

*Н.П. СОЛНЫШКИН, С.И. ДМИТРИЕВ,
А.И. САМАРКИН, Д.В. ГРИНЁВ*

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ МАГНИТНЫХ ПЛИТ

Приведен анализ результатов моделирование температурных деформаций магнитных плит.

При обработке деталей партиями за один установ на электромагнитных плитах и плитах с постоянными магнитами имеет место рассеивание размеров деталей. Рассеивание размеров деталей при плоском шлифовании на магнитных плитах различных габаритов при различных условиях резания может достигать величины 0,02...0,05 мм.

Как показали исследования, проведенные на кафедре технологии машиностроения ППИ, значительная часть рассеивания размеров деталей возникает из-за температурных деформаций магнитных плит.

Эксперименты показали, что при плоском шлифовании имеет место разность температур до 7°C рабочей и установочной поверхностей плиты. Это приводит к прогибу плиты в её центре при шлифовании без СОЖ в направлении шлифовального круга. При применении СОЖ в зависимости от конкретных условий и режимов шлифования наблюдалось превышение температуры как рабочей поверхности плиты над установочной, так и установочной над рабочей. В проведенных исследованиях разность температур между поверхностями плиты составляла от +4 до -3°C и сопровождалась искажением формы рабочей поверхности в виде выпуклости до 25 мкм или вогнутости до 17 мкм. В поперечном сечении деформации плиты оказались на порядок меньше. Результаты исследований позволили найти технические решения уменьшения разности температур отдельных частей плиты, и, как следствие, уменьшения рассеивания размеров деталей. Эти решения направлены на выравнивание температур отдельных частей плиты за счет подачи нагретой СОЖ с рабочей поверхности плиты на другие поверхности.

Определённый интерес представляет компьютерное моделирование указанных выше деформаций. Широкое применение для рассматриваемого круга задач нашел метод конечных элементов (МКЭ). В соответствии с ним трехмерная математическая модель магнитной плиты разбивается на значительное количество простых элементов (создается объемная сетка), на узлы указанной сетки накладывается ряд ограничений и нагрузок. Так при температурном анализе задается температура узла или группы узлов, при прочностном анализе – силовые факторы и ограничения на перемещения узлов. При компьютерном моделировании сетка создается в автоматическом режиме, причем задается средний размер конечного элемента и выполняется проверка качества созданной сетки.

Для созданных конечных элементов генерируется система уравнений некоторой функции, вид которой зависит от решаемой задачи. После решения созданной системы (обычно итеративными методами) в результате постпроцессинга выдаются результаты расчета, обычно в виде эпюр.

Для поставленной в работе задачи, ввиду особенностей использованного программного обеспечения, необходимо выполнить два расчета: поля температур в состоянии температурного равновесия системы и термоупругий анализ, то есть расчет температурных деформаций по рассчитанному ранее температурному полю.

В процессе исследования осуществлялось объёмное моделирование прямоугольных магнитных плит различного типоразмера с помощью программы Solid Works. Размеры плит соответствуют ГОСТ 17519-81.

Единым начальным условием для всех плит была величина разности температур рабочей (верхней) и установочной (нижней) поверхностей. Эта разность составила 7°C, и была выбрана по результатам эксперимента (при шлифовании без СОЖ).

Величина деформаций определялась в направлении перпендикулярном установочной поверхности плиты, так как именно эта составляющая общей деформации влияет на размерную погрешность шлифования. Результаты исследования сведены в таблице 1.

Таблица 1. Типоразмеры магнитных плит и их температурные деформации.

Обозначение плиты	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм	Деформация, мкм
7208-0031	250	125	100	12,2
7208-0032	400	125	100	22,5
7208-0033	400	200	110	22,5
7208-0034	630	200	110	50,6
7208-0036	800	320	120	74,4
7208-0037	1000	320	120	115
7208-0039	1000	400	120	116
7208-0040	1250	400	120	180
7208-0043	1600	500	125	283
7208-0044	2000	500	125	446

В результате моделирования была получена зависимость между величиной статических температурных деформаций и геометрическими размерами магнитных плит. Данная зависимость была представлена графическим и аналитическим образом. Выяснилось, что величина деформаций зависит при неизменной разности температур не только от площади поверхности плиты, но и от её высоты.

Таким образом, получен трёхмерный график зависимости статических температурных деформаций магнитных плит от площади рабочей поверхности и высоты (рис. 1).

