

Повышение эффективности использования обрабатывающего оборудования путем расширенной реализации его технологических возможностей

77-48211/460114

Инженерный вестник # 08, август 2012

Малышев Е. Н., Малышев А. Н.

УДК 621.91; 621.757

Россия, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

m1@bmstu-kaluga.ru

Основными целями общепринятой на сегодняшний день классификации металлорежущих станков, разработанной много лет назад, являлись системный охват поля потенциальной деятельности станкостроителей, направленной на освоение как можно более широкого типажа станков, а также возможность их удобного и понятного обозначения с точки зрения реализуемых на них видов обработки [8]. Однако по мере повышения технического уровня станков, появления новых технологий в металлообработке, совмещения нескольких видов обработки на одном станке, внедрения новых устройств автоматизации станков, в том числе УЧПУ, технологические возможности оборудования оказались сегодня значительно шире, чем это отражено в его наименовании в соответствии со сложившейся классификацией. Это находит подтверждение в большом количестве практических работ, выполненных современными исследователями в области машиностроения.

Технологические возможности обрабатывающего оборудования с точки зрения обработки резанием определяются возможностями формообразующей системы станка. Начало становления учения о формообразовании поверхностей резанием как науки следует отнести примерно к концу 1940-х – к началу 1950-х годов и связать его, в первую очередь, с работой Грановского Г.И. [5], где автором был предложен метод систематизации возможных схем обработки, данный в виде схем характеристических движений на основе двух элементарных движений – прямолинейного и вращательного. Классификация кинематических схем резания обобщила все известные к тому времени методы обработки металлов резанием и указала перспективные направления для разработки принципиально новых способов обработки поверхностей деталей.

Впоследствии были изданы работы других авторов, посвященные исследованию как отдельных вопросов теории формообразования поверхностей при механической обработке деталей, так и работы фундаментального характера. Разработаны и нашли применение поисковые алгоритмы определения новых высокоэффективных схем формообразования заданных поверхностей [10]. Пример такой схемы – фрезоточение – фрезерование цилиндрических и торцевых поверхностей при обработке на токарных станках [1]. Фрезоточение является эффективным методом при обработке прерывистых поверхностей и обработке поверхностей крупнокольцевых заготовок из труднообрабатываемых материалов. Примером реализации нетрадиционной для токарных станков схемы обработки, расширяющей технологических возможности оборудования, может служить реализуемый на токарном станке процесс протягивания цилиндрических отверстий с круговой подачей [7]. При этом инструмент получает поступательное движение со скоростью «прошивания», а деталь – вращение со скоростью «точения». Небольшие размеры инструмента и снижение удельных сил резания обеспечивают увеличение производительности в 2...2,5 раза по сравнению с обычным протягиванием и снижение себестоимости обработки. Способ применим для обработки деталей средних и больших размеров и особенно эффективен для деталей диаметром свыше 200 мм, для которых обычные протяжки являются громоздкими и дорогостоящими.

Заслуживает внимания пример фрезерования многозаходных наружных и внутренних (в сквозных и глухих отверстиях) резьб любых профилей и размеров на зубофрезерных станках [4]. При фрезеровании резьбы таким способом производительность в 7 раз выше, чем при ее обработке резцом на токарном станке, при обеспечении хорошего качества обрабатываемой поверхности.

Использование многорядных обкаточных резцов позволяет расширить технологические возможности токарных станков путем обработки на них шлицевых валов методом зуботочения, что получило распространение на ряде тракторных заводов страны [9].

Для изготовления деталей профильных соединений могут быть использованы шлицефрезерные станки, шпиндели инструмента и изделия которых можно настроить на кинематическое профилирование разных по форме поверхностей [6]. Необходимое для профилирования некруглой поверхности периодическое изменение расстояния между производящими элементами инструмента и осью заготовки на шлицефрезерных станках может быть обеспечено без усложнения их кинематики благодаря использованию цилиндрических ротационных и комбинированных инструментов.

Технологические возможности станков-автоматов существенно повышается при

концентрации на них последующих операций. Для этого на автоматы устанавливают дополнительные устройства и автономные головки [3]. Широко известны примеры по оснащению прутковых токарно-револьверных автоматов дополнительными приспособлениями для выполнения в автоматическом цикле токарной обработки сверления отверстий, оси которых не совпадают с осью вращения детали [11]. На суппортах таких автоматов ряде случаев размещают фрезерные головки для выполнения соответствующей обработки. Внедрение описанных приспособлений на токарно-револьверных автоматах существенно повышает производительность труда и точность обработки. Число используемого технологического оборудования сокращается значительно, высвобождается производственная площадь, снижается трудоемкость механической обработки.

ЭНИМСом была дана положительная оценка опыта ряда станкостроительных заводов, в том числе Московского станкозавода "Красный пролетарий», Московского завода координатно-расточных станков, на которых чугунные корпусные детали обрабатывают фрезами на одностоечных и двухстоечных продольно-шлифовальных станках [13].

