

Выполненный анализ процесса функционирования СТО свидетельствует о ее недостаточной эффективности, т.к. при среднем количестве прибывающих в течение рабочего дня автомобилей ($M_k=16,74$) было обслужено 75,48% ($M_l=12,64$). Полученные результаты моделирования можно использовать для обоснования организационных и технологических мероприятий по повышению производительности. Такими мероприятиями могут быть увеличение числа постов или внедрение более совершенного оборудования.

Выводы.

Разработанная модель может быть использована для планирования, сравнения вариантов обслуживания, определения средней длины очереди автомобилей, ожидающих обслуживания. Выяснение этих вопросов необходимо менеджменту предприятия для введения соответствующих коррекций в организацию обслуживания и составления планового задания для СТО.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

- развитие имитационной модели в направлении, которое позволяет учитывать резервы времени на выполнение отдельных технологических операций;
- разработка моделей функционирования СТО в условиях неоднородного входного потока заявок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Завадский, Ю.В. Решение задач автомобильного транспорта методом имитационного моделирования / Ю.В. Завадский. – М.: Транспорт, 1977. – 72 с.
2. Вентцель, Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
3. Бусленко, Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М.: Наука, 1968. – 356 с.
4. Карпов, Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005 - 400 с.
5. Кирьянов, Д.В. Самоучитель MathCAD 2001 / Д.В. Кирьянов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2001. - 544 с.

УДК 621.95

Дечко Э.М.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Постоянно растущие требования в металлообработке к повышению производительности и снижению себестоимости возможны при комплексном подходе к решению подобных задач, включающих анализ всей системы СПИД с учетом физических процессов при резании материалов. В статье предлагаются некоторые пути решения оптимизации процессов глубокого сверления

Современные направления интенсификации сверления глубоких отверстий диаметром $d \geq (3-5)$ связаны с новыми исследованиями технологического процесса, включающим разработку новых специальных конструкций сверл из быстрорежущих и твердосплавных материалов; расширение размерного ряда малых и больших диаметров с различными длинами рабочей части и углами наклона винтовых канавок $\omega = 28, 29, 31, 45, 60^\circ$; специальными формами заточки режущей части сверл с вогнутыми, выпуклыми и волнообразными режущими лезвиями; разработкой инструментов с различными типами износостойких покрытий; подводом СОЖ под высоким давлением и увеличенным ее расходом через рабочую часть сверла непосредственно в зону резания и др.

Однако в технической литературе и каталогах недостаточно освещаются проблемы, связанные непосредственно с процессами резания при сверлении; оптимизацией режущей части, жесткостными характеристиками сверл и колебательными процессами, сопутствующими сверлению инструментами с большими длинами рабочей части; точностью получаемых отверстий и качеством получаемых поверхностей.

К проблемам процессов сверления глубоких отверстий $d < 30$ мм можно отнести следующие: низкую производительность; дробление и отвод стружки из зоны резания без периодических выводов сверл из отверстий для ее удаления; обеспечение заданной точности отверстий (увод оси, разбивка и др.); подвод СОЖ непосредственно в зону резания; поломки сверл $d < 10$ мм; сложности крепления и высокую стоимость инструментов со специальной твердосплавной режущей частью и др. [3].

Некоторые пути решения этих проблем – это разработка и оптимизация конструкций рабочей и режущей части специальных сверл; использование для сверл новых материалов и износостойких покрытий; подача СОЖ с увеличенным расходом и высоким давлением; использование низкочастотных и высокочастотных колебаний режущих лезвий, сопутствующих процессу резания; адаптивные системы управления процессами резания и др. В конечном итоге требуется определить критерии оптимизации результатов - производительность, объем срезаемого металла, износостойкость инструмента, стоимость обработки, требуемые точности размеров, качество поверхности и т.д.

В результате обобщений многолетних комплексных исследований процесса резания при глубоком сверлении сталей специальными спиральными сверлами, опыта практического использования результатов в различных отраслях промышленности (машиностроение, судостроение, моторостроение и др.), анализа тенденций совершенствования конструкций спиральных сверл диаметрами 6...20 мм с внутренним подводом СОЖ для получения отверстий $L/d = 5...40$, изготавливаемых ведущими зарубежными фирмами производителями режущего инструмента, и других факторов сформулированы некоторые принципы интенсификации процесса сверления [1-6], рис.1.