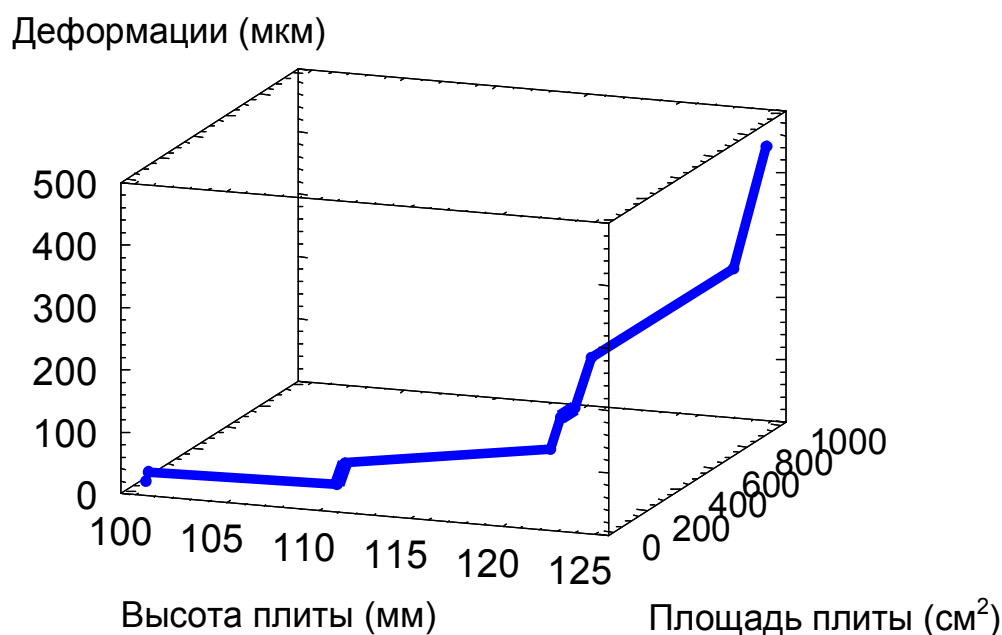


Рис.1. График зависимости температурных деформаций магнитных плит от площади и высоты

Так же с вероятностью 96% получена зависимость между указанными параметрами при заданных начальных условиях:

$$Y = 307 + 0.49 \times S - 3.02 \times H,$$

где Y – величина деформации магнитной плиты, мкм;

S – площадь рабочей поверхности плиты, см²;

H – высота магнитной плиты, мм.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Расчетные данные в основном согласуются с экспериментальными.
2. Величина температурных деформаций магнитных плит достаточно велика и существенным образом может оказывать влияние на точность обработки деталей партиями.
3. Величина деформаций зависит как от площади магнитных плит, так и от их высоты. При этом, зависимость от площади прямая, а от высоты – обратная.
4. Варьируя площадью и высотой (S и H), можно оптимизировать размеры магнитной плиты, при которых величина статических температурных деформаций будет минимальной.

Н.П. СОЛНЫШКИН, В.М. КОЗЫРЕВ, А.И. САМАРКИН

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО СТАНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ МЕТОДОМ

Электроэрозионная обработка находит широкое применение в инструментальном производстве, особенно с расширяющимся применением проволочно-вырезных станков с ЧПУ, способных выполнять обработку закаленных сталей и твердых сплавов с весьма высокой точностью.

В настоящее время парк электроэрозионных станков в значительной степени пополняется приобретаемыми за рубежом бывшими в употреблении станками, реальные характеристики которых могут значительно отличаться от паспортных в худшую сторону. С другой стороны, даже удовлетворительно работающее оборудование со временем теряет точность. Таким образом, необходимо контролировать реально достигаемую точность обработки в конкретных производственных условиях.

Для полноценного анализа точности станка с учетом всего многообразия возможных источников погрешностей, необходимо полноценное исследование, с применением таких статистических методов, как планирование эксперимента и регрессионный анализ. Такое исследование требует значительного времени и затрат, а также выводит станок из производственного цикла.

Для комплексной оценки точности оборудования в производственных условиях в большей степени подходит производственный метод, изложенный (для токарной и фрезерной обработки) в работе [1]. В соответствии с указанным методом на исследуемом оборудовании изготавливается типовая деталь-представитель. Форма детали выбирается такой, чтобы при ее изготовлении проявились основные погрешности обработки. Например, для токарной обработки изделие может содержать цилиндрическую поверхность, торец, коническую поверхность и выпуклую или вогнутую сферу.

Электроэрозионная проволочная резка имеет значительную специфику, что проявляется как в специфических источниках погрешностей, так и в выборе характерных элементов, на которых проявляются погрешности обработки.

Подробный обзор источников и видов погрешностей выходит за рамки настоящей работы (см., например, [2,3]), отметим, лишь, что они традиционно разделяются на: возникающие из-за погрешностей станка, режущего инструмента, зажимного приспособления, особенностей заготовки. Для станков с ЧПУ, дополнительно, учитываются погрешности привода и алгоритмов, реализованных в управляющей ЭВМ.

При электроэрозионной проволочной резке можно отметить следующие характерные для указанного вида обработки источники погрешностей:

- Износ направляющих электрод-проволоку фильер (как верхней, так и нижней).
- Отклонение оси электрода от вертикали.
- Упругие деформации электрода от различных силовых воздействий.
- Отклонения параметров режущих электромагнитных импульсов.