

МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЕ УПРОЧНЕНИЕ РЕЗЦОВ

Е. А. Рыбкин

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

При обработке металлов резанием существует необходимость увеличения стойкости резцов с твердосплавными напайными пластинами. Увеличение стойкости возможно двумя методами: нанесение покрытий и магнитно-импульсное упрочнение. Недостаток нанесения покрытий – снижение стойкости инструмента после переточки, для восстановления стойкости необходимо вновь наносить покрытие. Для нанесения покрытия инструмент необходимо снова отправлять в инструментальный цех, что снижает оперативность работы, и в конечном итоге увеличивает стоимость изготовления деталей. При магнитно-импульсном упрочнении, стойкость инструмента после переточки значительно не изменяется.

В настоящей работе рассмотрен метод магнитно-импульсного упрочнения инструмента.

Главной особенностью ферромагнитных сплавов является наличие доменной структуры. При намагничивании происходит смещение междоменных границ. Благодаря коэрцитивной силе после намагничивания доменная структура не возвращается в исходное состояние. Это обстоятельство и объясняет остаточное упрочнение.

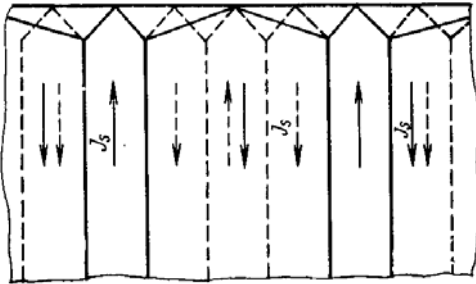


Рис. 1. Доменная структура до намагничивания (---) и после выключения магнитного поля (—)

С течением времени доменная структура (рис. 1) стремится к восстановлению исходных конфигураций по причине их энергетической стабильности, соответствующей минимуму магнитной энергии. Размеры доменов постепенно уменьшаются, а их число увеличивается. Можно ожидать, что сплавы с меньшей коэрцитивной силой будут иметь и меньший прирост упрочнения в результате намагничивания.

Так же нужно учитывать изменения на поверхности реального инструмента в результате финишных операций шлифования или заточки. В поверхно-

стных слоях инструмента при обработке абразивными кругами могут происходить сильные локальные разогревы, приводящие к появлению «прижогов» – участков с измененной структурой. Характер изменения структуры определяется сочетанием высоких скоростей нагрева и охлаждения с сильным наклепом приповерхностных слоев. Т. е. эффект намагничивания зависит как от химического состава твердосплавных материалов, так и от режима финишных операций, в результате которых создается определенное состояние поверхностного слоя.

При намагничивании в твердосплавных материалах снижается концентрация напряжений, вследствие чего улучшаются механические свойства, повышается микротвердость, увеличиваются напряжения, удерживающие смазочный материал, повышается закрепление в пограничном слое легирующих элементов, таких, например, как кобальт. При этом повышается теплопроводность материала, увеличивается временное сопротивление на изгиб на 15...20 %, что обуславливает снижение выкрашивания зерен из режущей кромки инструмента при резании металлов и сплавов.

Для эксперимента было взято 10 резцов, 8 из них подвергались намагничиванию. Предварительно все резцы были замаркированы с присвоением порядковых номеров от 1 до 10.

Намагничивание резцов производилось на установке «Бизон», на которой величина магнитного поля изменялась путем изменения заряда конденсаторов, подаваемого на магнитную катушку. За основные напряжения были взяты 3,5 кВ и 5 кВ. Для данной установки 5 кВ является оптимальным напряжением.

В связи с неоднородностью магнитного поля в полости соленоида применялась 4-е схемы намагничивания резцов. По каждой схеме выполнялось два цикла намагничивания, с перерывом между циклами 5 мин. Длительность импульса составляла 0,5 с.

Схемы намагничивания

Схема № 1 (рис. 2) – без вибрации испытуемого образца (резец, твердосплавная пластина которого была сорентирована строго в центре, по оси соленоида магнитной катушки). Образец помещают в центр оправки. При намагничивании образец совершает вибрации, исключение которых производится при помощи втулок, размещаемых в оправке по обе

стороны от резца, так, что его твердосплавная пластина, оказывается, по центру соленоида. Для предотвращения образования микротрещин и сколов на твердосплавной пластине, втулки изготавливались из полистирольного пенопласта плотностью $0,1 \text{ г/см}^3$.

