

возникающей при относительном перемещении намагниченного инструмента и обрабатываемой детали, была противоположна полярности возникающей термоЭДС, а значение остаточной магнитной индукции выбирают из условия возможного равенства ЭДС индукции и термоЭДС.

Способ основан на явлении возникновения электродвижущей силы индукции при перемещении электропроводящих тел в магнитном поле. В частности, при вращении намагниченного инструмента возникает ЭДС униполярной индукции, а при вращении детали в магнитном поле инструмента – ЭДС электромагнитной индукции, которая может быть рассчитана по формуле

$$U = \frac{\omega R^2}{2} Bd,$$

где  $U$  – ЭДС индукции, В;  $\omega$  – угловая скорость инструмента или детали, рад/с;  $R$  – радиус инструмента или детали, м;  $Bd$  – остаточная магнитная индукция инструмента, Т.

Исходя из значения термоЭДС, режима обработки резанием и размера инструмента, остаточную индукцию, необходимую для компенсации термоЭДС, рассчитывают по формуле

$$Bd = \frac{2E}{\omega R^2},$$

где  $E$  – термоЭДС, В;  $R$  – радиус инструмента или детали, м.

Используя зависимость  $Bd = f(H)$  для конкретного инструмента, по рассчитанному значению остаточной индукции определяют напряженность  $H$  необходимого намагничивающего поля. Расчетные значения напряженности намагничивающего поля следует экспериментально проверять сравнением стойкости инструментов-образцов, обработанных при различных полярности поля и времени выдержки.

При обработке углеродистой стали *намагниченными быстрорежущими резцами* лучшие результаты достигаются инструментами, режущая кромка которых является северным полюсом магнита. Увеличение тока намагничивания, а следовательно, степени намагниченности до предела магнитного насыщения, приводит к возрастанию стойкости резцов. Влияние намагничивания на изнашивание резцов особенно заметно при работе с малыми значениями подачи (до 0,14 мм/об) и скорости резания до 15 м/мин.

Намагничивающей обработке подвергают стальные режущие инструменты: резцы, сверла, развертки, метчики, плашки и др., а также ножи, матрицы и пуансоны разделительных штампов для холодной штамповки.

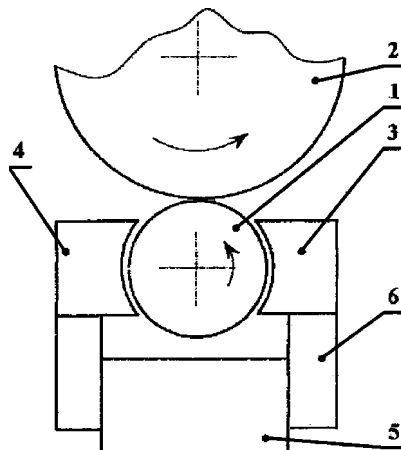
### **Упрочнение сталей с применением магнитного поля и высокоскоростного трения**

Методика предложена и разработана проф. В.Д. Евдокимовым и доц. Л.В. Кошарской.

При разработке методики была выбрана схема с одним вращающимся диском, что упрощало проведение исследований и создание экспериментальной

установки, хотя заранее исключало возникновение знакопеременных сдвиговых деформаций образцов. Применялись высокие скорости скольжения в диапазоне 70...100 м/с. При этом особый интерес представляли режимы высокоскоростного трения, при которых в поверхностных слоях сталей возникают белые слои.

Рабочий узел созданной установки показан на рис. 35.



**Рис. 35. Схема рабочего узла трибомагнитной установки:**  
**1 – образец; 2 – фрикционный диск; 3, 4 – полюса электромагнита;**  
**5 – обмотка; 6 – магнитопровод**

Видно, что к вращающемуся цилиндрическому образцу 1 прижимается фрикционный диск 2, который обеспечивает скорость скольжения 100 м/с. При этом образец 1 вращается с небольшой скоростью 0,2 м/с. Скорость вращения образца и диска можно регулировать. Так, вращение образца 1 осуществляется через коробку скоростей токарного станка или в случае применения лабораторного стенда от электродвигателя постоянного тока – через червячный редуктор. Вращение фрикционного диска 2 достигалось с помощью электродвигателя (7,8 Квт, 2800 об/мин.) и двухступенчатую клиноременную передачу. Диаметр диска составлял 350 мм, который выполнялся из инструментальной стали У10.

