

УДК 621.9.02

**Кинденко Н. И.
Мотов В. А.****ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГРАНИЦ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБА
МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОБИВНОГО ПУАНСОНА И СВЕРЛ
ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ В ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ**

Одним из основных направлений физической технологии является магнитная обработка материалов. Особое место в магнитной обработке материалов отводится способам улучшения физико-механических свойств быстрорежущих сталей [1].

В целом результат магнитной обработки рассматривается как проявление эффектов последствия в материалах, находящихся на границах стабильности их свойств и подвергнутых воздействию внешнего силового поля [2].

Анализ литературных данных показывает, что способ магнитного воздействия на пробивной пуансон выгодно отличается от других методов упрочнения целым рядом факторов, в числе которых относительная дешевизна оборудования, отсутствие токсичных сред, высоких температур и т.п. [3].

Однако нет описания четких границ применения способа магнитной обработки.

Вместе с тем пока еще нет и единого, всесторонне подтвержденного взгляда на причины, вызывающие изменение эксплуатационных свойств режущего инструмента в результате воздействия импульсного магнитного поля.

Целью работы является на базе известных теоретических представлений проанализировать различные методы магнитной обработки и сформировать принципы выбора технологических направлений в области экспериментальных исследований способа магнитной обработки.

Первопричиной улучшения эксплуатационных характеристик инструмента, подвергнутого магнитной обработке, является изменение свойств инструментального материала. Оно происходит за счет магнитоэстроционного упрочнения быстрорежущей стали, что вырождается в повышение ее теплостойкости.

При магнитной обработке детали вследствие неоднородной кристаллической структуры в ней возникают вихревые токи. Вихревые токи обуславливают магнитное поле и локальные микровихри, которые в свою очередь, нагревают участки вокруг кристаллитов напряженных блоков и неоднородностей структуры металла. В местах концентрации остаточных или усталостных напряжений, связанных с технологией производства, обработки или эксплуатации детали теплота, наведенная при магнитной обработке вихревыми токами, частично уменьшает избыточную энергию составляющих кристаллитов и зерен структуры образца, особенно в зоне контакта напряженных участков.

Одновременно с тепловыми процессами за счет импульсного магнитного поля в металле происходит полярная ориентация спинов электронов атомов, расположенных в области контакта кристаллитов и зерен сплавов, вследствие чего улучшаются механические свойства материала.

Быстрорежущая сталь, как любое твердое тело, обладает упругим внутренним полем, обусловленным реальной дислокационной структурой. С наложением магнитного поля на материал на это собственное упругое поле накладывается упругое поле, вызванное магнитоэстроционной деформацией.

Взаимодействие упругого поля, обусловленного магнитоэстроцией стали, с упругим полем ее реальной дислокационной структурой приводит к появлению локальных перенапряжений. В этих местах резко возрастает вероятность термофлуктуационного разрыва межатомных связей.

В тех местах, где эти локальные перенапряжения превышают пределы упругости материала, формируются очаги пластической деформации. Именно здесь интенсивно протекают процессы размножения и перемещения дислокаций. С увеличением плотности дислокации, когда лес дислокаций все более затрудняет их собственное движение в других плоскостях

скольжения, сталь претерпевает своеобразный наклеп, что выражается в изменении параметра решетки мартенсита и снижении температуры обратного мартенситного превращения.

После обработки импульсным магнитным полем в инструментальном материале происходят изменения, как в кристаллической решетке матрицы, так и в карбидной фазе.

Обработка режущего инструмента в постоянных и переменных магнитных полях может привести к повышению стойкости режущего инструмента независимо от его магнитного состояния. Это объясняется воздействием магнитного поля на структурное изменение состояния быстрорежущей стали. В этом случае происходит распад остаточного аустенита в поверхностном, вторично закаленном слое быстрорежущей стали.

