

Для учета изменения формы траектории из полученной матрицы координат повернутой траектории делалась выборка по координатам Y при заданной глубине h распила заготовки (рисунок 1), а затем вычислялось отношение координат x / y точек повернутой траектории, пропорциональное скорости циркуляционного движения в заданной точке траектории, в результате чего получены зависимости отражающие характер изменения скорости при различных углах наклона траектории к торцевой поверхности распиловочного диска (рисунок 2).

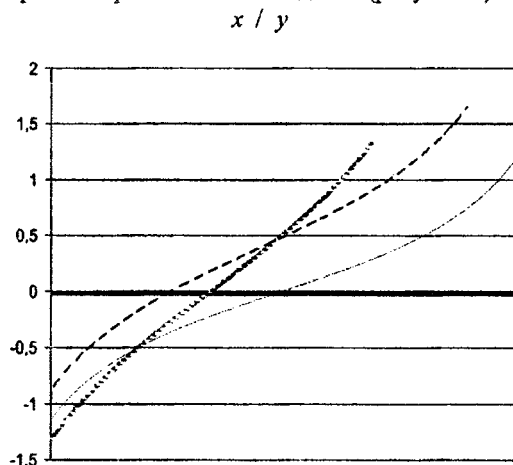


Рисунок 2. Характер изменения отношения x / y координат точек заготовки при ее циркуляционном движении при глубине пропила $h = b / 2$ при различных углах α наклона траектории (серая сплошная линия $\alpha = 0^\circ$; черная штриховая $\alpha = 45^\circ$; черная штрихпунктирная $\alpha = 90^\circ$)

Необходимо отметить, что положительное значение отношения x' / y' означает положительное значение углового коэффициента k в уравнении ка-

сательной $y = kx + b$, что можно трактовать как нахождение данной касательной справа от нижней точки выделенной на рисунке 1 кривой. Это означает, что скорость движения точек по циркуляционной траектории и скорость движения распиловочного диска не совпадают по направлению, что увеличивает скорость относительного скольжения заготовки и распиловочного диска, усиливая проявление полирующего эффекта. Из рисунка 2 видно, что при угле $\alpha = 45^\circ$ отношение x / y раньше достигает положительных значений, т.е. наклон на указанный угол обеспечивает улучшение качества распиливаемой поверхности при сообщении заготовке циркуляционного движения.

1. Елифанов В.И., Песина А.Я., Зыков Л.В. Технология обработки алмазов в бриллианты.—М.: Высш. шк., 1982.— 351 с.
2. Киселев М.Г., Дроздов А.В. Особенности формирования шероховатости обработанной поверхности при виброударном распиливании хрупких материалов// Весці Акад. Навук Беларусі. Сер.фізка-тэхнічных навук.— 2004.— № 4.— С. 67—70.
3. Изнашивание монокристаллов алмаза / А.М. Бочаров, А.Ф. Климович, А.С. Старовойтов, В.В. Снежков.— Минск.: Беларуская навука, 1996.— 144 с.
4. Установка для исследования процесса распиливания монокристаллов алмаза при сообщении заготовке вынужденных колебаний. / Киселев М.Г., Дроздов А.В., Ямная Д. А. // Приборостроение-2010: Материалы международной научно-технической конференции. – Минск, ноябрь 2010 – С. 230-231.

УДК 621.937

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ СООБЩАЕМЫХ НАКАТНОМУ РОЛИКУ НА УСЛОВИЯ И ХАРАКТЕР ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ШАРЖИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Киселев М.Г., Дроздов А.В, Габец В.Л.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Цель операции шаржирования заключается в придании рабочей поверхности обрабатываемого инструмента режущей способности путем внедрения и закрепления в ней частиц абразивного материала. Для достижения высоких эксплуатационных показателей таких инструментов (наибольшая абразивная способность и износостойкость рабочих поверхностей) необходимо в процессе шаржирования реализовать такие кинематические и динамические условия их взаимодействия с деформирующим инструментом, при которых, во-первых, обеспечивает-

ся гарантированное попадание абразивных (алмазных) зерен в зону обработки, а во-вторых, происходит их интенсивное последующее внедрение в материал шаржируемой поверхности и надежное закрепление в нем.

Как показали результаты исследований [1], в значительной степени эти условия могут быть обеспечены в процессе шаржирования поверхностей накатным роликом (деформирующим инструментом) при сообщении ему ультразвуковых колебаний. Вместе с тем, отсутствует обобщенный анализ по-

ложительного влияния ультразвуковых колебаний, сообщаемых накатному ролику, на процессы, протекающие при шаржировании рабочих поверхностей инструментов, и ответственные за уровень их эксплуатационных показателей. Поэтому в данной работе с учетом результатов предшествующих исследований проведена комплексная оценка влияния ультразвуковых колебаний, сообщаемых накатному ролику, на обеспечение благоприятных для эффективного протекания процесса шаржирования условия.

