

## РЕФЕРАТ

### к заявке на полезную модель "Инструмент с защитным покрытием"

Полезная модель относится к электроэрозионным и электрохимическим методам обработки металлов и может быть использована для повышения износостойкости, восстановления размеров, упрочнения и повышения коррозионной стойкости любого инструмента, в частности режущего инструмента и инструмента деформации

Техническим результатом полезной модели является повышение работоспособности и стойкости инструмента.

Технический результат при осуществлении полезной модели достигается тем, что на поверхность инструмента специальными электродами нанесено упрочняющее защитное покрытие в виде двух легирующих электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем для формирования первого слоя используют электрод из сплава, содержащего, масс. % : никель 50, хром 50, а для формирования второго слоя в качестве материала электрода используют сплав ВК6, причем электроэрозионное покрытие наносят при следующих режимах : напряжении холостого хода 50 – 200 В, токе короткого замыкания 1,0 – 10,0 А, энергии импульсного разряда 1,0 – 15,0 Дж, частоте вибрации электрода – инструмента 50 – 350 Гц, частоте вращения электрода-инструмента вокруг своей оси 100 – 650 с<sup>-1</sup> и амплитуде 10 – 90 мкм в течении удельного времени 0,5 – 12,0 мин/см<sup>2</sup>.



## ИНСТРУМЕНТ С ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Полезная модель относится к электрофизическим и электрохимическим методам обработки и может быть использована для повышения износостойкости, восстановления размеров, упрочнения и повышения коррозионной стойкости любого инструмента, в частности режущего инструмента и инструмента деформации.

Известен способ упрочнения инструмента из быстрорежущей стали, включающий насыщение из обмазки, содержащей, % : ферротитан 50 – 60, карбид бора 20 – 30, краснокровяная соль 15 – 25, хлористый аммоний 2 – 3, и последующий трехкратный отпуск совместно с сульфидированием в герметическом муфеле в среде сульфата натрия при 550 – 570 °С в течении 1 ч.

Перед насыщением из обмазки инструмент шлифуют, затачивают и подвергают цементации при 980 - 1020°С с выдержкой в течение 1,5 ч. и охлаждением вместе с муфелем, состав обмазки разводят в этилсиликате до получения сметанообразной пасты, а в качестве ферротитана используют FeTi – 75 (П- 2172360, 7 С 23 С 12/ 00, С 23 F 17/ 00, опубл. 2001.08.20).

Недостатком данного способа является его сложность воспроизводства и невысокая прочность сцепления наносимого покрытия с материалом инструмента.

Известны способы упрочнения инструментов, заключающиеся в том, что на предварительно подготовленную поверхность наносится износостойкое покрытие из нитрида титана, при этом образуется переходная зона между поверхностью инструмента и покрытием, величина которой влияет на сцепление покрытия с материалом инструмента (П- 2062817, С 23 С 14/00, 14/ 26, опубл. 1996.06.27. ).

Недостатком данного способа является то, что такой способ требует нагрева упрочняемого инструмента, а с ростом температуры увеличивается толщина переходной зоны, что приводит к снижению прочности покрытия.

Известен инструмент с многослойным покрытием, содержащий инструментальную основу из твердого сплава и нанесение на нее трехслойного износостойкого ионно-плазменного покрытия, состоящего из верхнего слоя покрытия нитрида титана и нижнего слоя карбонитрида титана ( пол. модель № 23076, 7 С 23 С 14/ 32, опубл. 2002.05.20 ).

Известен инструмент с многослойным покрытием, содержащий инструментальную основу из твердого сплава и нанесенное на нее трехслойное износостойкое ионно-плазменное покрытие, состоящее из внешнего слоя покрытия нитрида титана TiN, нижнего слоя карбонитрида титана TiCN и дополнительно содержащий промежуточный слой, подвергнутый ионной бомбардировке.

В качестве материала промежуточного слоя выбран нитрид титана – алюминия TiAlN или нитрид титана – циркония NiZrN (пол. модели № № 37721, 37722, 7 С 23 С 14/ 32, опубл. 2004.05.10).

Основными недостатками таких покрытий является то, что упрочняющие покрытия, обладающие хорошей адгезией к инструментальному материалу, имеют относительно низкую твердость и уровень сжимающих напряжений, либо имеют высокую микротвердость, но недостаточную прочность сцепления с инструментальной основой. В результате этого покрытие легко подвергается абразивному износу, в нем быстро зарождаются и распространяются трещины, приводящие к разрушению покрытия, что снижает стойкость инструмента деформации.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому является полезная модель № 60014, опубликованная 10.01.2007 г.

