

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ОПЕРАЦИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОТС

Нечепаев В.Г., Гнитько А. Н.

Донецкий национальный технический университет,
Донецк, Украина

Запропоновано новий підхід до використання мастильно-охолоджуючого технологічного середовища (МОТС) в автоматизованому виробництві для удосконалювання структури технологічних операцій. Виконано моделювання процесів системи видалення стружки напірними струменями МОТС - часного випадку системи комплексного використання МОТС в автоматизованому виробництві.

Наиболее устойчивой тенденцией современного машиностроительного производства является непрерывное повышение его производительности и качества выпускаемой продукции. Это определяет актуальность поиска путей совершенствования структуры технологических операций машиностроения, обеспечивающих повышение производительности и качества выпускаемой продукции.

Один из путей реализации этой тенденции основывается на концепции комплексного использования смазочно-охлаждающей технологической среды (СОТС) в условиях автоматизированного производства [1]. Концепция предусматривает одновременное комплексное использование напорных струй СОТС для решения широкого круга задач - смазки и охлаждения зоны резания, силового воздействия на обрабатываемые поверхности, отделяемую стружку, режущие инструменты и др. с целью повышения производительности обработки и качества изделий.

Очевидно, что даже самостоятельное решение каждой из этих задач позволяет повысить эффективность автоматизированного механообрабатывающего производства. При комплексном одновременном решении всех задач с использованием централизованной системы нагнетания для формирования напорных струй, кроме простого суммирования положительных эффектов, обеспечиваются дополнительные преимущества:

- функционирование всех установок в оптимальных режимах;
- рациональное использование универсальной напорной установки во времени, снижение удельных затрат энергии;

- упрощение приготовления, очистки, регенерации, охлаждения, контроля качества СОТС и т.д.

Такая комплексная система может охватывать модуль, участок, цех и т. д.; ее рациональная конфигурация определяется спецификой конкретного производства.

Решение задач структурно-параметрической оптимизации и оптимального проектирования указанной системы предполагает проведение комплекса теоретических и экспериментальных исследований.

При выполнении теоретических исследований комплексная система использования СОТС рассматривается с использованием принципов системного анализа [1]. В соответствии с принципом декомпозиции изучаемый объект рассмотрен как совокупность нескольких подсистем, обладающих определенной функциональной самостоятельностью и взаимодействующих между собой и с внешней средой. Системное представление объекта исследования позволило разработать его структурно-функциональную схему [1], в которой кроме взаимосвязей между подсистемами и модулями, присутствуют взаимосвязи между математическими моделями, описывающими функционирование отдельных модулей и системы в целом. В соответствии с этой схемой, функционирование каждого из модулей описывается одной или несколькими математическими моделями.

Одним из эффективных направлений комплексного использования СОТС является удаление металлической стружки из рабочей зоны при фрезеровании закрытых профильных пазов за счет силового гидродинамического воздействия напорных струй рабочей жидкости [2]. Совокупность устройств удаления стружки рассматривается в качестве подсистемы общей системы комплексного использования СОТС. Возможность эффективного своевременного удаления стружки из закрытых профильных пазов традиционными общепринятыми методами и средствами, особенно в условиях автоматизированного производства, практически исключается. Это обстоятельство, в совокупности со стремлением к максимальному повышению производительности обработки, обуславливает техническую целесообразность удаления стружки, образующейся на операциях фрезерования пазов за счет использования напорных струй СОТС.

Разработка устройств удаления стружки напорными струями СОТС выполняется по двум основным принципиальным схемам:

- схема с расположением устройств для подачи напорных струй вне фрезеруемого паза;

- схема с подачей СОТС для формирования напорных струй по каналам в корпусе фрезы.

В первом случае устройства для подачи СОТС располагаются вне инструмента, но движутся эквидистантно его траектории перемещения.

Во втором случае СОТС под давлением подается по каналам в теле режущего инструмента на переднюю поверхность зубьев инструмента, удаляя стружку из фрезеруемого паза.

Своевременное удаление стружки позволяет исключить возможность ее повторного попадания в зону резания. Это, с одной стороны, предотвращает повреждение обрабатываемых поверхностей заготовки, а следовательно обуславливает повышение их качества. С другой стороны, это исключает повышенный износ кромок зубьев режущего инструмента и их поломку, а следовательно обуславливает повышение стойкости режущего инструмента.