Атермическое мартенситное превращение возникает в результате увеличения амплитуды колебаний кристаллической решетки аустенита, которые стремятся превратить ее в решетку мартенсита. Под воздействием импульсного магнитного поля возбуждение вызвано изменением направления спиновых моментов электронов, в том числе в ядрах дислокаций, что сопровождается появлением упругих напряжений магнитострикционной природы и активизацией дислокационных процессов.

Импульсное магнитное поле, взаимодействуя с материалом детали, изменяет ее тепловые и электромагнитные свойства, улучшает структуру и эксплуатационные характеристики, что положено в основу технологии магнитного упрочнения.

Одновременно с тепловыми процессами за счет импульсного магнитного поля в металле происходит полярная ориентация спинов электронов атомов, расположенных в области контакта кристаллитов и зерен сплавов, вследствие чего улучшаются механические свойства материала.

Из положения о магнитострикционном упрочнении инструментального материала следует, что это упрочнение тесно связано с работой намагничивания единицы объема инструментального материала, а, следовательно, и с величиной напряженности магнитного поля.

Возможность магнитострикционного упрочнения инструментального материала должна быть связана также с временем выдержки инструмента в магнитном поле. Это вытекает из того, что для изменения структуры быстрорежущей стали ее нужно вначале вывести из исходного состояния для чего необходимо на какое-то время воздействие магнитного поля.

Процесс магнитнодисперсионного твердения быстрорежущей стали в результате воздействия магнитного поля позволяет получить более однородную структуру материала. Такое твердение происходит не мгновенно, и очевидно, для стабилизации приобретенных быстрорежущей сталью свойств в результате магнитной обработки требуется некоторое время выдержки перед эксплуатацией инструмента.

Таким образом, параметры технологического процесса магнитной обработки – напряженность магнитного поля, время выдержки инструмента в магнитном поле и время старения инструментального материала относятся непосредственно к операциям улучшения эксплуатационных свойств инструмента.

Следовательно, одним из главных направлений экспериментальных исследований в области технологии магнитной обработки является определение оптимальных значений режимов магнитной обработки с целью получения устойчивого проявления эффекта повышения стойкости инструмента.

Представляет практический интерес вопрос сохранения эффекта магнитной обработки на стойкость инструмента после его переточек.

Известно, что сохранение повышенной режущей способности у магнитно обработанного инструмента наблюдается и после его переточек (рис. 1). Поэтому исследование влияния операций переточек на стойкость магнитно обработанного инструмента имеют большое практическое значение. Это говорит о преимуществе обработки инструмента в импульсных магнитных полях, по сравнению с видами воздействия на инструмент, которые обеспечивают лишь одноразовый эффект.

Одновременно необходимо рассмотреть подмагничивание инструмента после переточки для осуществления превращений в поверхностных слоях инструмента с целью повышения его стойкости.