Согласно пол. модели на инструмент деформации, выполненный из инструментальной основы, нанесено упрочняющее покрытие в виде двух электроэрозионных слоев, причем для формирования первого слоя используют электрод из сплава, содержащего, масс. % : никель 22- 30; хром 14- 20; углерод 0,07 – 0,20; остальное железо, а для формирования второго слоя в качестве материала электрода используют хром, кроме того вибрирующий электрод обдувается охладителем.

Недостатком известного покрытия является наличие в материале электрода железа, которое ухудшает поверхностные свойства упрочняющего покрытия, а именно - снижается твердость покрытия и ухудшается сцепляемость материала электрода с материалом инструмента, из- за чего нанесенные слои покрытия имеют недостаточную сплошность.

Техническим результатом полезной модели является повышение работоспособности и стойкости инструмента.

Технический результат при осуществлении полезной модели достигается тем, что на поверхность инструмента специальными электродами нанесено покрытие в виде двух электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем для формирования первого слоя используют электрод из сплава, содержащего, масс. % : никель 50,

хром 50, а для формирования второго слоя в качестве материала электрода используют сплав ВК6, при этом электроэрозионное покрытие наносят при следующих режимах: напряжении холостого хода 50–200 В, токе короткого замыкания 1,0–10,0 А, энергии импульсного разряда 1,0–15,0 Дж, частоте вибрации электрода – инструмента 50–350 Гц, частоте вращения электрода-инструмента вокруг своей оси 100–650 с<sup>-1</sup> и амплитуде 10–90 мкм в течении удельного времени 0,5–12,0 мин/см<sup>2</sup>.

Полезная модель поясняется чертежом - фиг. 1, на котором показан инструмент с электроэрозионным покрытием.

Инструмент состоит из основного материала 1, выполненного из инструментальной стали и нанесенного электроэрозионного покрытия в виде двух слоев 2 и 3, которые имеют разную твердость.

Для осуществления предлагаемого технического решения обрабатываемый инструмент подвергают электроэрозионной обработке известными способами. В зависимости от исходных физико-химических свойств обрабатываемой поверхности устанавливают режимы обработки и вид легирующего материала – электрода. В процессе электроэрозионного упрочнения материал электрода переносится на обрабатываемую поверхность инструмента, образуя слой высокопрочного покрытия из легирующего материала.

Преимущество заявляемого технического решения заключается в том, что качественный и количественный состав теплопроводного материала, используемого в качестве первого слоя, обеспечивает образование неограниченного твердого раствора с материалом инструмента, а состав второго слоя образует неограниченный твердый раствор с материалом первого слоя, что в первом и во втором случае обеспечивает хорошую сцепляемость.

Первый слой покрытия, имеющий высокую жаростойкость до 1000° С и теплопроводность, соответствующую материалу детали инструмента, обеспечивает изменение внутреннего напряжения растяжения и напряжения сжатия, а также равномерность распределения толщины слоя покрытия.

Материал второго слоя обеспечивает повышенную износостойкость, локализацию пор покрытия (улучшает сплошность покрытия) и способствует быстрому периоду приработки.

В момент соприкосновения электрода с деталью инструмента возникают большие токи короткого замыкания и электрод начинает греться, и, если не производить охлаждение, то электрод может раскалиться и будет происходить налипание капелек материала электрода на инструмент.

Кроме того происходит окисление нагретого электрода за счет взаимодействия с кислородом воздуха, что приводит к быстрому износу электрода.

Для устранения этого недостатка предлагается производить охлаждение электрода охладителем. В качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ, который подают к электроду через специальное сопло.

Исследования режимов электроэрозионного легирования инструмента из инструментальных марок сталей с применением тугоплавких электродов типа ВК6, ВК8, ВК15, Т15К6, Cr, Ni, сормайт и др., показали, что наилучший эффект упрочнения инструмента был достигнут при нанесении первого (нижнего) слоя покрытия из электрода, состоящего из, масс. % : никель 50, хром 50, и второго (верхнего) слоя из материала электрода в виде сплава ВК6.

При этом электроэрозионное покрытие наносят при следующих режимах: напряжении холостого хода 50 – 200 В, токе короткого замыкания 1,0 – 10,0 А, энергии импульсного разряда 1,0 – 15,0 Дж, частоте вибрации электрода – инструмента 50 – 350 Гц, частоте вращения электрода – инструмента вокруг своей оси 100 – 650 с<sup>-1</sup> и амплитудой 1 – 90 мкм в течение удельного времени 0,5 – 12,0 мин/см<sup>2</sup>, кроме того вибрирующий электрод обдувается сжатым воздухом или нейтральным газом.

