

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОГО ТОЧЕНИЯ ПЕРМАЛЛОЯ 50Н

Проведений аналіз існуючих технологічних процесів механічної обробки магнітномягких матеріалів. Встановлено: марки інструментальних матеріалів і МОР; силові залежності, що забезпечують мінімальне зниження показників якості при тонкому точінні пермалюя 50Н. З метою спрощення користування отриманими математичними моделями в виробничих умовах, побудовано номограми, які дають можливість знаходити необхідний параметр.

An analysis of existing technological processes of soft magnetic materials machining is presented. The mark of the tool material and coolant, power dependence for alloy 50H thin turning with providing a minimum decline of quality indices were defined. In order to simplify the usage of mathematical models in a production environment, monograms were built, allowing to find quickly the desired parameter.

Введение.

Современные процессы высоких технологий неразрывно связаны с использованием магнитных материалов, которые находят широкое применение во всех сферах деятельности человека от бытовых приборов до средств механизации и автоматизации в авиационной промышленности, автомобилестроении, приборостроении, вычислительной технике и многих других. К ним относят и пермаллоевые сплавы, входящие в группу магнитномягких материалов.

Пермаллоевые сплавы с высокой магнитной проницаемостью (30000-95000) и повышенной индукцией насыщения (1,5Тл), к которым относится и сплав 50Н, предназначены для работы в постоянных и переменных полях с широким диапазоном частот. Эти сплавы используются для изготовления сердечников междуламповых и малогабаритных силовых трансформаторов, дросселей, реле и деталей магнитных цепей. Пермаллой 50Н производят в виде горячекатаных листов толщиной 3-22мм, холоднокатаной ленты толщиной 0,35-2,5мм и прутков диаметром 80-100мм.

При изготовлении деталей из магнитномягких материалов применяют различные технологические процессы, режимы которых оказывают существенное влияние на магнитные свойства [2, 3, 4, 10, 13, 14], т.к. при этом формируется качество поверхностного слоя (остаточные напряжения, наклеп). Для устранения нежелательных изменений магнитных свойств обычно предусматривают дополнительные промежуточные операции отжига. Они восстанавливают магнитные свойства, но снижают точностные характеристики обрабатываемых деталей. Поэтому, на завершающем этапе механической обработки должны быть предусмотрены финишные операции (тонкое точение, шлифование, доводка).

В результате анализа литературных, производственных и патентных данных было установлено, что на заводах редко применяют на финишных операциях лезвийную обработку деталей из пермаллоевых сплавов. Однако, встречаются данные о принципиальной возможности замены шлифования лезвийной обработкой, которая повышает производительность труда. Так в работах [13, 14] сделаны попытки оптимизации лезвийной и абразивной обработок пермаллового сплава 50Н.

В работе [14], рассмотрены вопросы обработки магнитопроводов из пермаллоя 50Н. Здесь операция шлифования исключена и заменена чистовым точением с последующим обкатыванием шаром. Преимущества этого процесса по сравнению со шлифованием следующие:

1. Повышаются магнитные свойства магнитопроводов.
2. Возрастает точность обработки деталей на один квалитет.
3. Увеличивается производительность обработки в 3...4 раза.
4. Простота осуществления, стабильность показателей и надежность процесса обкатывания дают возможность применять его в условиях любого приборостроительного завода.

Однако, данный технологический процесс апробирован только на магнитопроводах, набранных из пластин пермаллоя 50Н, а для сплошных магнитопроводов аналогичные исследования не проводились.

Было установлено также следующее:

1. Во многих отраслях промышленности широкое применение находят всевозможные магнитопроводы и элементы магнитных цепей различных конструкций из пермаллоевых сплавов (как цельные, так и наборные).
2. Огромное влияние на эксплуатационные параметры изделий оказывает механическая обработка, которая значительно снижает магнитные характеристики пермаллоев.
3. Влияние технологических факторов на магнитные характеристики изделий из пермаллоев изучено недостаточно.
4. Отжиг изделий может частично или полностью восстановить их свойства. Однако, применение повторного отжига не всегда желательно или невозможно из-за конструктивных или технологических соображений.
5. Нет рекомендаций по выбору марки инструментального материала, СОЖ, оптимальных режимов резания при обработке изделий из пермаллоевых сплавов.

6. В литературе не приводятся данные о влиянии износа режущего инструмента на магнитные характеристики. Хотя известно, что с увеличением износа инструмента будет увеличиваться сила резания и температура в зоне контакта инструмента и обрабатываемого материала.