С появлением станков с ЧПУ стало возможным создавать многоцелевые станки с расширенными технологическими возможностями, как на конструктивной базе традиционных станков, так и на новых конструктивных базах, максимально приспособленных к многооперационной обработке деталей произвольной формы [8].

Для выполнения фрезерных и сверлильных операций на современных токарных станках, оснащенных ЧПУ типа CNC, установлены револьверные головки с автономным приводом инструментов, что позволяет выполнять шпоночные канавки, поперечные и внецентровые продольные отверстия и другие элементы, т. е. комплексно обрабатывать заготовку [18]. Это существенно сокращает (особенно в условиях мелко- и среднесерийного производства) цикл обработки (исключается время пролеживания и транспортирования заготовки) и повышает точность обработки (уменьшается число ее переустановок, а, следовательно, снижается погрешность обработки).

Станок CNC 435 фирмы Vuderus способен выполнять одновременно точение, шлифование и накатывание поверхностей заготовок диаметром до 150 мм и длиной до 700 мм [19].

Фирма EMAG выпускает зубообрабатывающий центр KOEPFER VSC 400 DUO WF, на котором выполняются технологические операции точения, зубофрезерования и удаления заусенцев на зубьях – то есть полная обработка заготовок шестерен, предшествующая закалке. Рассмотренные примеры показывают возможность и эффективность расширения технологических возможностей оборудования путем реализации на нем традиционно не свойственных ему схем формообразования заданных поверхностей. Приведенные схемы

обработки предсказаны методом систематизации возможных схем обработки Грановского Г.И.

В настоящее время появились примеры использования металлорежущего оборудования для выполнения видов обработки, не связанных с резанием металлов.

Существуют практические примеры формообразования деталей методами холодного пластического деформирования на металлорежущих станках общего назначения, путем размещения и применения в многоинструментных наладках накатных головок различных типов с целью изготавливать резьбовые, зубчатых, мелкошлицевые и кольцевые поверхности [2].

Обработка отверстий вращающимся выглаживателем является разновидностью поверхностного пластического деформирования. При такой обработке возникают небольшие осевые силы и потому существуют примеры ее выполнения на сверлильных станках [15]. Обработка отверстий вращающимся выглаживателем обеспечивает высокую геометрическую точность обрабатываемого отверстия в поперечном сечении, позволяет обрабатывать отверстия диаметром до 30 мм, в том числе и глухие, а также глубокие отверстия без их предварительной тщательной подготовки. По данным Челябинского тракторного завода обработка вращающимся выглаживателем оказалась наиболее эффективной в условиях серийного производства.

При большой номенклатуре пружин и малой величине партии (10...300 штук) применение специализированного оборудования оказывается экономически неэффективно. Использование токарного станка с ЧПУ для навивания пружин позволяет получать пружины с любым заданным шагом и с любым требуемым числом поджатых витков при обеспечении стабильности размеров пружин благодаря автоматическому циклу навивания [12].

На ряде предприятий нашла применение технология изготовления деталей типа оболочек на токарных станках с ЧПУ методами холодного пластического деформирования [16]. При этом расширяются технологические возможности оборудования, отпадает необходимость в приобретении токарно-давильных станков или прессового оборудования, сокращаются сроки и затраты на технологическую подготовку производства. Анализ заводских данных показал, что стоимость оснащения токарных станков с ЧПУ для выполнения ротационной вытяжки составляет 5...12 % стоимости штампов, а расход металла при этом в 4...8 раз меньше, чем при изготовлении штампов для производства тех же самых деталей.

Перечисленные процессы являются высокопроизводительными и ресурсосберегающими, их можно эффективно использовать в автоматизированном производстве (особенно в условиях безлюдных или малолюдных производств) вследствие их высокой производительности,

отсутствия стружкообразования и высокой стойкости используемого инструмента. Рассмотренные примеры показывают возможность и эффективность расширенного использования технологического оборудования путем объединения нескольких методов обработки в одной технологической системе.

В российском машиностроении существуют примеры использования токарно-револьверных и другие автоматов для завальцовки и запрессовки деталей в условиях крупносерийного производства. В этом случае базовую деталь после обработки оставляют в шпинделе станка, а сопрягаемые детали подают из магазинов или бункеров посредством суппортов либо револьверной головки. При этом штучное время на изготовление сборочной единицы снижается в среднем на 23 % [17].

Компания Wirth&Gruffat (Франция), поставляющая токарные горизонтальные многошпиндельные станки автоматы с ЧПУ, реализует сборку изделий непосредственно на таком металлорежущем станке. Изготовление сборочной единицы, состоящей из втулки и стержня, включает этапы: точение втулки на первых позициях токарного автомата; запрессовка стержня во втулку (с использованием промышленного робота «KLAIN») на одной из позиций станка без снятия втулки из патрона; совместная обработка втулки и стержня на следующих позициях станка [Презентационные материалы компании Wirth&Gruffat].