В то же время, в настоящее время практически отсутствуют теоретические разработки и необходимые расчетные зависимости для определения рациональных значений параметров систем, осуществляющих силовое гидродинамическое воздействие напорных струй СОТС на отделяемую стружку с целью ее удаления из рабочей зоны. Создание соответствующего математического и программного обеспечения обуславливает необходимость моделирования рабочих процессов рассматриваемых систем.

В соответствии с разработанной структурно-функциональной схемой изучаемого объекта, создана интегральная модель функционирования системы удаления стружки, которая в качестве основных составных элементов включает четыре частных математические модели (ММ): аналитические - ММ качества и ММ перемещения тела волочения, образованного удаляемой стружкой; регрессионные - ММ гидродинамического воздействия напорных струй и ММ для определения коэффициента сопротивления перемещению тела волочения (ММ технологического воздействия).

Предусматриваются два основных варианта реализации ММ функционирования системы удаления стружки - проверочный и расчетный. Проверочный вариант ориентирован на определение значений параметра шероховатости Ra обрабатываемых поверхностей, исходя из заданных значений параметров системы удаления стружки (диаметра насадка, давления рабочей жидкости, расстояния от насадка до перемещаемой стружки). Проектный вариант предусматривает определение потребных значений параметров системы удаления стружки, исходя из заданного значения параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей Ra .

Для разработки ММ гидродинамического воздействия напорных струй и ММ технологического воздействия проведены экспериментальные исследования на специальных полноразмерных стендах. Установлено, что изменение во времени силы сопротивления перемещению тела волочения, состоящего из металлической стружки, имеет выраженный периодический нелинейный характер, близкий к колебательному процессу. Эта

закономерность имеет место для всех видов стружки и значений параметра шероховатости в исследованном диапазоне. Полученные результаты хорошо коррелируются с имеющимися представлениями [3] об изменении силы трения при работе пар трения в зоне повреждаемости, характеризующейся схватыванием, смятием, выщарапыванием и другими патологическими процессами.

Установленный характер изменения сил сопротивления перемещению стружки, описанный выше, обуславливает целесообразность реализации интегральной математической модели методами имитационного моделирования.

Наиболее совершенной и удобной средой имитационного моделирования для решения поставленных задач является пакет моделирования динамических систем Simulink, входящий в состав расширенной версии систем класса MATLAB.

На основании вышеизложенного разработан проектный вариант интегральной имитационной модели функционирования систем удаления стружки напорными струями СОТС при фрезеровании Т-образных пазов [4], ориентированный на определение оптимальных параметров таких систем.

Выводы

1. На основе анализа тенденций и возможных путей совершенствования современного автоматизированного механообрабатывающего и механосборочного производства предложено новое направление повышения его эффективности, основанное на комплексном использовании СОТС, включая силовое гидродинамическое воздействие напорных струй СОТС.

2. Разработаны технические решения по двум схемам:

- с расположением устройств для подачи напорных струй вне фрезеруемого паза;

- схема с подачей СОТС для формирования напорных струй по каналам в корпусе фрезы.

3. В соответствии с разработанной структурно-функциональной схемой изучаемого объекта, создана интегральная модель функционирования системы удаления стружки напорными струями СОТС.

4. Установлено, что ряд основных параметров интегральной имитационной модели функционирования системы удаления стружки напорными струями СОТС имеет периодический нелинейный характер изменения во времени. Показано, что для описания функционирования системы удаления стружки напорными струями СОТС целесообразно использование аппарата и методов имитационного моделирования.

5. Создана Simulink-модель функционирования систем удаления стружки напорными струями СОТС при фрезеровании Т-образных

профильных пазов, ориентированная на определение оптимальных параметров таких систем.

Литература

1. Нечепаев В. Г., Гнитько А. Н. Концепция САПР комплексного использования СОТС в автоматизированном производстве / Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2003, Вып. 24. – С. 120 – 128.
2. Нечепаев В. Г., Гнитько А. Н. Разработка математической модели удаления стружки напорными струями СОТС при фрезеровании Т-образных пазов // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Международный сб. научных трудов. – Донецк: ДонНТУ, 2002. Вып. 21. - С.146-150.
3. Костецкий Б. И., Носовский И. Г., Бершадский Л. И., Караулов А. К. Надежность и долговечность машин – К.: Техніка, 1975. – 408 с.
4. Нечепаев В. Г., Гнитько А. Н. Имитационная SIMULINK-модель функционирования систем удаления стружки напорными струями СОТС // Надежность инструмента и оптимизация технологических систем. Сб. научных трудов. – Краматорск: ДГМА, вып. № 13, 2003. – С. 214 – 219.

Дата поступления в редколлегию: 12.12.2003 г.