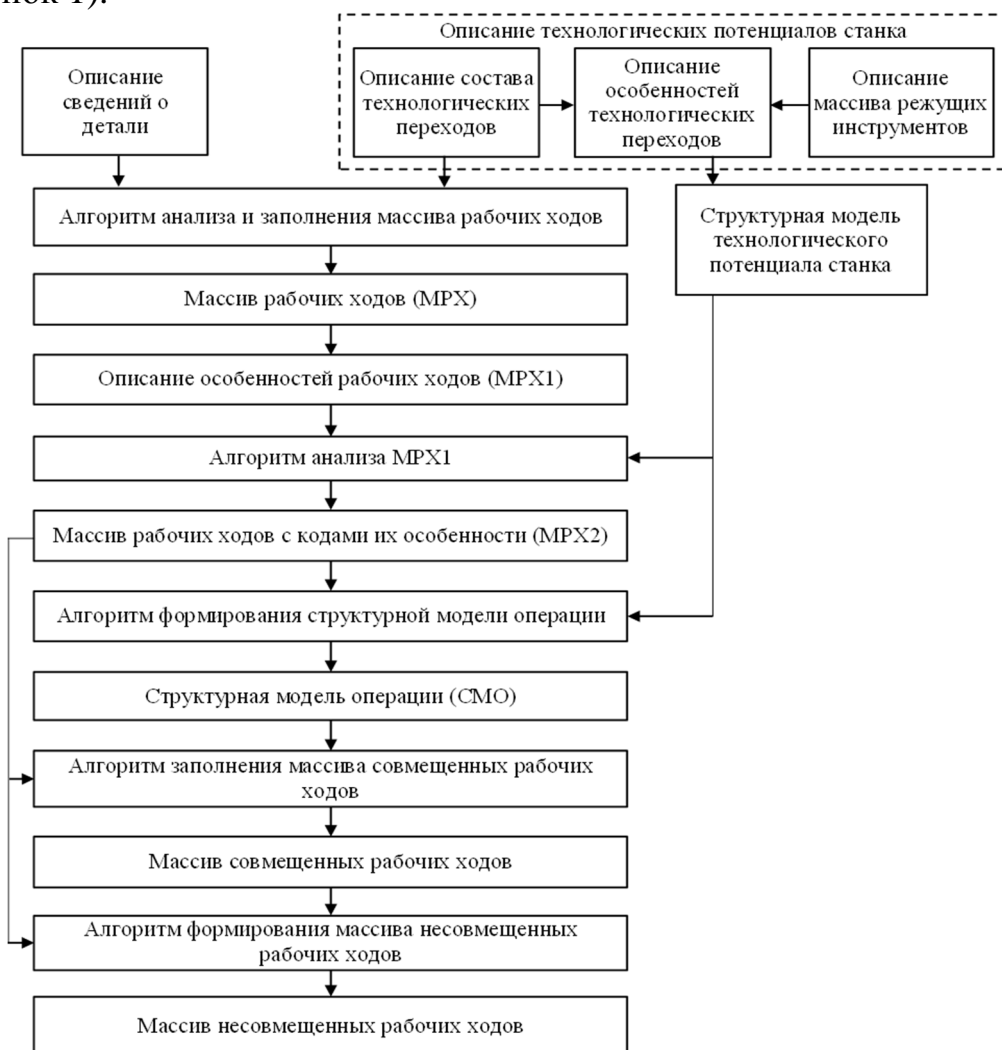


Рисунок 1 – Структурная схема автоматизированного синтеза операции

На первом этапе синтеза формируется описание информации о детали и информации о технологическом потенциале станка с ЧПУ, на котором данная деталь будет изготовлена [1]. Описание информации о детали представляется в виде массива, который включает следующие поля: код поверхности, вид поверхности, качество, шероховатость, наибольший и наименьший диаметры,

длина поверхности, припуск на обработку. Информация о технологическом потенциале (ТП) двухсуппортного токарного станка с ЧПУ представлена в виде массива, состоящего из трех подмассивов. В первом подмассиве содержатся сведения о составе технологических переходов, которые могут быть выполнены на определенном станке. Второй подмассив содержит данные о кинематических особенностях рабочих ходов, составляющих структуру перехода. В третьем подмассиве представлены данные о режущих инструментах, которые могут быть использованы при изготовлении деталей на станке данной модели.

Структурная модель технологического потенциала (СМТП) двухсуппортного токарного станка с ЧПУ представлена в виде треугольной матрицы смежности. Возможные сочетания технологических рабочих ходов в данной матрице отражаются коэффициентами значимости от 0 до 1.