По сравнению с шаржированием в обычных условиях сообщение ролику ультразвуковых колебаний сопровождается изменениями кинематики и динамики его взаимодействия с обрабатываемой поверхностью. При этом установлено, что положительное влияние колебаний на процессы, протекающие при шаржировании поверхности, реализуется в том случае, когда обеспечивается виброударный режим работы акустической колебательной системы, т.е. когда амплитуда колебаний A_0 превышает удвоенное значение суммарного натяга в ней $2X_{\Sigma}$ ($A_0 > 2X_{\Sigma}$).

Как показали результаты теоретических исследований, подтвержденные данными экспериментов [1], благодаря наличию переменного во времени зазора между поверхностями ролика и обрабатываемой поверхностью при виброударном режиме работы колебательной системы, значительно облегчаются в сравнении с традиционным шаржированием условия попадания абразивных зерен в зону обработки. В результате обеспечивается гарантированное поступление абразивных зерен в зону шаржирования, что является первостепенным и обязательным условием для качественного выполнения данной операции. Попавшие в зону обработки абразивные зерна, испытывают со стороны накатного ролика ударно-фрикционное нагружение, под действием которого происходит их вдавливание в шаржируемую поверхность. Уровень этого нагружения, и в частности, его фрикционная составляющая зависят от величины проскальзывания колеблющегося ролика относительно обрабатываемой поверхности.

Для эффективного протекания этого процесса, в первую очередь, необходимо обеспечить такие условия взаимодействия деформирующего инструмента (накатного ролика) с шаржируемой поверхностью, при которых обеспечивается гарантированное попадание абразивных (алмазных) зерен в зону обработки для их последующего внедрения в материал шаржируемой поверхности.

Как показали результаты экспериментов [2], сообщение ролику ультразвуковых колебаний, обеспечивающих виброударный режим работы акустической колебательной системы, во всех случаях приводит к увеличению коэффициента проскальзывания по сравнению с его значением при обычных условиях качения. При этом степень влияния ультразвука на увеличение коэффициента проскальзывания ролика возрастает с увеличением амплитуды сообщаемых ему колебаний, а также с

уменьшением как усилия его прижатия к поверхности образца, так и скорости последнего.

Установлено, что полученные ранее теоретические зависимости [3] для расчета средней угловой скорости вращения ролика при сообщении ему колебаний и степени влияния ультразвука на повышение коэффициента его проскальзывания достаточно адекватно соответствуют результатам экспериментальных исследований, что позволяет использовать эти зависимости для выполнения соответствующих инженерных расчетов.

На основе выполненных исследований [4] были также определены особенности протекания процесса вдавливания абразивного зерна в металлическую поверхность образца при сообщении накатному ролику ультразвуковых колебаний. В частности, экспериментально было установлено, что под действием ультразвуковых колебаний интенсифицируется процесс разрушения абразивного зерна по сравнению с его вдавливанием в обычных условиях, в результате чего образуется большее, чем при обычных условиях его вдавливания, количество твердых частиц, но меньшего размера.

По сравнению с исходным абразивным зерном такие частицы (зерна) имеют более высокое сопротивление скалыванию и раздавливанию, а также меньший радиус скругления вершин. Поэтому в процессе вдавливания они, сохраняя свою целостность, способны внедряться в поверхность образца, т.е. шаржироваться в нее. Экспериментально было установлено, что сообщение накатному ролику ультразвуковых колебаний интенсифицирует процесс шаржирования образовавшихся в результате дробления абразивного зерна твердых частиц в металлическую поверхность образца. В этом случае внедрение частиц в поверхность образца протекает в режиме их виброударного вдавливания, который, по сравнению с обычным режимом, обеспечивает большую глубину их внедрения, а соответственно, и закрепления (шаржирования) в металле образца.

По мере увеличения амплитуды ультразвуковых колебаний, нелинейно возрастает величина ударного импульса, передаваемого поверхностью накатного ролика абразивному зерну, в результате этого интенсифицируется процесс разрушения абразивного зерна с одновременным повышением степени его дробления, а также процесс шаржирования поверхности образца образовавшимися твердыми частицами.

С практической точки зрения установленные особенности и закономерности влияния ультразвуковых колебаний, сообщаемых накатному ролику, на протекание процесса вдавливания абразивного зерна в металлическую поверхность могут быть использованы для совершенствования технологии и повышения качества шаржирования поверхностей различных инструментов.

