

НОВЫЕ СХЕМЫ МНОГОИНСТРУМЕНТНОГО ШЛИФОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Байков А.В., Михайлов А.Н., Голубов Н.В., Ищенко А.Л.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Questions of development of new circuits of grinding of large-sized products are considered. The offered methods allow to combine draft and fair grinding. The developed methods raise productivity of processing in comparison with serial processing.

В настоящее время в различных областях машиностроения и приборостроения все шире применяются приборы из материалов, объединенных общим названием: хрупкие неметаллические материалы. Это, в частности, техническая керамика, стекло и стеклокристаллические материалы, кристаллы, природный и искусственный камень. Все указанные материалы характеризуются сходными физико-механическими свойствами, а именно: высокой твердостью, высокой прочностью на сжатие, высокой термостойкостью, низкой теплопроводностью и одновременно низким пределом прочности на растяжение и изгиб. Сходство свойств обуславливает и сходство технологических процессов механической обработки. Указанные материалы обрабатывают методом шлифования, преимущественно алмазным инструментом.

Несмотря на значительное количество исследований в области обработки данных материалов, многие вопросы, особенно касающиеся обработки природного камня, еще требуют решений. К настоящему времени недостаточно рассмотрены вопросы обработки изделий из хрупких неметаллических материалов в условиях многоинструментной обработки. Отсутствует теория производительности для указанных систем, теоретически не проработаны вопросы синтеза компоновок многоинструментных систем, накладываемые на систему активные ограничения, слабо рассмотрены вопросы интенсификации процессов многоинструментной обработки изделий из хрупких неметаллических материалов.

Целью данной работы является разработка новых принципов создания многоинструментных систем шлифования хрупких неметаллических материалов для повышения производительности.

Повышение производительности при шлифовании хрупких неметаллических материалов сдерживается следующими факторами:

1. Геометрическими параметрами инструмента
2. Мощностью привода станка.
3. Невозможностью совмещения черновой и чистовой обработки.

Однако, указанные факторы характерны для обработки и других материалов.

Возможные схемы шлифования плоских поверхностей заготовок из хрупких неметаллических материалов сгенерируем на основании морфологического анализа.

При рассмотрении схем обработки будем исходить из следующих положений:

1. Одиночный абразивный инструмент может иметь до шести степеней свободы (рис.1).
2. Многоинструментная обработка может быть параллельной, последовательной или параллельной-последовательной.
3. При последовательной обработке опережающий инструмент выполняет черновую обработку, отстающий чистовую.
4. Инструмент вращается с постоянной скоростью.

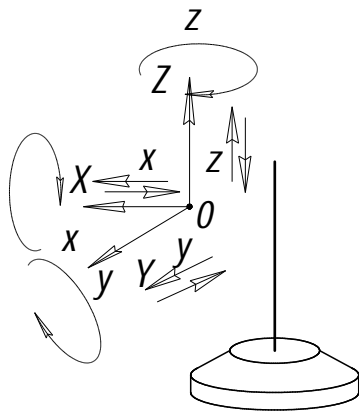


Рис. 1. Возможные перемещения одиночного абразивного инструмента

морфологического признака. Матрица морфологических признаков имеет вид:

$$\begin{pmatrix} p_1^1 & p_1^2 & p_1^3 & p_1^4 \\ p_2^1 & p_2^2 & p_2^3 & p_2^4 \\ p_3^1 & p_3^2 & & \\ p_4^1 & p_4^2 & p_4^3 & p_4^4 \\ p_5^1 & p_5^2 & p_5^3 & p_5^4 \end{pmatrix}.$$

В приведенной матрице:

- $p_1^1, p_1^2, p_1^3, p_1^4$ - вращение абразивного круга, соответственно, вокруг оси z , осей zx , осей zy , осей zux ;
- $p_2^1, p_2^2, p_2^3, p_2^4$ - перемещение абразивного круга, соответственно, относительно оси x , относительно осей ux , относительно осей zx , относительно осей zux ;
- p_3^1, p_3^2 - переносное вращение абразивного круга, соответственно, вокруг оси z , или его отсутствие;
- $p_4^1, p_4^2, p_4^3, p_4^4$ - количество абразивных кругов у которых совпадают оси вращения, соответственно, один, два, три, четыре;
- $p_5^1, p_5^2, p_5^3, p_5^4$ - количество абразивных кругов, оси которых параллельны друг относительно друга, соответственно, один, два, три, четыре;

Предложенный подход определяет большое количество вариантов, для их уменьшения введем ограничения.

