

СПОСОБ ШЛИФОВАНИЯ И ПОЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ СВОБОДНЫМИ АБРАЗИВАМИ

Проволоцкий А.Е., Мохеб Мохаммад, Негруб С.Л. (НМетАУ, г. Днепропетровск,
Украина, Иран)

Researches of complex technology of treatment of details are conducted with the use of polishing and abrasive stream. It is suggested to regulate the graininess of abrasive in a stream by diminishing of intensity of mixing, due to what more large particles go down on the bottom of reservoir, but treatment is conducted the abrasive of lesser graininess.

Постановка проблемы. Поиску способов применения струйной обработки уделяется большое внимание. При этом используются различные механические разгонные устройства, а также дополнительные источники энергии, когда процесс из струйной обработки преобразуется в комбинированный способ воздействия на заготовку.

При комплексной технологии обработки деталей высокопористыми шлифовальными кругами и струйной абразивной обработкой важным фактором является подбор режимов обработки и размеров абразивных частиц. Указанная технология относится к отрасли машиностроения и может использоваться для чистового полирования деталей с целью получения низкого уровня шероховатости обрабатываемых поверхностей.

В традиционной гидроабразивной обработке используется рабочая жидкость, включающая абразивные частицы определенной зернистости. В ходе обработки они дробятся и измельчаются, теряя свои режущие свойства. Для получения шероховатости определенного уровня следует применять определенную зернистость абразива. Так как традиционно в жидкости присутствует абразив определенной зернистости, то возникает необходимость смены рабочей жидкости при использовании ее на другом переходе для получения меньшей шероховатости обработанной поверхности.

Основная часть. В ходе исследований предложен комплексный технологический способ шлифования с гидроабразивной доводкой [1]. При поднятии шлифовального круга от обрабатываемой поверхности детали эффективность доводки свободными абразивными частицами уменьшается. В этом способе высокий эффект достигается при обработке ровных геометрических поверхностей.

В основу разработки дополнительных технологий [2] поставлена задача повышения качества обработки с уменьшением шероховатости применением гидроабразивной струи с разной величины абразивных частиц.

Решение указанной задачи предложено путем применения массы абразивного материала разной зернистости из карбида кремния. Для струйной обработки готовится смесь абразивных частиц большей и меньшей зернистости. Они смешиваются в жидкости с последующим струйным перемещением на обрабатываемую деталь. Абразивные частицы с большей зернистостью снимают слой металла с обрабатываемой поверхности, имеющей большую шероховатость, со значительной производительностью.

Экспериментально установлено, что для получения малой шероховатости на обработанной поверхности, достаточно уменьшить мощность смешивания абразивных частиц в жидкости и тогда струйным перемещением на обрабатываемую деталь попадают только абразивные частицы с меньшей зернистостью. Они уменьшают шероховатость на поверхности обрабатываемой детали. Таким образом, для получения малой шероховатости не нужно деталь переносить на другой станок для использования рабочей жидкости с меньшей зернистостью абразивных частиц. Достаточно при использо-

вании частиц разных размеров уменьшить мощность смещивания и на обрабатываемую поверхность будут перемещаться только частицы, с меньшими размерами, которые будут понижать шероховатость.

Абразивно-жидкостной обработкой, или жидкостным хонингованием, называется процесс полирования деталей с помощью смеси жидкости и абразива, которая подается на заготовку из сопла со скоростью 50 м/с и больше. При ударах абразивных зерен гребни обрабатываемой поверхности частично снимаются ими, изменяя тем самым исходную шероховатость поверхности. Применяется этот способ обработки для получения поверхностей шероховатостью $Ra 0,16\ldots1,25$ мкм в местах, труднодоступных для механической обработки. Абразивно-жидкостной обработке поддаются и черновые заготовки для снятия окалины, очистки отливок. Для получения низкой шероховатости поверхности нужна предыдущая механическая обработка поверхности с шероховатостью не ниже $Ra 2,5$ мкм.

Жидкость подается на обрабатываемую поверхность под давлением сжатого воздуха или с помощью насоса через форсунку, в которую поступает сжатый воздух, распыляющий жидкость по полируемой поверхности. Форсунка может наклоняться под нужным углом к обрабатываемой поверхности. Равномерность насыщенности жидкости абразивом поддерживается специальным смесителем.

Жидкостная обработка и полирование применяются при обработке деталей сложной формы: профильных штампов, форм для литья под давлением, сверл и другого многолезвийного инструмента, при очистке отливок, декоративном полировании, подготовке поверхностей, под гальваническое покрытие.

В зависимости от вида обрабатываемого материала для жидкостной обработки применяют зерно карбида кремния или другой абразив. Для операций очистки обычно применяются частицы зернистостью 40…10, для полирования – зернистостью M10-M5.

Рабочая жидкость обычно состоит из 25…50 массовых частей абразива и 75…50 массовых частей содовой эмульсии, так что плотность жидкости равна примерно 2. Содержание более 50% абразива в жидкости, допускаемое для шлифовальных порошков и микропорошков зернистостью 5-М7, для больших номеров зернистости не рекомендуется. Лишняя концентрация зерен абразива в жидкости вызывает их удары друг о друга, что снижает эффективность обработки. Для повышения коррозийной стойкости в жидкость добавляю 0,5…1 % нитрида натрия или другие ингибиторы.

