

Анализ характерных особенностей методов плоского шлифования

Механика и машиностроение

Мамедов Ч.М.

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
E-mail: chingiz.mamedov.2018@inbox.ru

Исследованы особенности методов плоского шлифования. Проведен сравнительный анализ периферии шлифовального круга с торцевым шлифовальным кругом. В качестве оптимального метода выбрана торцевая шлифовальная обработка.

Ключевые слова: торцевой шлифовальный круг, шлифование, шлифование периферией, динамические характеристики, деформация.

Введение

В настоящее время машиностроение научно-технических разработок приводит к резкому обострению противоречий между сроками физического и морального старения выпускаемой продукции, в результате чего наблюдается тенденция к снижению серийности производства машин и приборов. Чем меньше годовая программа выпуска изделия, тем выше удельный вес технологической подготовки производства в общей стоимости изделия. Помимо этого, выпускаемые машины и приборы становятся все более сложными, вызванными с насыщением конструкций и технологий с микропроцессорной техникой, ужесточением требований на механическую обработку деталей, и сборки изделия в целом, применением новых труднообрабатываемых, жаропрочных сталей и сплавов и т. д. В результате всего этого интеллектуальный уровень, трудоемкость и стоимость технологической подготовки производства машин и приборов перманентно растут.

Если учесть, что основные параметры точности и качества исполнительных и базовых поверхностей деталей машин обеспечиваются в основном в финишных операциях, намечается также рост технологической себестоимости финишной операции в общей стоимости технологического процесса и, следовательно, требуется обратить особое внимание на разработку технологии проведения окончательной обработки поверхностей и ее роли в технологическом процессе изготовления детали.

Масштабы применения шлифовальных операций многообразны и охватывают все виды и методы производства машин и оборудования. В общем в машиностроении 10-12%, на автозаводах 55-60%, а в подшипниковом производстве свыше 60% станочного парка составляют шлифовальные станки.

Постановка задачи

В связи с большой ролью операций шлифования в металлообработке, изучению этого процесса посвящены многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых. По мнению одного из ведущих ученых-шлифовщиков постсоветской эпохи, именем

которого связаны некоторые обобщающие теоретические предпосылки процесса шлифования в целом, процесс шлифования существенно отличается от процесса резания металлическим инструментом. Отличительными особенностями этих процессов являются следующие:

1. Беспорядочное расположение огромного количества мельчайших зерен на рабочей поверхности шлифовального круга.
2. Прерывистая режущая кромка у шлифовального круга.
3. Разновысотность шлифующих зерен у круга.
4. Определенная зависимость между толщиной и шириной среза снимаемого шлифующими зернами.
5. Разнообразная геометрическая форма шлифующих зерен и наличие у них округленных вершин, обеспечивающих, как правило, отрицательные передние углы резания отдельными зернами.
6. Особые свойства режущих элементов шлифующих зерен: высокая твердость, термоустойчивость, острота, хрупкость, способность разрушаться по плоскостям стойкости и др.
7. Высокие окружные скорости микрорезания и малые глубины резания каждым шлифующим зерном, обеспечивающие мгновенное снятие огромного количества в единицу времени и интенсивное скольжение зерен о материал в момент, предшествующий их врезанию и началу микрорезания стружек.
8. Динамические воздействия каждого шлифующего зерна на обрабатываемый поверхностный слой, способствующие повышению мгновенной температуры микрорезания.

Решение задачи

Представленные выше особенности процесса шлифования, отличающиеся совокупным воздействием многочисленных факторов случайного характера и вероятностным характером закономерностей их проявления, приводят к рассеянию характеристики и рельефа рабочей поверхности шлифовального круга, изменению площади контакта, протяженности неустановившихся процессов, изменению кинематических характеристик зерен в процессе контакта с обрабатываемой поверхностью.

Проведя сравнительный анализ условий работы абразивных зерен шлифовального круга, автор работы отмечает, что в работающем шлифовальном круге имеются режущие, давящие и не режущие зерна. Для определенных условий абразивного шлифования 78% абразивных зерен являются не режущими, 12% давящими и только 10% режущими. Около 80% всей механической работы шлифования переходит в теплоту, а остальная ее часть превращается в потенциальную энергию деформации кристаллической решетки.

Аналогичные результаты получены Чирковым Г.В. По его мнению, также около 80% энергии, затрачиваемой на шлифование, переходит в теплоту. Значительная ее часть отводится в стружку, оставшаяся – в обрабатываемую деталь, абразивный инструмент и окружающую среду. В результате высокой мгновенной температуры, которая происходит в зоне резания, происходят изменение структуры (разложение мартенсита) поверхностного слоя детали, появление тепловых деформаций, возникновение остаточных напряжений, прожогов и трещин. Устранить эти недостатки можно путем уменьшения количества теплоты, образующейся при шлифовании, или путем ее рационального перераспределения в зоне контакта шлифовального круга с обрабатываемой деталью.

