

Таким образом, было установлено, что наибольшая эффективность в условиях лазерной термообработки импульсным излучением для стали Х12М без оплавления поверхности достигнута применением комплексного покрытия из краски с наполнителем из окисла металла желтого цвета и окисной пленки ортофосфорной кислоты.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михайленко Ф.П. Стойкость разделительных штампов. М.: Машиностроение, 1976. – 208с.
2. Белый А.В. Поверхностная упрочняющая обработка с применением концентрированных потоков энергии. – Мн., 1990. – 78с.
3. Коган Я.Д. Перспективы развития технологий поверхностного упрочнения материалов деталей машин и инструмента // МиТОМ. 1993. №8. С.5-9.
4. Маликов Л.С. и др. Лазерное упрочнение штампового инструмента // Технология и организация производства. – Киев, 1986. №2. С. 46-48.

УДК 621.9

ИННОВАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ МЕТОДА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ЗВУКОВОГО УПРОЧНЕНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Шелег В.К.¹, Жигалов А.Н.²

- 1) Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь;
- 2) Барановичский государственный университет
Барановичи, Республика Беларусь.

В настоящее время твердосплавный инструмент широко применяется в современном машиностроении для обработки различных поверхностей. Но, к сожалению, такие недостатки твердых сплавов, как их повышенная хрупкость, относительно невысокие значения предела прочности при изгибе (98...200 кгс/мм²) и ударной вязкости (25...75 КДж/м²) значительно снижают эффективность использования твердосплавных пластин при прерывистом резании в связи с тем, что такие пластины работают в наиболее тяжелых условиях, связанных с наличием ударных нагрузок, при частых циклических изменениях температурного поля на режущем клине инструмента при рабочих и холостых ходах, неблагоприятном расположении режущего клина в процессе стружкообразования и других явлений. Стойкость пластин при этом является невысокой, приблизительно в два раза ниже, чем при непрерывном резании.

Специфика обработки поверхностей деталей машин при прерывистом резании требует наличия более совершенного твердосплавного инструмента, обладающего одновременно высокими показателями как по твердости, так и по ударной вязкости. В настоящее время не существует эффективных методов упрочнения твердосплавного инструмента, предназначенного для работы с ударными нагрузками.

В связи с чем, весьма перспективным является создание новых методов упрочнения, основанных на высокоэнергетических, низкотемпературных воздействиях, к которым и относится метод аэродинамического звукового упрочнения (АДУ) твердосплавного инструмента [1], предназначенного для работы в

условиях прерывистого резания со значительными ударными нагрузками, способный с небольшой добавленной стоимостью существенно улучшать стойкостные характеристики твердосплавного инструмента (до 3,7 раза), за счет повышения ударной вязкости до 90 КДж/м² и предела прочности при изгибе до 223 кг/мм² при сохранении высокой твердости до 92 HRA и плотности до 15·10³ кг/см³, тем самым решить важную проблему связанную с обработкой прерывистых поверхностей и уменьшить импорт закупаемого твердосплавного инструмента.

Однако любой метод не в состоянии обеспечить высокую эффективность без наличия инноваций (внедренных новшеств) положенных в основу его создания.

Инновационной разработкой, на базе которой создан метод АДУ, является математическая модель образования энергии в твердых сплавах, отличающаяся учетом влияния акустических волн звуковой частоты, приведенных в резонансное состояние, и предварительного теплового нагрева от внешнего источника, на генерируемую энергию в атомах кристаллических решетках, позволяющую устанавливать значения амплитудно-частотных параметров и температуры, при которых возникающая энергия создает условия для смещения атомов кристаллических решеток элементов твердых сплавов и дислокационных образований, возникших от дефектов, связанных с нарушениями периодичности положения атомов в кристаллической решетке, в пределах всей структуры упрочняемого материала. Математическая модель образования внешней энергии, способной осуществить смещение атомов кристаллической решетки элементов твердых сплавов, на языке математики может быть описана в виде

$$E_{вн} = 0,75R^{-1} \omega_{рез}^2 (2,72 (\ln A_{рез} L_K + \delta L_K))^2 + 49,89(T_{дон} + 273,15) - \frac{1,585 \cdot 10^{-42}}{am\sqrt{m}},$$