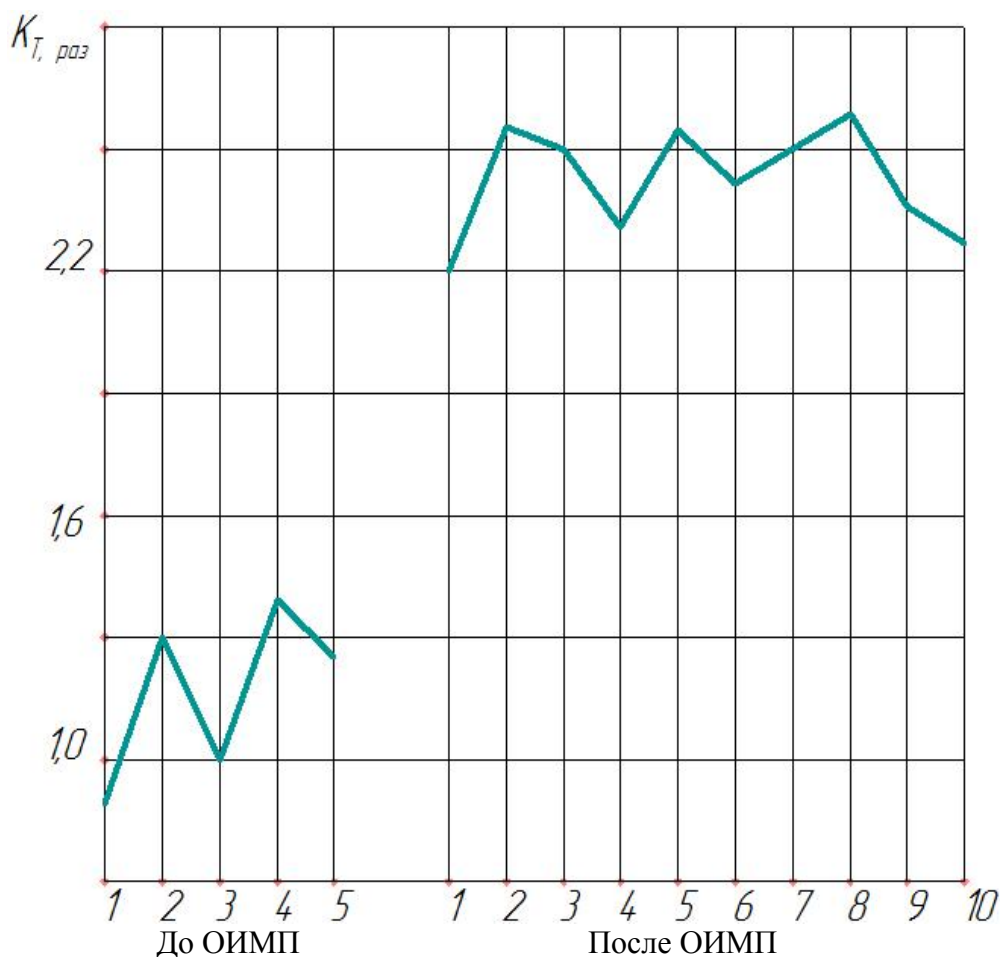


Рис. 1. Влияние операции переточки пробивного пуансона из материала Р6М5 на стойкость при обработке стали 12Х18Н10Т

Вопрос о влиянии магнитного состояния и полярности рабочей части инструмента на его эксплуатационные свойства, т.е. проверка значимости влияния термомагнитного эффекта Риги-Ледюка, имеет особое значение.

При магнитной обработке необходимо учитывать, какой полюс будет на режущей части инструмента во время магнитной обработки. Рекомендуется так ориентировать инструмент в установке, чтобы во время магнитной обработки на режущей части инструмента был северный полюс.

На рис. 2 представлено влияние напряженности магнитного поля на изменение объемного износа на северном и южном полюсах образца. Необходимо отметить, что полюс образца оказывает влияние на износ образца.

Из рис. 2 следует, что для каждого полюса образца имеется оптимальная напряженность импульсного магнитного поля, которая обеспечивает наибольшее уменьшение объемного износа образца после магнитной обработки.

Основываясь на положении об улучшении физико-механических свойств инструментальной стали в результате воздействия магнитного поля, целесообразно определить области рациональной эксплуатации магнитно обработанного режущего инструмента.

При использовании магнитно обработанного инструмента наблюдается увеличение оптимальных скоростей резания.

Все рассмотренные выше технологические направления экспериментальных исследований в области технологии магнитной обработки инструмента в импульсных магнитных полях связаны с влиянием магнитной обработки на стойкостные зависимости режущего инструмента.