Интенсивность жидкостной обработки зависит от давления воздуха и скорости струи, от зернистости и концентрации абразива в жидкости, от направления струи и положения сопла относительно поверхности обработки, конструкции соплового устройства и свойств обрабатываемого материала. Чем больше давление воздуха и скорость, чем крупнее зернистость, тем больше кинетическая энергия удара и выше интенсивность обработки. Для каждой зернистости абразива в жидкости существует оптимальное давление воздуха. Так, для зернистости M28-M20 давление воздуха составляет 0,4, для зернистости 12…10—0,5…0,8 МПа.

Отверстие сопла должно находиться примерно на расстоянии 5…100 мм от детали, а угол падения струи должен составлять 25..40°. С увеличением угла более 45° интенсивность обработки резко уменьшается. Это происходит также с увеличением расстояния обрабатываемой поверхности до сопла. С увеличением размера зерен, а, следовательно, и их массы, сила удара растет, интенсивность обработки повышается, так же, как с увеличением концентрации зерен в жидкости. Так, при других оптимальных условиях для зернистости 16 величина слоя снимаемого металла достигает 0,004-0,005 мм, а для зернистости 5 она составляет 0,0015- 0,0020 мм. С увеличением твердости и хрупкости абразивных зерен снимание металла также увеличивается.

Показателями нового способа являются:

1. Ведение обработки струей жидкости с абразивом из карбида кремния с частицами разной зернистости;
2. При достижении определенного уровня шероховатости на обрабатываемой поверхности, скорость перемешивания абразива уменьшают, чем достигается разделение абразива по критерию массы – большие частицы опускаются вниз, в жидкости остаются частицы меньших фракций;
3. Продолжение обработки струей с абразивом меньших фракций позволяет получить необходимую шероховатость поверхности на одном станке без замены рабочей жидкости.

Такие показатели ранее не были известны.

В таблице 1 приведенные параметры обработки и шероховатость обработанной поверхности в зависимости от зернистости фракций абразива в струе, угла его падения и слоя металла, снимаемого при этом.

Таблица 1. Зависимость шероховатости обработанной поверхности от условий обработки

№ п/п	Вид обработки	Зернистость абразива (большая и меньшая фрак- ции), мкм	Слой снимаемого металла, мм	Угол падения струи, град.	Шероховатость, мкм
1	Очистка поверхности	63/40	0,01...0,015	40	2,5
2		50/32	0,008...0,1	40	1,25
3		40/25	0,006...0,008	35	1,25
4		40/20	0,005...0,006	35	0,63
5		40/16	0,004...0,005	30	0,32
6	Очистка поверхности	40/12	0,0035...0,004	30	0,16
7	Полирование	32/M10	0,003...0,0035	28	0,16
8		32/M8	0,0025...0,003	25	0,16
9		32/M6	0,002...0,0025	25	0,04
10		25/M5	0,0015...0,002	25	0,02

В таблице 1 указаны сведения относительно шероховатости обработанной поверхности после воздействия на нее струи с абразивом переменной зернистости. Выбирать абразивные частицы следует в зависимости от начального состояния обрабатываемой поверхности, и требований к ней после обработки. Следует учитывать возможность значительного превышения начальной шероховатости, поэтому необходимо повысить размер наибольшей фракции абразива и увеличить время воздействия на поверхность.

Введение в технологический процесс операции струйной обработки позволит получить необходимую шероховатость поверхности большой протяжности, в труднодоступных местах, не оставит направленных следов от режущего инструмента, то есть обеспечит качественный микрорельеф обработанной поверхности. Преимущества предлагаемого способа, прежде всего, в том, что он позволяет, изменяя режимы обработки, плавно руководить величиной шероховатости обработанной поверхности, не меняя рабочую жидкость и оборудование. Эти преимущества являются раскрытием

причинно следственной связи между совокупностью признаков изобретения и техническим результатом, который можно достичь в соответствии с поставленной задачей.

Пример иллюстрации технологии:

Листовой прокат размерами 750x100x15 мм и шероховатостью Ra 2,5 мкм необходимо очистить от окалины толщиной 0,3 мм и обеспечить шероховатость поверхности Ra 0,63 мкм.

Первый переход по очистке поверхности листа выполняется струей рабочей жидкости, состоящей из 45 массовых частей абразива и 55 массовых частей содовой эмульсии, так что плотность жидкости примерно равняется 2. На базе проведенных исследований с целью увеличения коррозионной надежности добавили нитрита натрия. Давление воздуха составляет 1,0 МПа. Абразив – карбид кремния зернистостью 63/40, где 63 – это наибольший размер частицы, а 40 – наименьший. Обработка ведется постепенным перемещением сопла аппарата 15 мм/мин. с перекрытием по ширине на 3 мм, изменяя направление движения сопла, ведем обработку всей поверхности листа. Сопло аппарата относительно поверхности находится под углом 40°. За один проход снимается слой металла в 0,015 мм (табл. 1).