где $\omega_{рез}$ – резонансная частота от источника внешних колебаний; $A_{рез} L_K$ – резонансная амплитуда звукового давления на расстоянии L_K ; δ – коэффициент затухания; L_K – расстояние от одной из вибрирующих стенок камеры до точки, расположенной между стенками камеры; $T_{дон}$ – максимальная величина допустимой температуры, при которой не происходит изменение свойств материала; a – межатомное расстояние кристаллической решетки элемента; m – масса атома.

Инновационностью обладает также и разработанный механизм аэродинамического звукового упрочнения твердосплавного инструмента, а также его физическая модель, отличающиеся от известных тем, что необходимый уровень энергии, способной произвести смещение атомов кристаллических решеток твердых сплавов из положения равновесия за счет увеличения колебаний атомов кристаллической решетки, обеспечивается нагревом упрочняемого твердого сплава до температуры, равной 10...30% температуры спекания, и воздействием на него акустических волн от резонансной амплитуды вынужденных

колебаний на звуковых частотах, образованных от колебаний двух параллельно расположенных поверхностей резонатора под действием воздушного потока, а сохранение созданного за счет самоорганизационных процессов равновесного состояния кристаллических решеток и дислокационных структур достигается старением, который позволяет обеспечивать повышение стойкости твердосплавного инструмента работающего при прерывистом резании с ударными нагрузками.

Значения виброускорений, измеренные на корпусе установки, реализующей механизм упрочнения при АДУ, представлены на рисунке 1. Из видно из рис. 1, при реализации метода АДУ на определенных частотах в звуковом спектре волновых колебаний образуются резонансные амплитуды внешних колебаний, увеличение которых достигает в 10-200 раз и более (в зависимости от конструкции устройства для АДУ) относительно нерезонансного колебательного состояния. В связи с тем, что энергия внешнего волнового воздействия находится в квадратных зависимостях от $\omega_{рез}$ и $A_{рез}$, то увеличение $A_{рез}$, например в 5 раз, приведет к увеличению внешней энергии до 25 раз. В связи с чем разработанный механизм АДУ, являясь высокоэнергетическим и, причем, низкотемпературным процессом, позволяет оказывать воздействие по всему объему упрочняемого материала, как на зерновом, так и на кристаллическом уровне элементов его составляющих, входящих в твердые сплавы, осуществляя, тем самым, их структурные перестройки за счет изменения размеров кристаллитов, плотности дислокаций, снижения искаженности кристаллических решеток.