Как следует из вышеизложенного, превалирующая часть механической работы шлифования растрачивается на создание тепловых эффектов, ухудшающих качества обрабатываемой поверхности. Если всему этому прибавить еще влияние факторов, связанных с нестабильностью удаляемого припуска и физико-механических свойств обрабатываемого материала, статическими и динамическими характеристиками технологической системы и т.д. можно будет объяснить столь низкую эффективность участия абразивных зерен в процессе микрорезания.

Большие масштабы применения шлифовальных операций, появление новых машиностроительных материалов, методов их термической и химико-термической обработки и новых алмазно-абразивных инструментов для их обработки вызывает необходимость в более детальном изучении физической сущности этого процесса. Очевидно, что исследования процесса шлифования необходимо вести в контексте обеспечения требуемого качества обработанной поверхности при высокой производительности. Под качеством шлифованной поверхности обычно подразумевается целый комплекс показателей, среди которых с точки зрения функциональных свойств особенный интерес представляют геометрические (шероховатость, волнистость, погрешности геометрической формы) и физико-механические, характеризующие состояние металла в поверхностном слое (прижег, микротрещины, микро-твёрдость, структурные превращения, остаточные напряжения и т.д.).

На выходные показатели процесса шлифования, проявленные в основном в характеристиках качества шлифованной поверхности, влияют многочисленные входные, внутренние, внешние, режимные и управляющие параметры, в том числе коэффициенты, характеризующие соответственно обрабатываемый материал, шлифующие зерна, связку, твердость и структуры шлифовального круга, СОЖ, точность и жесткость шлифовального станка, качество правки, стойкость круга, силу резания, температуру шлифования и т. д.

Этими высказываниями созвучно мнение Шумячера В.М. о том, что взаимодействие абразивного зерна и обрабатываемого материала – очень сложный и многогранный механизм, на эффективность которого влияет множество факторов, возникающих во время обработки. Хаотичное распределение в связке, разброс размеров и формы зерен приводят к тому, что в окрестности каждого элементарного режущего выступа складываются индивидуальные условия для вытеснения материала, что в конечном итоге и определяет разнообразные формы стружки.

Эти суждения неуклонно приводят к мысли, что при шлифовании отношение полезной работы ко всей затраченной является достаточно низким. Значительная часть механической работы тратится на трение и соответственно приводит к повышенному тепловому воздействию на обрабатываемую поверхность, а впоследствии, к снижению физико-механических свойств поверхностного слоя обрабатываемой детали. Отсюда следует, что в недрах процесса шлифования скрываются огромные потенциальные возможности, путем исследования и усовершенствования которых можно найти достаточные ресурсы для повышения его эффективности.

Одним из распространенных методов финишной обработки высокоточных плоских поверхностей деталей является плоское шлифование, которое осуществляется на специальных плоскошлифовальных станках с прямолинейно-возвратным или вращательным движением стола. Производительность плоскошлифовальных станков, работающих торцом круга, значительно выше однотипных станков, работающих периферией круга, тогда как станки, работающие периферией круга, обеспечивают более точную обработку. Характерными отличительными особенностями этих процессов являются нижеперечисленные.

При плоском шлифовании периферией круга:

- при шлифовании периферией круга площадь контакта круга с обрабатываемой поверхностью меньше, чем при торцевом шлифовании, а при периферийном шлифовании применяют станки с относительно меньшей мощностью, не более 7-15 кВт;
- при плоском шлифовании в основном применяются шлифовальные инструменты прямого профиля;
- плоскошлифовальные станки оснащаются магнитной плитой для установки шлифуемой детали;
- шлифование заготовок типа тел вращения производятся на плоскошлифовальных станках с круглым столом, с вертикальным или горизонтальным шпинделем;
- поверхностей деталей с большой протяженностью производят на периферийно-шлифовальных станках с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем.

При торцевом шлифовании:

- операция торцевого шлифования отличается с большой площадью контакта;
- из-за высокой производительности операции торцевого шлифования применяются в основном при черновой и обдирочной обработках;
- станки торцевого шлифования как обычно имеют относительно большую мощность;
- станки торцевого шлифования оснащаются сегментными шлифовальными головками;
- в качестве связки для сегментных шлифовальных головок в основном применяют бакелитовую связку со свойствами самозатачивания;
- при шлифовании с сегментной головкой из-за прерывистости рабочей поверхности головки уменьшается тепловое воздействие на обрабатываемую поверхность и улучшаются условия стружкоотвода.