Второй переход выполняется таким же образом, но скорость перемешивания рабочей жидкости в резервуаре уменьшается в 2 раза, угол наклона сопла устанавливается равным 30°. Через 3 мин. (время, которое необходимо для распределения абразива в рабочей жидкости) по окончании первого прохода можно выполнять второй переход. Обработка будет происходить абразивом меньшей фракции. Давление воздуха составляет 0,6 МПа. Поскольку при таких условиях слой металла, который снимается, меньше в два раза от предыдущего прохода (табл. 1), то для достижения необходимой шероховатости поверхности листа необходимо выполнить два прохода на втором переходе.

Суть представленной технологии не вытекает явным образом для специалиста с известным уровнем техники. Совокупность признаков, которая характеризует решение, не обеспечивает достижение новых свойств и только наличие признаков, отличающих технологию, позволяет получить новые свойства, новый технический результат. Следовательно, новая предлагаемая технология отвечает критерию новизны [2].

Предложенная технология испытана в условиях опытного производства Национальной металлургической академии Украины при участии сотрудников Научно-исследовательского института НМетАУ.

Испытаниям подвергалась партия деталей в количестве 50 шт. (с использованием шлифования и потока свободных абразивных частиц). Детали обрабатывались струйным способом с использованием обычной рабочей жидкости с зернистостью 40, и второй с зернистостью абразивных частиц 40 и 25. После чего в первом случае применялся способ полирования, во втором случае технологические режимы изменялись, а именно: уменьшили скорость перемешивания абразива в резервуаре, давление воздуха в сопле аппарата и угол падения жидкости на обрабатываемую поверхность. В первой группе деталей шероховатость после обработки составляла Ra 2,5 мкм, а во второй группе деталей - Ra 1,25 мкм.

Испытания проводились по обработке внешних цилиндрических и плоских поверхностей, а проводились также на длинномерных (2000 мм) деталях.

В ходе испытаний получены следующие результаты:

1. Предложенный способ позволяет, как очищать поверхности заготовок, так и выполнять полирование;
2. Позволяет использовать один и тот же рабочий аппарат для струйной обработки;

3. Позволяет использовать одну рабочую жидкость для двух переходов, что уменьшает время на обработку за счет уменьшения подготовительно заключительного времени;

4. Способ позволяет использовать универсальное оборудование;

5. Предложенный способ финишной доводки не только повышает производительность обработки в 1,5 раза, но и позволяет сократить расходы на оборудование.

Кроме указанного способа обработки предложенное решение можно применять при одной гидроабразивной обработке. Тогда возможности обработки дополняются новыми возможностями регулирования свойств рабочей жидкости и расширяют технологические возможности обработки в целом. Так, например, при обработке сложнопрофильных поверхностей появляется возможность обработки поверхности на одной операции до требуемой шероховатости, минуя стадию перемещения заготовки на новое рабочее место или смены рабочей жидкости в резервуаре.

При обработке плоских поверхностей обработка гидроабразивной струей при использовании новых возможностей регулирования также дает превосходный результат, так как позволяет значительно сократить затраты на оборудование, транспортировку, рабочую жидкость особенно при шлифовании.

Выводы:

1. В ходе проведенных исследований получен технологический способ понижения шероховатости в ходе одной комбинированной операции, которая выполняется на стандартном оборудовании, модернизированном для использования на нем гидроабразивной установки, а также в шлифовальных станках.

2. Представленный способ имеет достоинства, состоящие в последовательной работе двух инструментов: круга и струи, а также дополнительной возможности управлять зернистостью рабочей жидкости без изменения ее состава или перемены оборудования.

3. При применении указанного способа обработки удалось достичь понижения шероховатости обработанной поверхности, получаемой после шлифования, в 2 раза.

4. По результатам исследований подана заявка на полезную модель и получено положительное решение на выдачу патента Украины.

Список литературы: 1. Пат. Украины №30810, Украина, В24В 37/00. Способ шлифования поверхностей деталей/ Проволоцкий А.Е., Алексеенкова Е.В., Мохеб Мухаммад - Научно-исследовательский институт специальных технологий Национальной металлургической академии Украины. Заявлено 28.11.2007; Опубл. 11.03.2008. - Бюл. №5., 2. Решение по заявке и 2008 13963 от 04.12.08 г. на выдачу патента 26.02.09 г. Проволоцкий А.Е., Мохеб М., Негруб С.Л.

Надійшла до редколегії 12.03.2009 р.

СПОСОБ ШЛИФОВАНИЯ И ПОЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ СВОБОДНЫМИ АБРАЗИВАМИ

Проволоцкий А.Е., Мохеб Мухаммад, Негруб С.Л.

Стаття присвячена рішенню задачі підвищення якості обробки із зменшенням шорсткості вживанням гидроабразивного струменя з різної величиною абразивних часток.

гидроабразивная струя, зернистость, шлифование, шероховатость, плоская поверхность