1. Вращение одиночного абразивного круга возможно или вокруг оси z (главное движение) или вокруг осей zux (главное движение и движение прецессии).

2. Переносное вращение круга будет осуществляться вокруг оси z , т.к. переносное вращение относительно осей y и x приведет к потере размерной точности;

3. Одновременно работает или 1, или 4 круга.

Проанализируем некоторые варианты схем шлифования.

На рис.2 показана схема реализации разработанного способа шлифования. На рис.2а - вид снизу на многоинструментную шлифовальную головку. Здесь представлены вращательные движения шлифовальных кругов вокруг своих осей $V1$ и $V2, V3, V4$,

5. Для реализации процесса шлифования необходимо обеспечить, как минимум, вращение абразивного круга вокруг оси z и перемещение относительно оси x

6. Линейное перемещение инструмента осуществляется с постоянной скоростью, но направление может меняться на противоположное.

7. Ограничим число абразивных кругов, имеющих параллельные оси, четырьмя.

8. Предмет труда условно считаем неподвижным.

9. Начало отсчета системы координат связано с предметом труда.

Для составления схем обработки составим однострочные матрицы для каждого

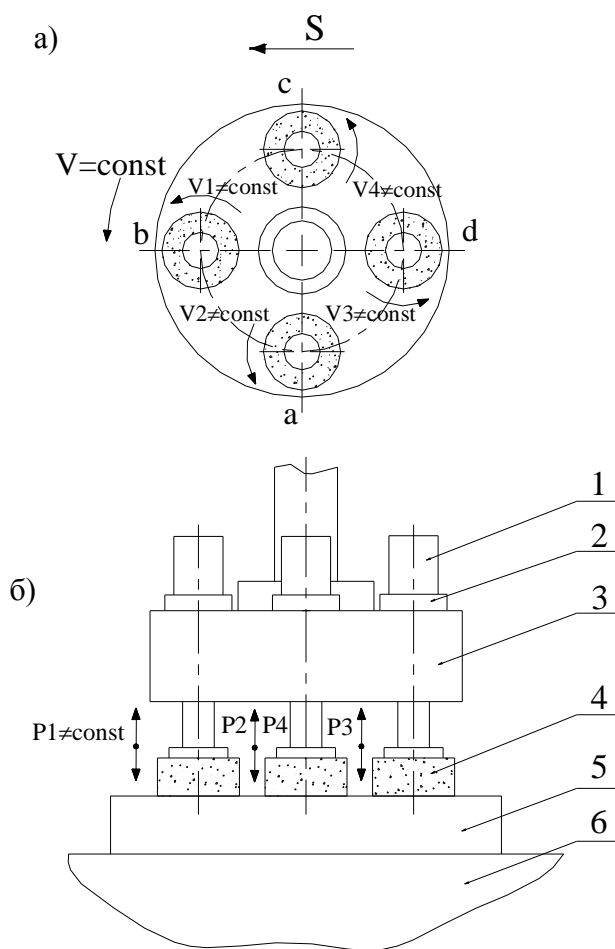


Рис.2. Способ однозонного шлифования

ром устанавливаются все элементы многоинструментной шлифовальной головки, 4-шлифовальные круги, 5- обрабатываемое изделие, 6- стол станка.

Еще более широкими технологическими возможностями обладает разработанный способ многоинструментной обработки шлифованием, сущность которого заключается в том, что шлифовальные круги располагаются на двух (возможно и более) окружностях, причем каждый шпиндель имеет независимое вращение и возможность управления усилием прижима к заготовке.