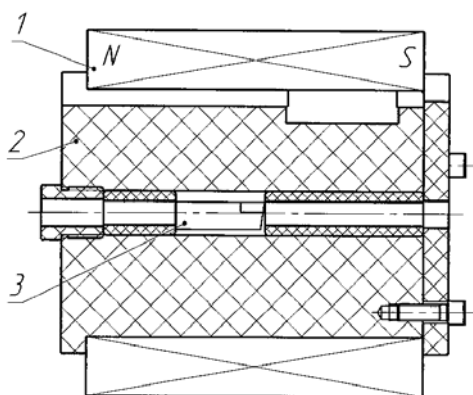


Рис. 2. Схема № 1: Намагничивание без вибрации испытуемого образца (резца) с ориентацией твердосплавной пластины в центре соленоида: 1 – магнитно-импульсная катушка; 2 – оправка с втулками; 3 – резец

Схема № 2 (рис. 3) – с вибрацией испытуемого образца (резец, был сориентирован в центре по оси соленоида магнитной катушки и мог совершать колебательные движения). Образец помещают в центр оправки. При намагничивании образец совершает вибрации. Для предотвращения образования микротрещин и сколов на твердосплавной пластине на концах отверстия, в котором находится образец, помещают небольшие втулки, выполненные из полистирольного пенопласта плотностью $0,1 \text{ г/см}^3$.

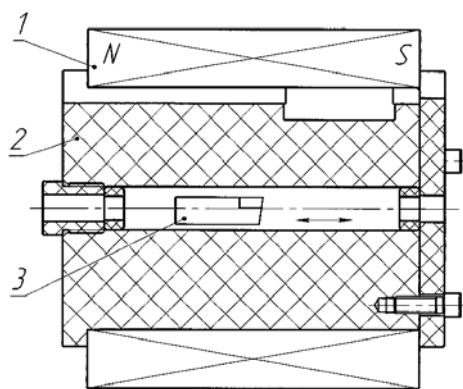


Рис. 3. Схема № 2: Намагничивание с вибрацией испытуемого образца (резца), выполняющего колебательные движения: 1 – магнитно-импульсная катушка; 2 – оправка с втулками; 3 – резец

Схема № 3 (рис. 4) – без вибрации испытуемого образца (резец, который был сориентирован в положении близком к внутреннему контуру магнитной катушки со стороны северной полярности соленоида). Образец помещают в специально выполненный паз на оправке. Оправку устанавливают в соленоид так, чтобы образец находился со стороны его северной полярности.

Оправку устанавливают в соленоид так, чтобы образец находился со стороны его северной полярности.

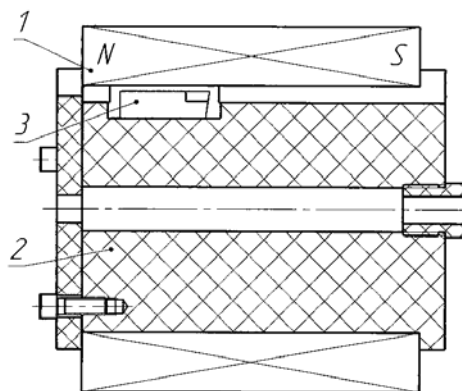


Рис. 4. Схема № 3: Намагничивание без вибрации испытуемого образца (резца) с ориентированием его со стороны северной полярности соленоида: 1 – магнитно-импульсная катушка; 2 – оправка; 3 – резец

Схема № 4 (рис. 5) – без вибрации испытуемого образца (резец, который был сориентирован в положении близком к внутреннему контуру магнитной катушки со стороны южной полярности соленоида). Образец помещают в специально выполненный паз на оправке. Оправку устанавливают в соленоид таким образом, чтобы образец находился со стороны его южной полярности.