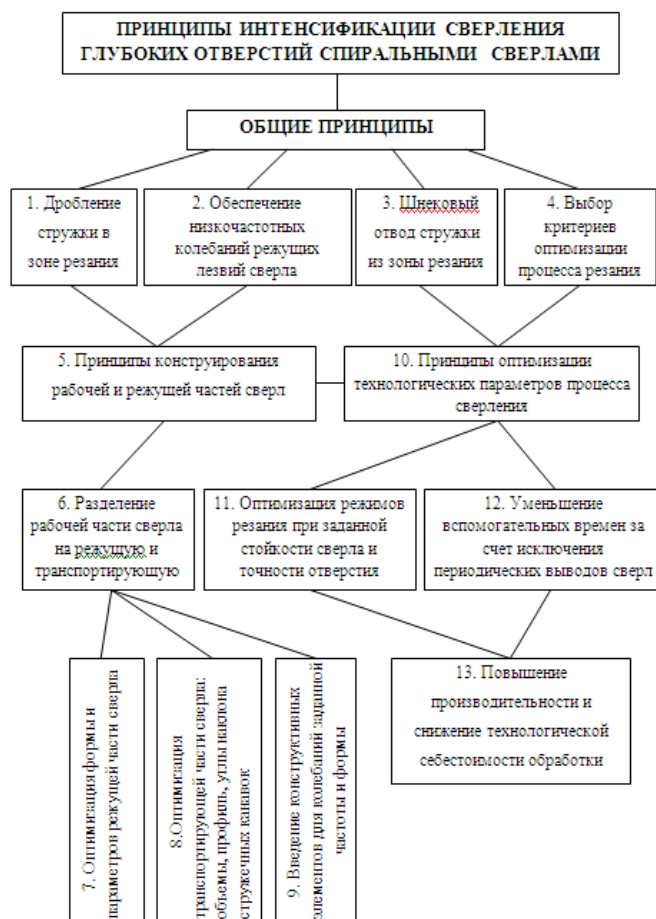


Рис. 1 – Принципы интенсификации процесса сверления

Группы общих принципов (1-4) - это дробление стружки в зоне режущей части (1); обеспечение низкочастотных (300...350)Гц колебаний режущих лезвий (2); шнековый отвод стружки из зоны резания (3); выбор критериев оптимизации процесса резания при сверлении (4). Общие принципы 1 и

2 включают принципы конструирования специальных спиральных сверл (5), реализующих возможность разделения рабочей части сверла на режущую и транспортирующую (6) с последующей оптимизацией формы и параметров режущей части сверла (7), оптимизацией транспортирующей части (объемы, профили, углы наклона винтовых канавок), подвод СОЖ (8), введение конструктивных элементов или оснастки для обеспечения колебаний режущих лезвий с заданной частотой (9). Общие принципы 3 и 4 включают принципы оптимизации технологических параметров процесса сверления (10), оптимизацию режимов резания при заданной стойкости и точностных параметров обработки (11), уменьшение вспомогательных времен за счет устойчивого отвода дробленой стружки (12). В конечном счете реализация этих принципов дает возможность повысить производительность и снизить себестоимость сверления глубоких отверстий в пластичных материалах.

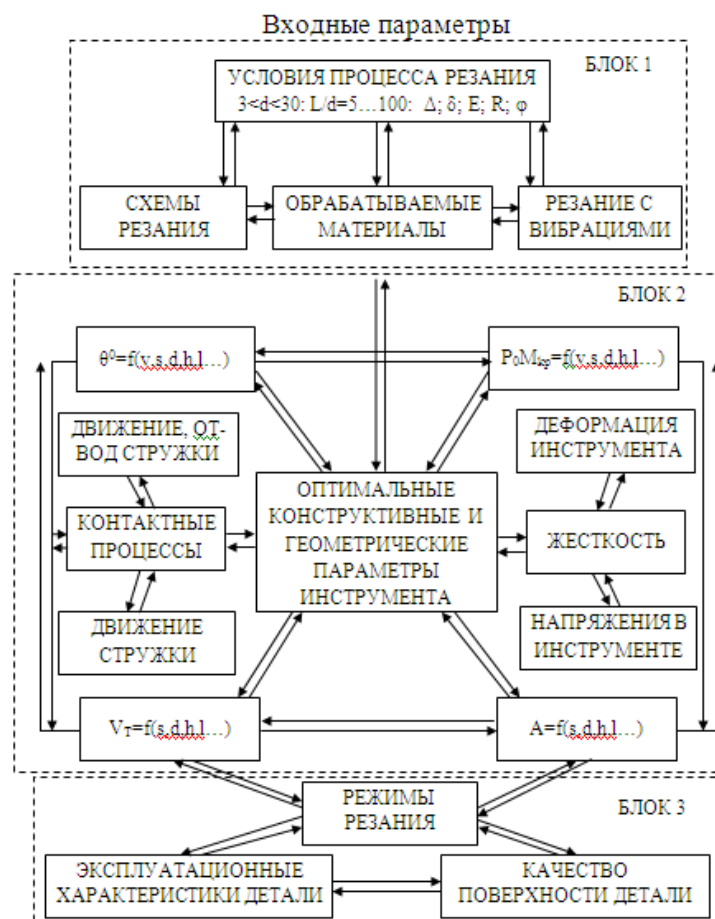
В работах Н.Н. Зорева, Г.И. Грановского, М.И. Клушина, В.Н. Подураева, В.Ф. Боброва, Е.Г. Коновалова и др. отражены различные подходы к описанию, анализу систем, моделей и схем резания [1-3]. Профессор Н.Н.Зорев, например, разработал схему взаимодействия основных факторов, сопровождающих процесс прямоугольного свободного резания, в которой были приняты следующие допущения: а) сдвиговые деформации сконцентрированы вдоль условной плоскости сдвига; б) процесс резания осуществляется без нароста; в) опущены некоторые второстепенные факторы, сопутствующие процессу резания. Профессором Г.И. Грановским предложены 282 кинематические схемы резания, которые не только отражают различные методы обработки металлов резанием, но и дают возможность разрабатывать новые процессы механической обработки.