Торцевые круги, расположенные на одной окружности, имеют одинаковые характеристики, отличающиеся от характеристик кругов, расположенных на окружности другого диаметра. В процессе обработки торцевым шлифовальным кругом сообщают различную частоту обращения и различное усилие прижима к изделию, как в границах одной окружности, так и в границах других окружностей в зависимости от направления относительного поступательного перемещения планетарной головки и изделия. За счет этого возможно объединение различных операций обработки (предварительное шлифование, среднее шлифование, тонкое шлифование, лощение), в границах одной многоинструментной головки. Тем самым появляется возможность снизить время обработки изделий при получении поверхности с минимальной шероховатостью и расширить технологические возможности процесса обработки.

относительное перемещение S многоинструментной головки и изделия, а также планетарное движение шлифовальных кругов вокруг центральной оси многоинструментной головки V и передняя abc и задняя cda зоны многоинструментной головки, расположенных по ходу относительного перемещения головки и изделия. Планетарное движение шлифовальных кругов осуществляется электродвигателем привода шпинделя станка. На рис. 2б - вид сбоку на многоинструментную шлифовальную головку. На этом виде показаны прямолинейные движения шлифовальных кругов вдоль своих осей вращение $P1, P2, P3$ и $P4$. На схеме показаны: 1- электродвигатели с регулируемой частотой вращения, которые обеспечивают переменную частоту вращения шлифовальных кругов вокруг своих осей, 2- электромагниты, которые осуществляют перемещение инструмента вдоль своих осей, 3- феррасса, на кото-

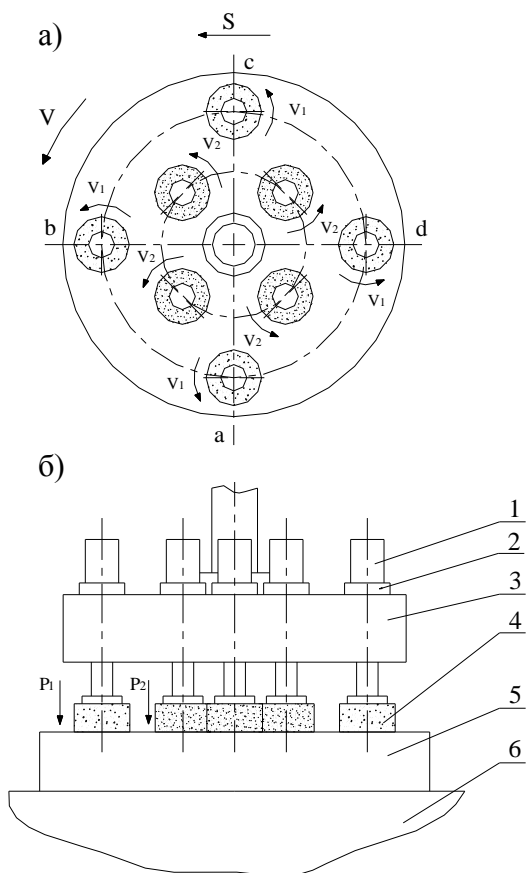


Рис. 3. - Способ двухзонного шлифования

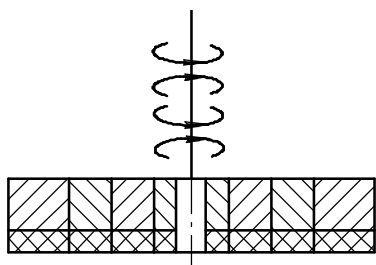


Рис.4 - Принципиальная схема шлифовальной головки

На основании разработанной теории предложены, 2 варианта шлифовального инструмента для обработки природного камня.

Первый вариант заключается в том, что обработка камня ведется торцом шлифовальной головки, которая состоит из нескольких кругов. Каждый круг в шлифовальной головке имеет свою частоту вращения и одно и тоже или различное направление вращения (рис. 4). Круги в шлифовальной головке располагают соосно друг относительно друга. Относительно шлифовальной головки происходит поступательное перемещение обрабатываемой заготовки.