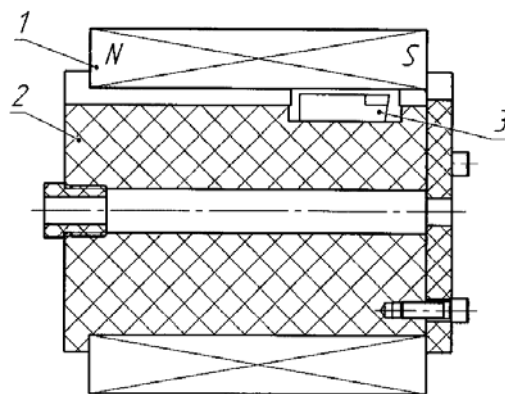


Рис. 5. Схема № 4: Намагничивание без вибрации испытуемого образца (резца) с ориентированием его со стороны южной полярности соленоида: 1 – магнитно-импульсная катушка; 2 – оправка; 3 – резец

После проведения намагничивания для уменьшения в намагниченных образцах свободной энергии, резцы устанавливаются на 24 ч в деревянные подставки.

Основными характеристиками намагниченных образцов являются остаточная индукция и коэрцитивная сила. После намагничивания была измерена величина остаточной индукции магнитного поля на твердосплавных пластинах всех резцов. Измерения

проводились тесламетром ТХ-4 по передней поверхности резцов. Намагниченность образцов наблюдалась весь период при проведении экспериментов и являлась неизменной даже после расточной обработки деталей. Намагниченность резцов изменилась только после их переточки, она уменьшилась в среднем на 6,56 %, что свидетельствует о глубине упрочненного слоя и объясняется образованием доменной структуры под действием магнитного поля. Наличие остаточной индукции 0,03 мТл у не намагниченных резцов является погрешностью измерения тесламетром.

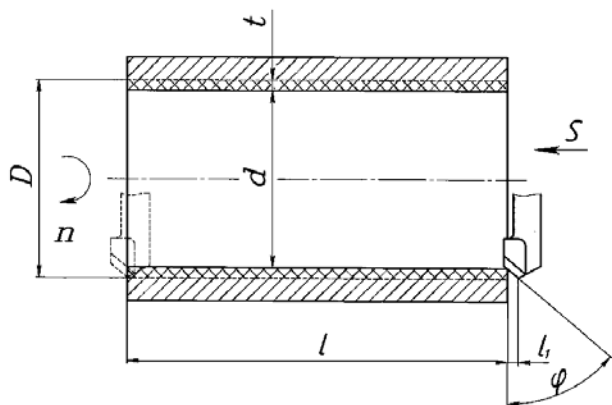


Рис. 6. Схема обработки детали типа стакан

Обработка деталей (рис. 6) производится на токарно-винторезном станке с ЧПУ модель 16М30Ф3. Детали поступающие на обработку имеют твер-

дость поверхности 36,5...41,5 HRC. Перед обработкой намагниченные (рис. 8) и не намагниченные (рис. 9) резцы устанавливаются в специальную расточную державку. Производится полустачивание с $\varnothing 62$ до $\varnothing 64$ (без охлаждения). Обработка ведется намагниченными и не намагниченными резцами. Режимы резания: $t = 1$ мм; $S = 0,2$ мм/об; $n = 260$ об/мин.

Износ резцов (рис. 7) измерялся по обработанной площадке износа на кромке со стороны главной задней поверхности. Измерения проходили на микроскопе УИМ-21 (5x увеличение; цена деления 0,001 мм). Максимально допустимый износ по главной задней поверхности для твердосплавных проходных резцов при полустачивной обработке стали составляет 0,8–1 мм. Главная режущая кромка и главная задняя поверхность резцов были сфотографированы цифровым фотоаппаратом с использованием микроскопа МПБ-2 (24x увеличение, цена деления 0,05 мм).

У не намагниченных резцов (рис. 9) износ вершины, главной режущей кромки, а так же главной задней поверхности происходит неравномерно и он гораздо больше, в отличие от намагниченных резцов (при равном времени работы). Вершина, главная режущая кромка и главная задняя поверхность у резцов, не обработанных импульсным магнитным полем (в отличие от обработанных по наиболее оптимальной схеме) имеют сколы и выкрашивания частиц.