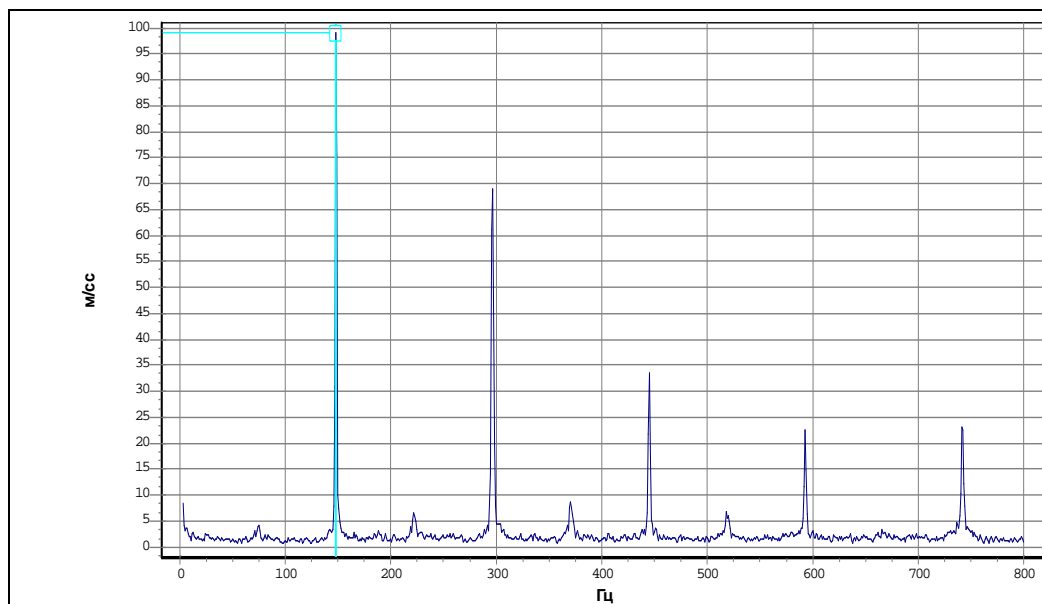


Рисунок 1 – Спектр амплитудных виброускорений на корпусе установки для АДУ в зависимости от частоты колебаний

Проведенные лабораторные исследования метода АДУ подтвердили теоретические разработки и показали, что после упрочнения методом АДУ происходит уменьшение количества крупных и возрастание количества мелких зерен, происходит уменьшение размеров кристаллов, происходит снижение плотности дислокаций (для твердых сплавов ВК8 и Т5К10 уменьшается на 12...16% по

сравнению с неупрочненными твердыми сплавами), повышаются прочностные свойства твердых сплавов (для сплавов Т5К10, Т15К6, ВК6, ВК8 рост ударной вязкости и предела прочности при изгибе — 19-23%), при этом не происходит снижения твердости и плотности. Метод АДУ позволяет получать твердосплавные пластины с новыми, ранее не известными физико-механическими свойствами, причем с более высокими, чем стандартные.

Проведенные экспериментальные исследования в производственных условиях на базе восьми заводов показали высокую эффективность метода АДУ. После упрочнения методом АДУ твердосплавного инструмента происходит увеличение его стойкости при обработке в условиях прерывистого резания с ударными нагрузками в 1,8-3,4 раза.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Способ аэродинамического упрочнения изделий : пат. ВУ 21049 / А. Н. Жигалов, Г. Ф. Шатуров, В. М. Головков. – Оpubл. 30.06.2017.
2. Шелег, В. К. Экспериментальное определение амплитудно-частотных характеристик при аэродинамическом звуковом упрочнении твердых сплавов В. К. Шелег, А. Н. Жигалов // Наука и техника. 2019. Т. 18, № 1. – с. 11-20.
3. Жигалов, А.Н. Исследование влияния аэродинамического упрочнения на стойкость твердосплавного инструмента при прерывистом резании / А. Н. Жигалов, В. К. Шелег // Машиностроение : Респ. Межведомств. Сб. науч. Тр. Вып.31 / Под ред. В. К. Шелега. – Минск : БНТУ, 2018. – с. 37-48.

УДК 621.762.2

ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОРОШКОВ ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ МЕХАНИЧЕСКИМ СПЛАВЛЕНИЕМ

Жорник В.И.^{1,2}, Ковалева С.А.¹, Шелег В.К.², Хомич Н.С.³

- 1) Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
- 2) Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь
- 3) УП «Полимаг», Минск, Республика Беларусь

При изготовлении изделий машиностроения важный вклад в обеспечение качества продукции вносят финишные операции формообразования рабочих поверхностей (шлифование, полирование и др.), способствуя обеспечению требуемого уровня геометрической точности деталей и параметров шероховатости поверхностей, повышению сопротивления изнашиванию, коррозии и механическому разрушению, снижению шума при функционировании изделий. Перспективным способом финишной обработки поверхностей деталей является магнитно-абразивная обработка (МАО), заключающаяся в перемещении рабочей магнитно-абразивной среды по обрабатываемой поверхности посредством приложенного магнитного поля. При этом производительность процесса полирования и качество обрабатываемой поверхности определяются как схемой МАО, так и составом и свойствами магнитно-абразивной рабочей среды. Обычно в качестве магнитно-абразивной рабочей среды используют смеси порошков железа и материалов с высокой твердостью и режущей способностью, таких как оксид