Предложенный абразивный инструмент имеет следующие достоинства:

На рис.3 показана схема реализации предлагаемого способа. На рис.3а показан вид снизу на многоинструментную шлифовальную головку. На этом виде показанные вращательные движения шлифовальных кругов вокруг своих осей V_1 и V_2 , относительное перемещение S многоинструментной головки и изделия, планетарное движение шлифовальных кругов вокруг центральной оси многоинструментной головки V , которое осуществляется электродвигателем привода шпинделя станка, а также передняя abc и задняя sda зоны многоинструментной головки, расположенных по ходу относительного перемещения головки и изделия. На рис.3б - вид сбоку на многоинструментную шлифовальную головку, на которой показанные прямолинейные движения шлифовальных кругов вдоль своих осей вращения P_1 и P_2 . Принятые на схеме обозначения: 1- электродвигатели с регулируемой частотой вращения, которые обеспечивают переменную частоту вращения шлифовальных кругов вокруг своих осей, 2- электромагниты, которые осуществляют перемещение инструмента вдоль своих осей, 3- феррасса, на котором устанавливаются все элементы многоинструментной шлифовальной головки, 4- шлифовальные круги, 5- обрабатываемое изделие, 6- стол станка.

Разработанные способы шлифования защищены патентами Украины [2, 3].

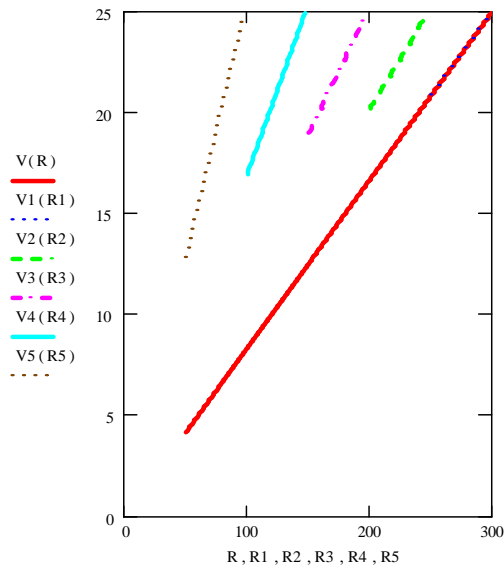


Рис.5 – Изменение скорости резания шлифовальных кругов в шлифовальной головке при максимальной скорости резания 25 м/с

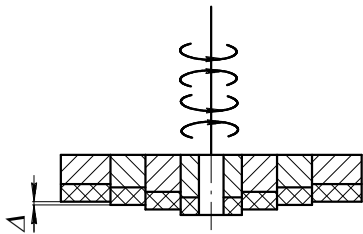


Рис.6 – Принципиальная схема шлифовальной головки с переменной глубиной резания

каждый из них смещается относительно торцевой поверхности предыдущего круга головки на величину равную величине припуска (если припуск равен глубине резания) или на величину глубины резания. Причем каждый из кругов имеет разную зернистость, что позволяет совмещать черновую и получистовую, получистовую и чистовую, чистовую и отделочные виды обработки. Увеличение производительности при использовании такой шлифовальной головки обусловлено снижением вспомогательного и подготовительно-заключительного времени.

Применение разработанных способов шлифования позволяет совместить несколько технологических переходов и тем самым сократить время обработки изделий при обеспечении минимальной шероховатости обработанной поверхности.

Список литературы: 1. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х т. Т1./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова –М.: Машиностроение, 1986.-656 с. 2. Деклараци́нный патент України на винахід В24В1/00 Михайлов О.М., Удовиченко В.О.,

- в связи с тем, что каждый круг имеет свою частоту вращения, то скорость резания при этом выравнивается от центра круга к периферии (рис.4), что уменьшает его износ по сравнению с применением сплошного круга. На рис.5. Представлены графики влияния радиуса круга на скорость резания при одной и той же максимальной скорости резания (25 м/с). Для круга диаметром 600 мм.