Таким образом, установлено, что положительное влияние сообщаемых накатному ролику ультразвуковых колебаний на повышение качества шаржирования поверхности обусловлено их поло-

жительным влиянием на протекание двух основных процессов, во-первых, созданием за счет виброударного режима его качения благоприятных условий для гарантированного попадания абразивных зерен в зону обработки, а во-вторых, их последующим интенсивным вдавливанием в шаржируемую поверхность за счет высокочастотного ударно-фрикционного нагружения.

1. Киселев, М.Г. Повышение качества шаржирования поверхности накатным роликом путем сообщения ему ультразвуковых колебаний / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, В.Л. Габец, М.С. Гуринович // Вестник Белорусского национального технического университета – 2011. - № 4. С. 5-10.
2. Киселев, М.Г. Исследование влияния ультразвуковых колебаний, сообщаемых накатному ролику в процессе качения, на величину его

проскальзывания / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, В.Л. Габец // Материалы Технологии Инструменты – 2010. – Т.15(2010), №3, С. 75-80.

3. Киселев, М.Г. Влияние ультразвукового воздействия на условия контактного взаимодействия накатного ролика с обрабатываемой поверхностью / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, В.Л. Габец, А.А. Столяров // Вестник Полоцкого государственного университета. - 2009. - № 2. С. 63-71.
4. Киселев, М.Г. Экспериментальные исследования влияния ультразвуковых колебаний, сообщаемых накатному ролику, на процесс вдавливания абразивного зерна в металлическую поверхность / М.Г. Киселев, А.В. Дроздов, В.Л. Габец, А.А. Столяров // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П.О.Сухого – 2010. – № 3 (42), С. 9-17.

УДК 621.9.048.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЗАЗОРА В СОПРЯЖЕНИИ НАКАТНОЙ РОЛИК – ОСЬ АКУСТИЧЕСКОЙ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ХАРАКТЕР ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОСНОВАНИЕМ

Киселев М.Г., Дроздов А.В.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

В основе многих технологических процессов обработки материалов лежит метод взаимодействия инструмента с заготовкой путем его обкатки. Подобные схемы применяются при поверхностном пластическом деформировании материалов нагруженными роликами или шариками, при шаржировании поверхностей режущих инструментов алмазными или абразивными зёрнами путем их вдавливания накатным роликом. Одним из эффективных направлений повышения производительности, точности и качества обработки поверхностей деталей методом обкатки является применение на этих операциях энергии ультразвука [1].

Известно [2], что реализация виброударного взаимодействия возможна при реализации условия $A_0 > 2x_{ст}$, где A_0 – амплитуда возбуждаемых колебаний, $x_{ст}$ – величина предварительного натяга, обусловленная воздействием на взаимодействующие элементы статической нагрузки. Поэтому для обеспечения виброударного взаимодействия поверхностей деформирующих инструментов и заготовки необходимо либо уменьшать значение предварительного натяга, что в ряде технологических процессов нежелательно, либо увеличивать мощность возбуждаемых ультразвуковых колебаний, что требует использования мощного ультразвукового оборудования.

Между тем, в любой технологической системе присутствуют зазоры между их элементами, что приводит к необходимости учета изменения харак-

тера их движения. Поэтому целью данной работы являлось теоретическое исследование влияния характера и параметров виброударного режима взаимодействия накатного ролика, установленного на оси вращения с зазором, с неподвижным основанием при сообщении ему ультразвуковых колебаний, направленных перпендикулярно его поверхности.

Согласно [2], схема акустической колебательной системы технологического назначения для шаржирования боковых поверхностей распиловочных дисков накатным роликом при сообщении ему ультразвуковых колебаний состоит из ультразвукового преобразователя продольных колебаний 1 (рисунк 1), соединенного с полуволновым коническим концентратором 2. В его узловом сечении выполнен фланец, к которому прикреплен корпус 3. Последний установлен на шариковых направляющих 4, обеспечивающих плавное и с минимальным трением перемещение всей акустической системы в вертикальном направлении. В непосредственной близости от выходного торца концентратора жестко закреплена ось 5, которая служит опорой скольжения для накатного ролика 6. Последний под действием статической нагрузки $P_{ст}$ прижимается к обрабатываемой поверхности распиловочного диска 7, закрепленного на основании 8. На боковую поверхность диска равномерным слоем наносится алмазная суспензия, и алмазные зёрна, попадая в зону фрикционного контакта, вдавливаются в материал диска поверхностью вращающегося накатного ролика.