После представления информации о детали и о составе технологических переходов (первый подмассив) выполняется ее анализ: для каждой поверхности определяется необходимость чистовой обработки; устанавливается число черновых и чистовых рабочих ходов; для каждого рабочего хода выполняется расчет основного времени обработки по приближенным формулам. Результатом анализа исходных данных является массив рабочих ходов (МРХ).

На следующем этапе синтеза структуры операции на основе МРХ создается массив МРХ1, в котором для каждого рабочего хода указан код его технологической особенности. Далее выполняется анализ рабочих ходов, представленных в МРХ1, на соответствие множеству переходов в СМТП станка. Результатом анализа является новый информационный массив МРХ2, в котором каждый рабочий ход имеет код соответствующего перехода в СМТП станка.

Очередной этап синтеза связан с созданием структурной модели операции (СМО), которая так же, как и СМТП станка, представляет собой треугольную матрицу смежности. Исходными данными для составления СМО является СМТП станка и МРХ2, который содержит полный перечень рабочих ходов, необходимых для обработки заготовки с указанием времени выполнения рабочего хода, кода поверхности, над которой он выполняется, и типа режущего инструмента.

На заключительном этапе синтеза создается структурная модель совмещения рабочих ходов. В основу модели совмещения рабочих ходов положена структурная модель представления информации о детали (описание детали) и СМО. Окончательный выбор структуры технологической операции производится по критериям, отражающим экономическую эффективность выполнения обработки.

Результаты экспериментальных исследований качества обработки поверхностей деталей при различных вариантах совмещения переходов заключаются в следующем [2, 3].

Установлено, что при точении двумя резцами совместно с делением глубины резания (таблица) точность диаметральных и продольных размеров выше для варианта выполнения чернового рабочего хода с модулированной подачей (соответствует 8-му качеству, что соответствует прогнозной оценке точности обработки, полученной по представленной в работе методике). Погрешности

формы поверхностей деталей, обработанных двумя резцами совместно, от схемы выполнения чернового рабочего хода практически не зависят. Установлено, что при точении двумя резцами совместно с делением глубины резания значения параметра шероховатости Ra на 10-15% меньше для варианта выполнения чернового рабочего хода с модулированной подачей. Данное явление можно объяснить тем, что при обработке двумя резцами одновременно взаимодействуют два нестационарных по своей природе процесса резания. При этом проявляются резонансные явления, что приводит к возникновению вибраций и как следствие к увеличению шероховатости обработанной поверхности. Это подтверждается результатами выполненных исследований: шероховатость поверхности, обработанной двумя резцами последовательно, значительно ниже шероховатости поверхности, обработанной двумя резцами совместно; в случае выполнения чернового рабочего хода с включением в процесс резания кинематической неустойчивости в результате наложения асинхронной силы, возникающей при изменении подачи, на систему, находящуюся в колебательном движении, колебания гасятся, шероховатость обработанной поверхности при этом уменьшается. Анализ ряда волнограмм показал, что при обработке с модулированной подачей высота продольной волнистости также на 20-25% меньше, чем при обработке с постоянной подачей, равной среднему значению модулированной.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Каштальян, И.А. Автоматизированный синтез структуры операции, выполняемой на двухсуппортом токарном станке с ЧПУ /И.А. Каштальян, Б. Орукари, П.А. Августовский// Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино-и приборостроении: материалы научно-практической конференции, Минск, 1–2 марта 2018 г. / редкол.: А.М. Маляревич [и др.]. – Минск, 2018. – С. 51 – 53.

2. Каштальян, И.А. Точность размеров и формы деталей, изготовленных на двухсуппортных токарных станках с числовым программным управлением/ И.А. Каштальян, В.К. Шелег, Б. Орукари // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. – Минск: ОИМ. – 2017. – Вып. 6 – С. 150 – 155.

3. Каштальян, И.А. Шероховатость и волнистость поверхностей деталей. Обработанных на двухсуппортных токарных станках с ЧПУ/ И.А. Каштальян, Б. Орукари // Вестник ПГУ. – 2017. – № 3. - С. 9-15.

УДК 621.9.048.7

ПОВЕРХНОСТНАЯ МИКРОТВЕРДОСТЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Крайко С.Э.¹, Шелег В.К.¹, Кравчук М.А.¹

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Одним из условий рентабельности применения штамповки в производстве является высокая стойкость штампов [1]. Широкое внедрение новых процессов деформирования, освоением штамповки труднодеформируемых металлов и