7. Из обзора литературных, патентных и производственных данных по вопросам механической обработки следует, что магнитные свойства деталей из пермаллоевых сплавов можно восстановить полностью в процессе их отжига в вакууме или среде нейтрального газа. Но при этом из-за коробления будут ухудшаться точностные и качественные характеристики обрабатываемых деталей. Поэтому, в технологических процессах необходимо предусматривать после термической обработки чистовую механическую обработку деталей, которая не должна оказывать существенного влияния на изменение магнитных параметров обрабатываемого материала.

Цель исследования.

Целью данного исследования является разработка технологического процесса чистового точения пермаллоевых сплавов, обеспечивающего требуемую точность и качество обработанных магнитопроводов, т.к. в литературе полностью отсутствуют рекомендации по технологическим параметрам чистовой механической обработки пермаллоев. Для этого нам необходимо исследовать влияние марки инструментального материала, СОЖ, геометрии режущего инструмента на силовые зависимости при тонком точении сплава 50Н.

Рекомендации, приводимые в литературе [13], по выбору инструментального материала при точении пермаллоевых сплавов предполагают использование быстрорежущей стали P18 и твердого сплава Т15К6. В других источниках [6, 7] при обработке сплавов на никелевой основе рекомендуются сплавы ВК8, ВК6, ВК3. Однако, такой выбор ни чем не обоснован, поэтому, в качестве исследуемых материалов были выбраны твердые сплавы, безвольфрамовые твердые сплавы, минералокерамика групп "Р", "М" и "К" по международной классификации ISO, рекомендуемые для получистового и чистового точения.

Результаты исследования.

Из анализа полученных экспериментальных данных было установлено, что лучшие результаты показали представители группы безвольфрамовых твердых сплавов. Это сплавы ТМ1, ТН20 и КНТ16, которые исследовались в дальнейшем с целью уточнения марки инструментального материала. При испытаниях инструментальные материалы оценивались по величине падения максимальной магнитной проницаемости $\Delta\mu_{\max}$, % обрабатываемого сплава, как основной характеристике, дающей количественную оценку потерь магнитных свойств. Результаты эксперимента наглядно показывают, что с увеличением в инструменте процентного содержания карбидов вольфрама увеличивается величина падения максимальной магнитной проницаемости. Поэтому, в качестве инструментального материала был взят безвольфрамовый твердый сплав КНТ16, показавший минимальное снижение магнитных свойств сплава 50Н.

Лучше всего себя зарекомендовали синтетические и полусинтетические СОЖ на водной основе Аквол10М, Аквол11 и Аквол14, которые могут быть рекомендованы для лезвийной обработки пермаллоев.

В качестве исследуемых факторов были выбраны скорость резания V м/мин, подача S мм/об, глубина резания t мм, а также величина износа реза по задней поверхности h_3 мм. Были выбраны следующие уровни скорости резания и подачи: скорость резания 100; 200; 300 (м/мин), подача 0,025; 0,0875; 0,15 (мм/об). Известно, что глубина резания при чистовом и тонком точении составляет не более 0,1...0,5 мм.

Предварительные испытания позволили установить, что влияние износа инструмента h_3 существенно и превышение его свыше 0,15 мм влечет за собой резкое ухудшение магнитных свойств. Поэтому нами были выбраны следующие уровни глубины резания и износа: глубина резания – 0,1; 0,2; 0,3 (мм), износ инструмента по задней поверхности – 0,05; 0,1; 0,15 (мм).

В процессе механической обработки происходит упрочнение (наклеп) поверхностного слоя под действием сил резания, одновременно происходит разупрочнение (возврат) металла за счет температур, развиваемых в зоне резания [9, 12]. Следовательно, зависимость сил резания от режимов резания является важной характеристикой процесса механической обработки, тесно связанной с микротвердостью и степенью наклепа, и требуют изучения. С этой целью для их определения был реализован план второго порядка В4.

Обработка экспериментальных данных позволила получить следующие математические модели (1, 2), описывающие влияние режимов резания и износа на составляющие силы резания.

$$P_z, H = 6,65 - 0,22V - 110,63S + 172,70t + 294,12h_3 - 0,13VS - 0,09Vt - 0,23Vh_3 + 1822,49St + 1485,0Sh_3 + 959,38th_3 + 0,0008V^2 - 483,60S^2 - 488,90t^2 - 755,56h_3^2. \quad (1)$$

$$P_y, H = 16,19 - 0,16V - 199,75S + 128,78t + 120,0h_3 + 1805,0St + 1210,0Sh_3 + 887,50th_3 + 0,0005V^2 - 423,36t^2. \quad (2)$$

Полученные математические модели дают возможность определять искомую величину в зависимости от заданных параметров режима резания и величины износа инструмента. Так как расчеты эти затруднены, то для удобства пользования ими в производственных условиях по полученным моделям были построены номограммы, позволяющие быстро находить величины P_z и P_y (рисунки 1 и 2).