1. $D=600\text{мм}$, $d=500$. 2. $D=495\text{мм}$, $d=400$. 3. $D=395\text{мм}$, $d=300$. 4. $D=295\text{мм}$, $d=200\text{мм}$. 5. $D=195\text{мм}$, $d=100$, где d и D – диаметры внутренний и наружный соответственно.

- за счет вращения кругов с разной частотой вращения (как известно шлифование относится к методу следа по принципу формообразования) возможно снижение шероховатости обрабатываемой поверхности из-за перекрытия следов шлифовальных кругов, расположенных в шлифовальной головке.

Для повышения производительности обработки была предложена конструкция шлифовальной головки с переменной глубиной резания (рис. 6). Суть этой конструкции заключается в том, что как и в предыдущем случае шлифовальные круги располагаются соосно, но при этом

Байков А.В., Іщенко О.Л. Швирьов Д.О. - Спосіб шліфування.- Опубл.15.05.2003, Бюл.№5. 3. Спосіб шліфування. Михайлов О.М., Удовиченко В.О., Байков А.В. та ін. ДП України № 46335 А від 15.05.2002р. Бюл. №5.

Сдано в редакцію 14.05.05
Рекомендовано д.т.н., проф. Калафатова Л.П.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАЛКОВОЙ ПАРЫ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Бахадиров Г.А. (ИМСС АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан)

The pressing process of raw skin between two shafts identical radiuses located symmetric is investigating. Use of the equation of weights variability of row skin is defined change of normal reaction.

Проблемы совершенствования существующих и разработки новых технологических процессов обработки материалов и создания оптимальных конструкций валковых машин тесно связана с геометрическими, кинематическими и динамическими закономерностями процесса. Эти закономерности легли в основу исследований А.Г.Бурмистрова, А.П. Грудева, Б.И. Дамаскина, В.М. Клименко, Г.К. И.Д. Кугушева, Кузнецова, А.М. Онищенко, А.А. Минаева, Г.А. Мюллера, Н.Е. Новикова, А. Ниссэна, Д.Свита, Ю.Г. Фомина А.И. Целикова и др. [1-10].

Впервые контактная задача взаимодействия цилиндров и цилиндра с плоскостью решена Г. Герцем в статике [11, 12]. При решении принимались условия, что, материалы контактирующих тел однородны и изотропны, деформации тел абсолютно упруги и подчиняются закону Гука, величина площадки контакта мала по сравнению с размерами валков. При этих условиях нормальные напряжения распределяются по поверхности контакта по эллиптическому закону. Однако, в большинстве практических задач, связанных с обработкой валковыми парами различных материалов, принятые предпосылки при решении контактной задачи не выполняются. Материал получает не только упругую, но и пластическую деформацию, зависимость от напряжения имеет не линейный характер и не подчиняется закону Гука. В связи с этим, действительные закономерности распределения контактных напряжений в валковых парах с эластичными покрытиями отличаются от эллиптического закона [13].

Кинематические и динамические особенности процесса прокатки металла в различных валках достаточно хорошо изучены. При исследовании движения материала, зажатого между вращающимися валами и содержащего жидкостные компоненты, существуют различные подходы.

По теории Ниссэна [14], в зоне контакта отжимных валов, которую он делит на две части: входную и выходную, влага из материала удаляется в выходную часть. Это объясняется тем, что удаление влаги из материала происходит под действием капиллярных сил в выходной части зоны контакта, где упругие покрытия валков при расширении впитывают влагу.

Результаты других исследователей [7, 8, 13], показывают обратную картину: влага удаляется из входной части зоны контакта и в выходной части имеет место впитывание влаги материалом из покрытий валков. Следует иметь в виду, что характер удаления влаги из материалов и впитывание влаги материалом покрытий валков зависит от свойств материалов и механических параметров отжимных устройств.