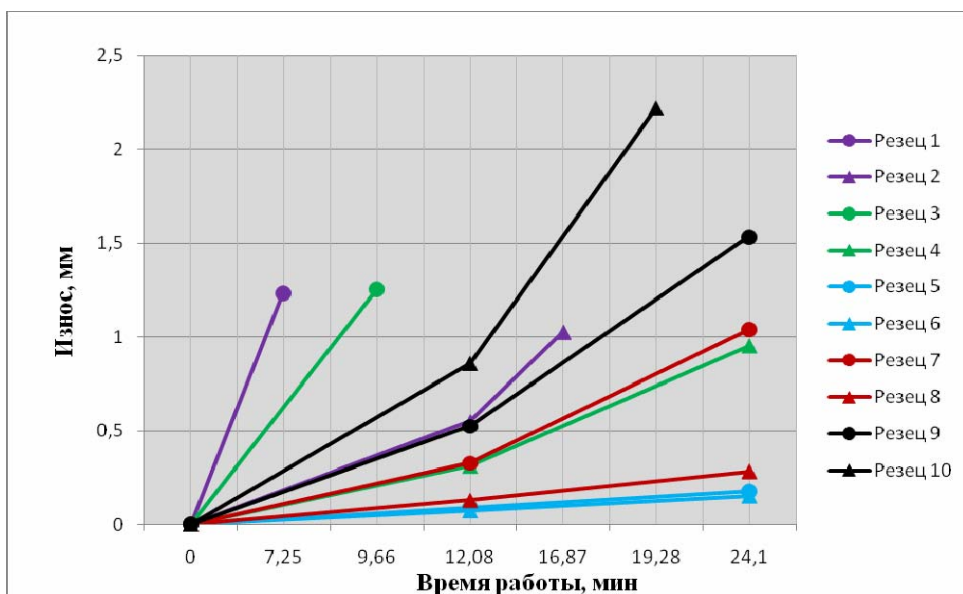


Рис. 7. Зависимость износа главной задней поверхности резца от времени работы: 1, 2 – резцы, намагниченные по схеме № 1 (без вибрации, по центру установки); 3, 4 – резцы, намагниченные по схеме № 2 (с вибрацией); 5, 6 – резцы, намагниченные по схеме № 3 (без вибрации, со стороны северной полярности установки); 7, 8 – резцы, намагниченные по схеме № 4 (без вибрации, со стороны южной полярности установки); 9, 10 – не намагниченные резцы

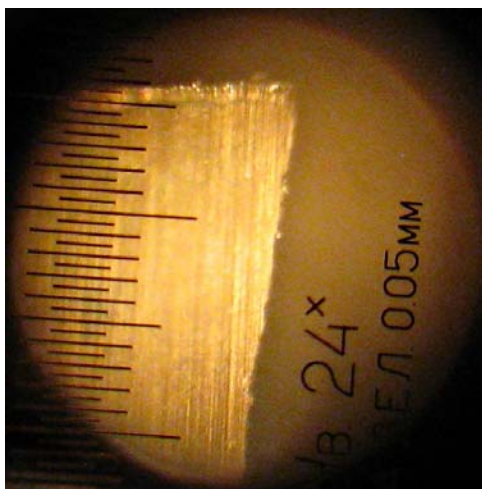


Рис. 8. Резец № 6 – намагниченный со стороны северной полярности соленоида (4,05 мТл).
Износ = 0,152 мм. Время работы = 24,1 мин

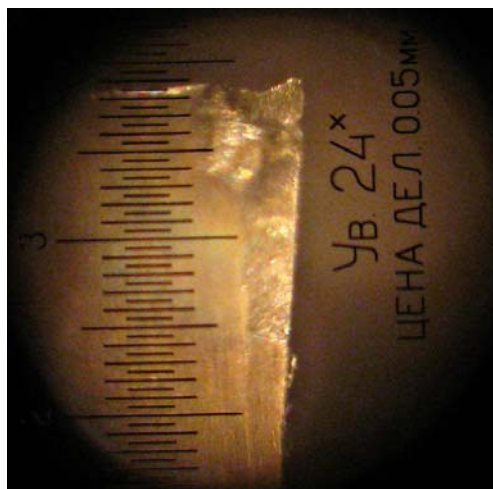


Рис. 9. Резец № 10 – не намагниченный.
Износ = 1,534 мм. Время работы = 24,1 мин

Таким образом, стойкость намагниченных резцов в 1,5–2 раза больше, чем не намагниченных. Планируемый экономический эффект согласно ори-

ентировочным расчетам – экономия 35 % денежных средств на изготовление деталей.