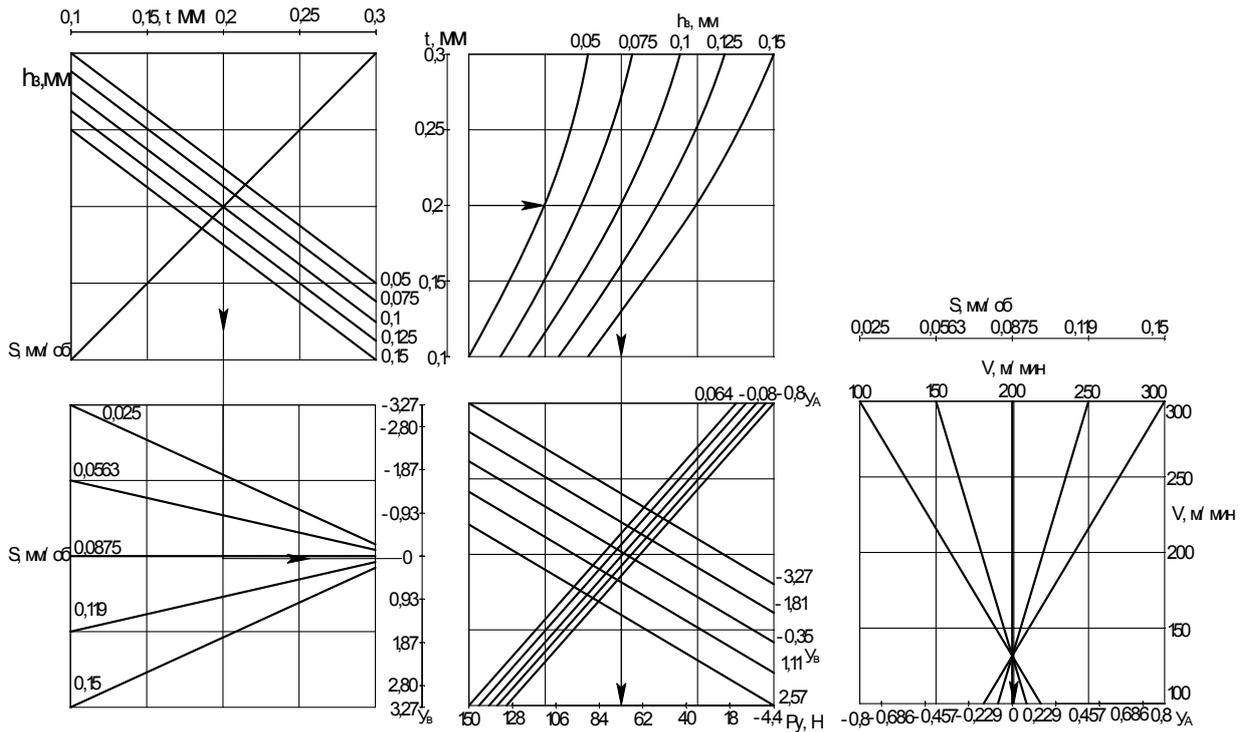


Рис. 1. Номограмма для определения составляющей силы резания $P_{y,H}$ при точении пермаллоя 50H