Для обеспечения высокой точности и низкой шероховатости при торцевом шлифовании применяют чашечные круги со сплошной или прерывистой поверхностью. Для установки чашечных кругов применяются специальные планшайбы.

По отношению к формированию эксплуатационных свойств шлифованных поверхностей периферийное и торцевое шлифования также имеют ряд принципиальных особенностей. Эти особенности в работе сформулированы следующим образом.

При периферийном шлифовании:

- в связи с постоянным и неизменным направлением царапин, наносимых абразивными зёрнами, отмечается значительный процент попадания зёрен в ранее прорезанные царапины, что приводит к разгрузке около 20% зёрен;
- из-за одинаковости направлений сдвигов микроразрушения поверхностного слоя усиливаются;
- поперечная шероховатость значительно отличается от продольной.

При торцевом шлифовании:

- следы последующих царапин с предыдущими не совпадают, что определяет относительно большую загруженность абразивных зёрен;
- почти вся рабочая поверхности круга находится в непрерывном контакте с обрабатываемым материалом;
- из-за несовпадения направлений сдвигов существующие микротрещины более интенсивно закрываются, следовательно, поверхность получается более цельной, с меньшей степенью разрыхления и нарушения правильного кристаллического строения и обладает лучшими эксплуатационными свойствами;
- поперечная и продольная шероховатости не отличаются по величине и, следовательно, износостойкость поверхности в различных направлениях скольжения одинакова;
- большое число зёрен абразива, участвующих в работе, обуславливает малые нагрузки на отдельные зёрна и позволяет повысить точность этого способа.

Заключение

Результаты проведенного выше анализа показывают, что процесс торцевого шлифования как с точки зрения отдельных характеристик эксплуатационных свойств шлифованных поверхностей, так и производительности процесса имеет неоспоримое преимущество перед периферийным шлифованием. Помимо высокой производительности, плоское шлифование торцем круга имеет ряд принципиальных особенностей по отношению к формированию функциональных свойств шлифованных поверхностей, таких как относительная равномерность поперечной и продольной шероховатостей, сеточные следы обработки, цельность и меньшая раздробленность шлифованной поверхности, их высокая несущая способность, а также относительно равномерная износостойкость в различных направлениях и др. Однако, относительно низкая точность и повышенное тепловое воздействие на

обрабатываемую поверхность не делают возможным широко использовать этот метод в качестве финишной операции, при предъявлении высоких требований на качество поверхностей деталей. При этом вопросы, связанные с повышением эффективности работы абразивных зерен путем применения новых прогрессивных конструкций торцевых шлифовальных кругов и условий их работы, являются одним из приоритетных направлений усовершенствования технологии шлифования.

Литература

1. Гусейнов Г.А. Управление точностью процесса плоского шлифования на базе аналитических зависимостей. // Ученые записки. – Баку: АзТУ, 1992. – С.3-16.
2. Гусейнов Г.А., Мамедов Ч.М. Особенности изготовления и затылования чашечных кругов, очерченных по Архимедовой спирали. / Материалы Международной научно-технической конференции «Интеллектуальные технологии в машиностроении». – Баку, 2016.
3. Лурье Г.Б. Шлифование металлов. – М.: Машиностроение, 1969. – 175 с.
4. Маслов Е.А. Основы теории шлифования металлов. – М.: Машгиз, 1951. – 179 с.
5. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов. – М.: Машиностроение, 1974.

Xülasə

Məmmədov Ç.M.

Müstəvi pardaxlaşma üsullarının xarakterik xüsusiyyətlərinin analizi

Müstəvi pardaxlaşma üsullarının xarakterik xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Eyni zamanda yan səth pardaxlaşma üsulu ilə periferiya pardaxlaşmasının müqayisəli analizi verilmişdir. Yan səth pardaxlanması optimal üsul olaraq seçilmişdir.

Açar sözlər: yan pardax dairəsi, pardaxlaşma, periferiya pardaxlaşması, dinamik xarakteristika, deformasiya.

Summary

Mammadov Ch.M.

Analysis of the characteristic features of the flat abrasion methods

The characteristic features of the method of flat abrasion have been researched. A comparative analysis of periphery of the grinding wheel with the front grinding wheel is carrying out. Side surface polishing has been chosen as the optimal method.

Key words: front abrasive circle, abrasion, peripheral abrasion, dynamic characteristics, deformation.