Метод концентрации операций обработки и сборки на обрабатывающем оборудовании с целью уменьшения величины припусков и сокращения времени на обработку реализован в условиях промышленного производства на ОАО «Калугатрансмаш» [14] при производстве изделия «Крышка», состоящего из алюминиевого корпуса и стальной запрессованной втулки. Запрессовка втулки в отверстие корпуса осуществляется непосредственно на обрабатывающем оборудовании после предварительной обработки отверстия в корпусе с последующей доработкой отверстия в запрессованной втулке. Это позволяет исключить погрешность установки, вызванную повторной установкой сборочной единицы на токарный станок для совместной обработки, и уменьшить количество переходов для обработки отверстия втулки. Суммарное время обработки и сборки изготовленных по такой методике изделий сократилось на 57 % при обеспечении требуемой точности размеров и относительного положения исполнительных поверхностей.

Приведенные примеры подтверждают необходимость разработки новых научнообоснованных подходов и методик, позволяющих осуществлять направленный поиск путей расширения технологических возможностей современного оборудования, в том числе при выполнении на нем традиционно не свойственных ему операций. Разработка таких методик является весьма актуальной задачей, так как современное машиностроительное производство характеризуется

неоправданно огромным разнообразием технологических процессов, оборудования, оснастки; большим объемом ежегодного обновления физически изношенных технологических средств; невысокой гибкостью производства; ограниченностью средств на приобретение и содержание большого парка оборудования для обеспечения каждого вида выполняемых работ, особенно у малых предприятий. При этом следует основываться не только на традиционных подходах, учитывающих специализацию оборудования, но и на рациональном использовании технологических возможностей уже имеющегося оборудования для концентрации на нем операций производственного цикла в максимальном объеме.

Список литературы

1. Анохин Е.С. Устройство для фрезерования тел вращения // СТИН (Станки и инструмент). 1984. № 8. С. 34-35.
2. Артюхин Л.Л. Накатные головки для обработки зубчатых, мелкошлицевых и кольцевых поверхностей // СТИН (Станки и инструмент). 1989. № 7. С. 20-22.
3. Бараболя С.Я., Лев Ч.Я., Туровский А.С. Устройство к токарному автомату продольного течения для сверления отверстий // СТИН (Станки и инструмент). 1981. № 8. С. 26-27.
4. Бычков В.Г. Нарезание многозаходных резьб на зубофрезерном станке // СТИН (Станки и инструмент). 1984. № 4. С. 27.
5. Грановский Г.И. Кинематика резания. М.: Машгиз, 1948. 200 с.
6. Данилов В.А., Бажин М.В., Костюченко А.И. Расширение технологических возможностей шлицефрезерных станков // СТИН (Станки и инструмент). 1996. № 6. С. 24-29.
7. Ермаков Ю.М. Осевое протягивание отверстий с круговой подачей // СТИН (Станки и инструмент). 1978. № 12. С. 26-28.
8. Кордыш Л.М., Аверьянов О.И. Классификация современных универсальных станков сверлильно-фрезерно-расточной группы // СТИН (Станки и инструмент). 1995. № 11. С. 12-13.
9. Кошлакова В.В., Павлюк В.П. Многорядные обкаточные резцы для нарезания шлицевых валов по методу зуботочения // СТИН (Станки и инструмент). 1984. № 9. С. 16-17.
10. Лашнев С.И., Юликов М.И. Расчет и конструирование режущих инструментов с применением ЭВМ. М.: Машиностроение, 1975. 392 с.
11. Лев Ч.Я., Бараболя С.Я., Туровский А.С. Расширение технологических возможностей токарно-револьверных автоматов // СТИН (Станки и инструмент). 1979. № 1. С. 5-6.
12. Лесин С.М., Балин В.Н., Валутон И.Н. Навивание пружин на станках с ЧПУ // СТИН (Станки и инструмент). 1988. № 2. С. 37.
13. Лурье М.З., Свирицкий Р.М. Обработка корпусных деталей из чугуна торцовыми

- фрезами, оснащенными СТМ, на продольно-шлифовальных станках // СТИН (Станки и инструмент). 1984. № 7. С. 20-22.
14. Малышев Е.Н., Бысов С.А. Реализация комплекса обработки и сборки на одном станке // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2009. № 1. С. 14-21.
15. Маргулис Д.К., Черненко А.Ф. Обработка отверстий вращающимся выглаживателем // СТИН (Станки и инструмент). 1983. № 9. С. 28-29.
16. Могильный Н.И. Ротационная вытяжка тонкостенных деталей на токарных станках с ЧПУ // СТИН (Станки и инструмент). 1992. № 8. С. 34-35.
17. Новиков М.П. Основы технологии сборки машин и механизмов. М.: Машиностроение, 1980. 592 с.
18. Ульбрихт О. Комплексная обработка заготовок на четырехкоординатном станке // СТИН (Станки и инструмент). 1988. № 1. С. 16-17.
19. Fecht N. Die Technologien der komplexen Bearbeitung auf einer Werkbank // Fertigung. 2005. № 1/2. S. 22-25.