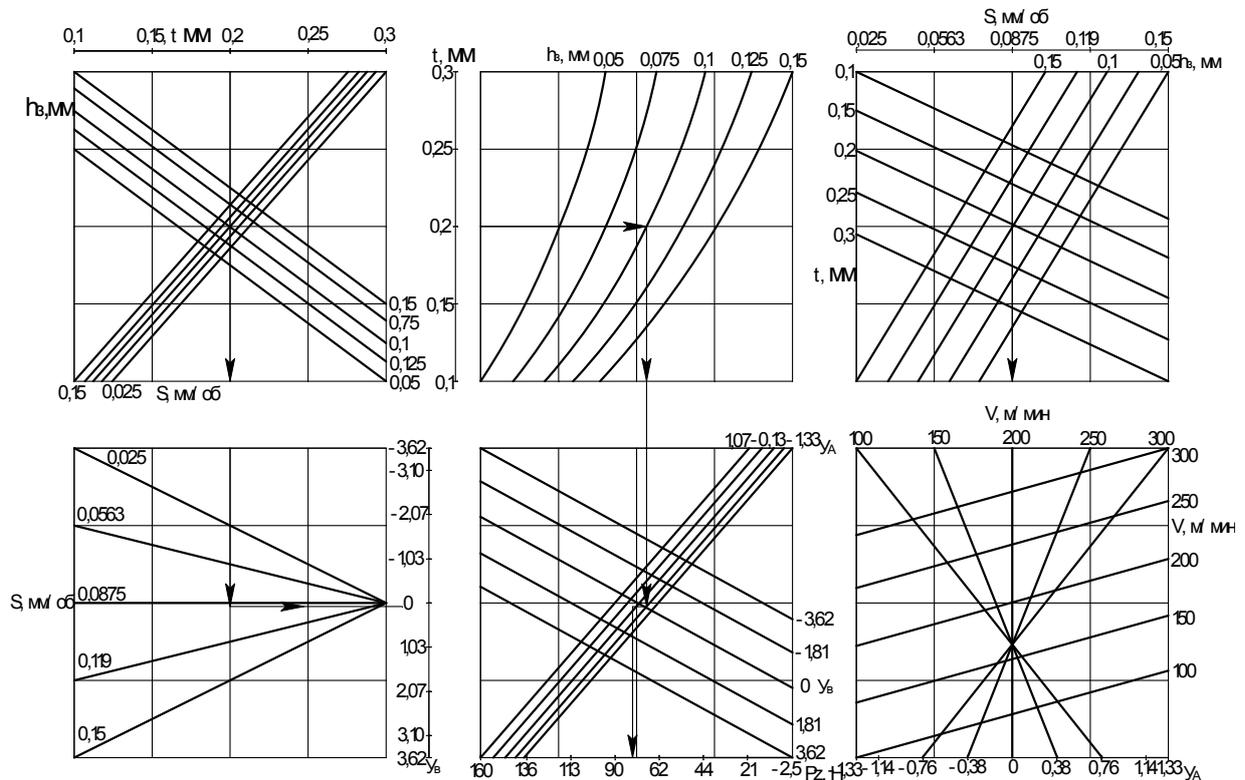


Рис. 2. Номограмма для определения составляющей силы резания $P_{z,H}$ при точении сплава 50H

Выводы.

Статистический анализ моделей дает возможность сделать следующие выводы:

1. Воспроизводимость результатов эксперимента высокая.
2. При проверке гипотезы об адекватности полученных математических моделей выяснилось, что эти модели адекватно описывают экспериментальные данные.

3. На величину составляющих сил резания (P_z, P_y) в большей степени влияют подача S , глубина резания t , величина износа h_3 и в меньшей степени – скорость резания V . Это можно объяснить тем, что с увеличением подачи S и глубины резания t будет возрастать длина режущей кромки, участвующей в резании и площадь сечения срезаемого слоя, а это, несомненно, будет вызывать возрастание составляющих силы резания. Очевидно, что величина износа инструмента также будет оказывать существенное влияние на составляющие силы резания, т.к. при этом возрастает площадь контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью. Увеличение глубины резания, способствуя возрастанию составляющих силы резания, будет вызывать увеличение микротвердости поверхностного слоя.

Все это не противоречит общепринятым представлениям и хорошо согласуется с теоретическими положениями теории резания металлов и результатами экспериментов других исследователей [1, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12].

Список литературы

1. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
2. Гавриш А.П. Финишная алмазно-абразивная обработка магнитных материалов. – Киев: Выща школа, 1983. – 64 с.
3. Гавриш А.П. Шлифование и доводка магнитных материалов. – Л.: Машиностроение, 1985. – 117 с.
4. Горохов В.А. Прецизионная обработка прерывистых поверхностей магнитопроводов // Интенсификация процессов механической обработки. – Киев: Знание, 1973. с. 67-68.
5. Лолодзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 1982. – 320 с.
6. Макаров А.Д., Мухин В.С., Шустер Л.Ш. Износ инструмента, качество и долговечность деталей из авиационных материалов. – Уфа, 1974. – 371с.
7. Макаров А.Д. Оптимизация процессов резания. – М.: Машиностроение, 1976. – 278 с.
8. Маталин А.А. Новые направления развития технологии чистовой обработки. – Киев: Техника, 1972. – 136 с.
9. Маталин А.А. Технология механической обработки. – Л.: Машиностроение, 1977. – 462 с.
10. Пчелинцев В.А. Обрабатываемость резанием технически чистого железа // Вестник машиностроения. – 1976. – №14. с. 43-44.
11. Талантов Н.В., Дудкин М.Е. Исследование диффузных процессов при обработке сталей твердосплавным инструментом // Технология машиностроения и автоматизация производственных процессов. – Волгоград: ВПИ, 1978. – с. 79-91.
12. Талантов Н.В. Физические основы процесса резания // Физические процессы при резании металлов. – Волгоград, 1984. – с. 3-37.
13. Хрульков В.А. Механическая обработка изделий из магнитных материалов. – М.: Машиностроение, 1966. – 163 с.
14. Шнейдер Ю.Г. Влияние механической обработки на магнитные характеристики электрических машин некоторых типов // Электротехника. – 1966. - №10. – с. 10-12.