В.Н. Подураевым разработаны общие структурные схемы обработки с первичными параметрами, задаваемыми конструкторами, и вторичными, определяющими результаты обработки. Академиком АН БССР Е.Г. Коноваловым описана универсальная схема, которая включает элементарные кинематические схемы, где обрабатываемая деталь и режущий инструмент каждый в своей системе координат имеют три вращательных и три поступательных движения.

В дальнейшем принципы комбинирования кинематических схем были положены в основу разработки новых способов металлообработки.

Известны типовые математические модели и алгоритмы расчета оптимальных режимов для одноинструментной обработки материалов резанием (МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ МР119-85, МОСКВА). В структурных схемах, системах и моделях процесса резания описывается многообразие связей между отдельными элементами. Эти связи могут дополнять или ослаблять друг друга, сама связь может быть косвенной или непосредственной. Процесс резания сопровождается упругими и пластическими деформациями обрабатываемого материала, разрушениями в зоне резания, трением в зонах контакта инструмента с изделием и стружкой, тепловыми процессами, адгезионным, абразивным, диффузионным и другими видами взаимодействия между инструментом и обрабатываемым материалом. Вариант системы резания при сверлении представлен на рис. 2.

Особенностью процессов глубокого сверления является то, что для исключения периодических выводов сверла из отверстия для удаления стружки необходимо в первую очередь обеспечить ее дробление в зоне резания. Для сверл шнекового типа принципы интенсификации процесса глубокого сверления отверстий в сталях при $l/d \leq 40$ включают: разделение рабочей части инструмента на режущую и транспортирующую, сочетание трапецеидальной заточки режущей части сверла для дробления стружки с низкочастотными колебаниями режущих кромок по винтовой линии, устойчивое дробление и отвод стружки из зоны резания за счет конструкции винтовых канавок сверла с углом $\omega \geq 60^\circ$.



Выходные параметры:

d-диаметр сверла; L-глубину отверстия; Δ-увод оси отверстия; δ-разбивку отверстия; E-погрешности формы отверстия в продольном сечении; R-шероховатость поверхности отверстия; Q-производительность; θ-температуру резания; v-скорость резания; s-подачу; h-износ инструмента; l-вылет сверла; A-точностные параметры отверстия

Рис. 2 – Схема оптимизации процесса глубокого сверления:

ЛИТЕРАТУРА

1. Подураев В. Н. Обработка резанием с вибрациями. -М.:Машиностроение,1970.-350с.
2. Дечко Э. М. Сверление глубоких отверстий в сталях.—Минск.: Вышэйшая школа,1979.—232 с.
3. Дечко Э. М. Интенсификация процесса сверления глубоких отверстий в сталях. — Минск.: Ротапринт РМИПК, 1989.—69 с.
4. Дечко Э.М., Воронович А.В. Шмачков В.В. Условия стружкоотвода для специальных спиральных сверл. Республиканский межведомственный сборник научных трудов Машиностроение – вып. 24, т.2. Минск. 2009. с.54-56.
5. Дечко Э.М., Колесников Л.А., Брилевский В.В. Деформация шнековых сверл. Республиканский межведомственный сборник научных трудов. Машиностроение. – вып. 24.т.2. Минск. 2009. с. 108-111.
6. Дечко Э.М., Ивашин Э.Я., Воронович А.В. Разработка 3D модели шнекового сверла. Республиканский межведомственный сборник научных трудов. Машиностроение. - вып. 27. Минск. 2013. с. 14-18.