Была разработана схема, которая показана на рис. 35. Из этого рисунка видно, что электромагнитное поле создавалось посредством электромагнита 5 и двух башмаков 3, 4, охватывающих цилиндрическую поверхность образца с определенным зазором. По этой схеме силовое магнитное поле пронизывало поверхность трения образца 1 вне зоны фрикционного контакта, когда деформированные микрообъемы подвергались воздействию магнитного поля спустя короткое время после выхода из зоны контакта или, наоборот, перед входом в зону контакта. Полюса электромагнита имели два подвижных башмака 3, 4, передвигением которых изменялся зазор между поверхностью вращающейся цилиндрической детали 1 и этими башмаками. Было уделено внимание не только зазору между деталями 1 и 3, 4, но и форме поверхностей детали 3,4, обращенных к образцу.

Применение такой комбинированной методики упрочнения повышает износостойкость образцов трения в 1,5 раза и более и совершается в течение 30 с при условии, что для получения максимального эффекта необходим предваритель-

ный выбор рациональных режимов с обязательным получением в поверхностных слоях деталей сплошных белых слоёв.

### **Упрочнение методами наплавки и напыления легирующими металлами**

**Наплавку или напыление легирующими металлами** выполняют для увеличения износостойкости, жаропрочности и эксплуатационной стойкости поверхностей деталей, работающих в условиях больших знакопеременных нагрузок, высоких температур и давлений, в абразивных и агрессивных средах, а также в целях замены дефицитных и дорогостоящих металлов.

*Углеродистые стали* с содержанием углерода до 0,3-0,4% (мас. доля) применяют для наплавки деталей, подвергающихся незначительным абразивным воздействиям и усталостному износу в условиях трения скольжения и качения при работе в неагрессивных средах (валы, цапфы, ходовые колеса, опорные катки, ножи и т. п.).

*Углеродистые и низколегированные стали* с содержанием углерода более 0,4% (мас. доля), а также стали, дополнительно легированные никелем, хромом, ниобием, вольфрамом, и другие используют для наплавки деталей, работающих в условиях интенсивных абразивных и абразивно-ударных воздействий в малоактивных коррозионных средах (ножи рубительных машин, гарнитуры размольных мельниц, бронзовые муфты и др.).

*Хромистые стали*, характеризующиеся высокой прочностью и коррозионной стойкостью в ряде агрессивных сред, применяют для наплавки деталей, подвергающихся коррозионно-металлическому, коррозионно-абразивному, газо- и гидроабразивному, а также кавитационному изнашиванию.

*Хромоникелевыми аустенитными сталями* с высокой стойкостью против коррозии и низкой твердостью наплавляют детали, работающие в агрессивных средах при небольших механических воздействиях (плунжеры, корпуса и крыльчатка насосов для перекачки жидкостей, не содержащих абразивных частиц, детали запорной и регулирующей арматуры и т. п.).

Наплавку деталей, подвергающихся кавитационному абразивному изнашиванию в агрессивных средах, особенно в окислительных, выполняют высокохромистыми чугунами.

На особо ответственные детали наплавляют никелевые и кобальтовые сплавы. Они хорошо противостоят изнашиванию в агрессивных средах даже при наличии абразивных воздействий.

Наплавку производят *сплошными проволочными или ленточными электродами*, покрытыми обмазкой, либо в сварочную ванну дополнительно вводят специальные флюсы. Составы обмазок и флюсов содержат в себе легирующие примеси, количество которых регулируется в зависимости от требуемого состава и свойств наплавленного слоя металла.

Наплавочные электроды могут быть спечены из металлических порошков и иметь форму проволоки, ленты или трубчатой проволоки. Металл, наплавленный порошковыми *спеченными электродами*, более однороден, что объясняется более равномерным распределением легирующих элементов в объеме электродов.

Детали, подлежащие наплавке, тщательно очищают от грязи, масла, продуктов коррозии и краски. Если технологическим процессом наплавки предусмотрен