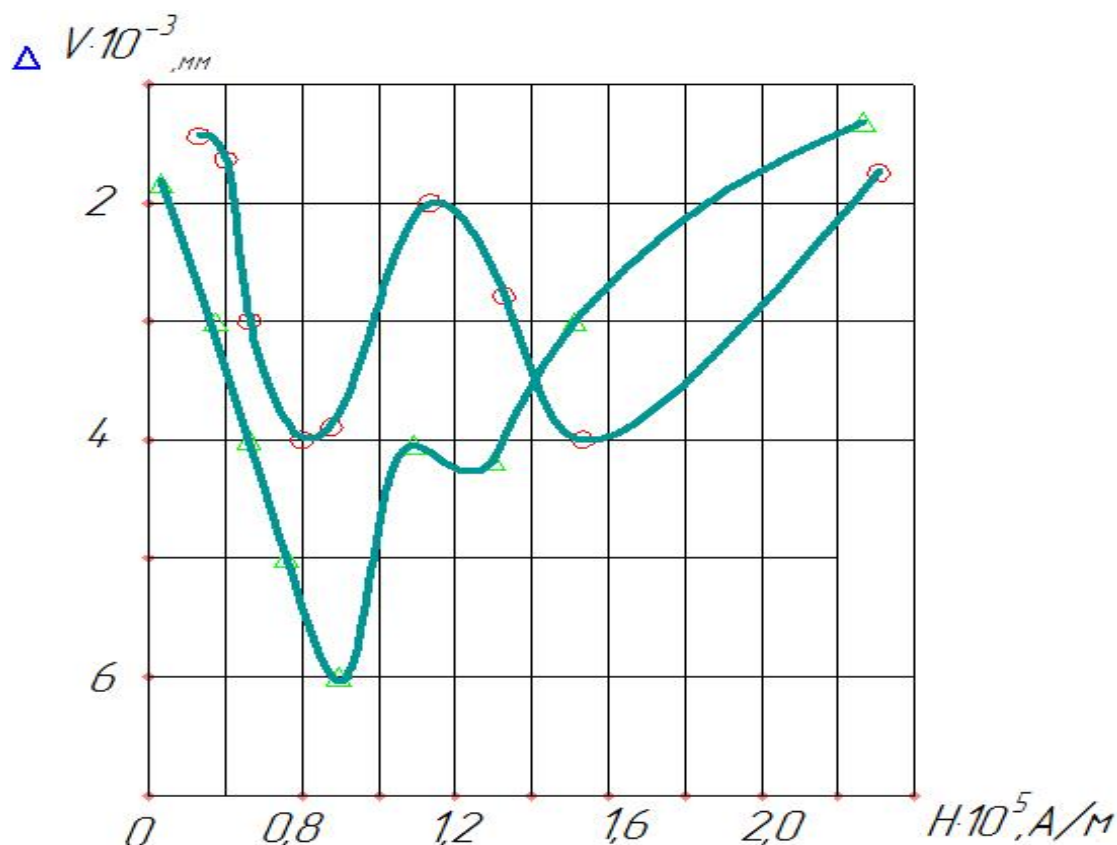


Рис.2. Влияние переточки сверла Р6М5 на стойкость при обработке стали 12Х18Н10Т:

\triangle - северный полюс
 \circ - южный полюс

Однако, если основываться на изменении физико-механических свойств инструментального материала как основной причине повышения стойкости инструмента, необходимо сравнить конкретные свойства быстрорежущих сталей до обработки и после нее, причем, в первую очередь, такие свойства, которые определяют стойкость инструмента.

Увеличение количества карбидов и уменьшение их способности к коагуляции при возрастании температуры в зоне резания должно выразиться в повышении теплостойкости быстрорежущей стали.

В то же время магнитная обработка должна привести к увеличению холодной твердости быстрорежущей стали, а более равномерная структура материала должна уменьшить разброс значений твердости в объеме одного и того же инструмента.

Большой интерес вызывает исследование изменения и горячей твердости после магнитной обработки. Исследование указанных свойств стали надо провести при различных режимах магнитной обработки с целью определения условий воздействия, приводящих к максимальному повышению стойкости инструмента.