Заявляемые пределы параметров операций обосновываются следующим. Установлено, что при нанесении электроэрозионного покрытия с частотой вращения электрода-инструмента вокруг своей оси менее 150 с<sup>-1</sup> в течение удельного времени, большего 10 мин/см<sup>2</sup> невозможно достичь технического результата полезной модели, т.к. образуются слишком толстые слои, обладающие низкой адгезией с подложкой.

Увеличение частоты вращения свыше 650 с<sup>-1</sup> в течение удельного времени, меньшего 0,5 мин/см<sup>2</sup>, приводит к образованию слишком тонких слоев, которые быстро изнашиваются.

Также установлено, что для достижения технического результата полезной модели кроме вибрации электрода-инструмента и вращения его вокруг своей оси, необходимо перемещать электрод-инструмент в поперечном и продольном направлении. Перемещение в каждом направлении с частотой менее 50 Гц и амплитудой менее 1 мкм не

позволяет достичь технического результата, т.к. покрытие получается недостаточно толстым, сплошным и износостойким. Перемещение с частотой более 350 Гц и амплитудой более 90 мкм не приводит к увеличению толщины, сплошности и износостойкости и технически нецелесообразно..

### Пример

Опытное опробование предлагаемого технического решения проводили на матрицах для прессования слитков. Предложенным решением была упрочнена партия матриц в количестве 35 шт. Электроискровое покрытие матриц проводили при следующих параметрах :

- ток короткого замыкания, А	- 5,0
- напряжение холостого хода, В	- 120
- емкость конденсаторов, мкФ.	- 950
- энергия импульсного разряда, Дж	- 5,0
- частота вибрации электрода – инструмента, Гц	- 300
- частота вращения электрода- инструмента, с <sup>-1</sup>	- 550
- амплитуда движения электрода- инструмента, мкм	- 60
- охлаждение электрода	- сжатый воздух
- твердость материала инструмента, HRC	- 45
- твердость материала 1-го слоя, HRC	- 59
- твердость материала 2-го слоя, HRC	- 66
- толщина 1-го слоя покрытия, мкм	- 260
- толщина 2-го слоя покрытия, мкм	- 220
- сплошность покрытия, %	- 94

Было установлено, что общий уровень износостойкости инструмента деформации, упрочненного указанными сплавами, оказался значительно выше, чем у контрольных образцов упрочненных по технологии прототипа.

Толщину нанесенного покрытия измеряли толщиномером МТ- 41 НЦ, сплошность - микроскопом МИМ- 8. Износостойкость покрытий

определяли на стенде для испытания по схеме "вал- втулка" с частотой возвратно- вращательного движения вала 2,1 Гц, давлением в зоне контакта 27 МПа, углом качания 55° при скорости скольжения 6,5 см/с, использовали смазку ЦИАТИМ- 200. Массу до и после испытаний измеряли на аналитических весах, коэффициент трения измеряли тензометрическим устройством.

Эффективность упрочненного инструмента деформации определяли по величине коэффициента повышения стойкости, определяемого как отношение стойкости инструмента с покрытием к стойкости инструмента с покрытием по методу способа-прототипа и к стойкости инструмента без упрочнения.

При нанесении электроэрозионного покрытия в зону контакта электрода с инструментом через специальное сопло подавали сжатый газ.

Данные по износостойкости приведены в таблице № 1.

**Таблица № 1**

Способ упрочнения	Легирующий материал	Время работы инструмента, кол-во прессонок	Коэффициент износостойкости
2-х слойное электроэрозионное	<b>Никель 50, хром 50,</b> – нижний слой, <b>ВК6-</b> верхний слой	64	1,88
2-х слойное покрытие (по прототипу)	<b>Никель 25, хром 20,</b> <b>углерод 0,1, железо –</b> <b>остальное-</b> нижний слой <b>Хром -</b> верхний слой	48	1,41
контрольные без упрочнения	-	34	1,0

Как видно из приведенных в таблице № 1 данных, коэффициент износостойкости инструмента, обработанного по предлагаемому техническому решению, выше, чем у обработанного по способу – прототипу и контрольных образцов без упрочнения.

Предлагаемое техническое решение позволяет существенно повысить стойкость инструмента деформации, а также сократить расход дорогостоящих инструментальных материалов, что существенно повышает эффективность применения инструмента.

Таким образом заявляемое техническое решение полностью выполняет поставленную задачу.

Достоинством данного технического решения является :

- высокая прочность сцепления нанесенного материала электрода с инструментальной основой за счет взаимного диффузионного механического перемешивания;
- возможность локального нанесения покрытия без специальной защиты остальной поверхности;
- отсутствие изменений физико- механических свойств деталей.



**Инструмент с защитным  
покрытием**