Отмеченная тесная связь упрочнений инструментального материала с работой намагничивания единицы его объема и удельной мощностью воздействия магнитного поля заставляет исследовать зависимость оптимальных значений напряженности поля от размеров обрабатываемого инструмента.

Исходя из проведенного анализа, можно сформулировать принципы выбора технологических направлений в области экспериментальных исследований способа магнитной обработки:

- исследование влияния магнитного поля на свойства быстрорежущих сталей, определяющих эксплуатационные свойства инструмента;
- исследование влияния магнитного поля на стойкость режущего инструмента;
- эксплуатационный регламент магнитно обработанного инструмента.

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ технологических границ применения способа магнитной обработки, инструментов из быстрорежущих сталей в импульсных магнитных полях, позволяет сделать следующие выводы:

- гипотеза о магнитоупрочнении и магнитно дисперсионном твердении быстрорежущей стали в результате воздействия магнитного поля позволяет объяснить улучшение эксплуатационных характеристик режущего инструмента, подвергнутого импульсной магнитной обработке;
- в результате магнитной обработки быстрорежущая сталь претерпевает объемное упрочнение, дисперсионное твердение, становится более однородной по структуре и улучшает свои физико-механические свойства;
- сформулированы принципы выбора технологических направлений в области экспериментальных исследований технологии магнитной обработки;
- разработаны три направления технологических рекомендаций, которые охватывают исследования влияния магнитного поля на свойства быстрорежущих сталей, предопределяющие эксплуатационные свойства инструмента, исследования влияния магнитного поля на стойкость режущего инструмента и эксплуатационный регламент магнитно обработанного инструмента.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование влияния магнитно-импульсных поверхностных воздействий на эксплуатационные характеристики инструментальных сталей и инструмента // В.Л.Володин, Л.Б.Зуев, Т.В.Володин, В.В.Гайдук // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – М., 2009. – №6. – С.61–65.
2. Кинденко Н.И. Физическая сущность и классификация методов магнитной обработки режущих инструментов из быстрорежущей стали [Электронный ресурс] // Научный вестник Донбасской государственной машиностроительной академии : сборник научных трудов. – Краматорск : ДНМА, 2014. – № 1 (13Е). – С. 38–45. – Режим доступа: [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%961\(13%D0%95\)_2014/article/8.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%961(13%D0%95)_2014/article/8.pdf).
3. Кинденко Н.И. О физической сущности процесса магнитной обработки осевого инструмента из быстрорежущей стали / Н. И. Кинденко // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – Вип. 26. – С. 203–208.

REFERENCES

1. Issledovanie vlijaniya magnitno-impul'snyh poverhnostnyh vozdeystvij na jekspluatacionnye ha-rakteristiki instrumental'nyh stalej i instrumenta // V.L.Volodin, L.B.Zuev, T.V.Volodin, V.V.Gajduk // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Chernaja metallurgija. – M., 2009. – №6. – S.61–65.
2. Kindenko N.I. Fizicheskaja sushhnost' i klassifikacija metodov magnitnoj obrabotki rezhushchih instrumentov iz bystrorezhushhej stali [Elektronnyj resurs] // Nauchnyj vestnik Donbasskoj gosudarstvennoj mashinostroitel'noj akademii : sbornik nauchnyh trudov. – Kramatorsk : DNMA, 2014. – № 1 (13E). – S. 38–45. – Rezhim dostupa: [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%961\(13%D0%95\)_2014/article/8.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%961(13%D0%95)_2014/article/8.pdf).
3. Kindenko N.I. O fizicheskoy sushhnosti processa magnitnoj obrabotki oseвого instrumenta iz bystrorezhushhej stali / N. I. Kindenko // Nadijnist' instrumentu ta optimizacija tehnologichnih sistem. – Kramators'k : DDMA, 2010. – Vip. 26. – S. 203–208.

Кинденко Н. И. – канд. техн. наук, доц. ДГМА

Мотов В. А. – студент ДГМА

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: okmm@dgma.donetsk.ua