

А.И.КОЧЕРГИН, канд. техн. наук (БПИ),
М.А.МЕЛЬГУЙ, канд. физ.-мат. наук (ИПФ
АН БССР), Н.В.ОВЧИННИКОВА (БПИ)

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ СТАЛИ 20ХН3А МАГНИТНЫМ МЕТОДОМ

Создание надежных методов прогнозирования обрабатываемости изделий из ферромагнитных материалов без их разрушения или проведения длительных стойкостных испытаний инструмента особо актуально в условиях массового производства, где физико-механические свойства заготовок, поступающих на механическую обработку, колеблются в широких пределах. С этой целью устанавливают связь между обрабатываемостью, физико-механическими свойствами и химическим составом сталей.

Известны магнитные методы неразрушающего контроля физико-механических свойств сталей, которые основываются на теории ферромагнетизма и теории механических свойств сталей. Проведенными исследованиями проверяется предположение о возможной связи обрабатываемости с величиной магнитных параметров обрабатываемого материала, в свою очередь связанных с физико-механическими свойствами.

Задачей исследования является установление связей между мощностью N при сверлении осевого отверстия, принятой в качестве показателя обрабатываемости материала, величиной градиента ∇H_r нормальной составляющей поля остаточной намагниченности после намагничивания импульсным аксиально симметричным полем, ось симметрии которого перпендикулярна поверхности изделия, твердостью по Бринеллю H_B и химическим составом стали.

В качестве объекта исследования принята заготовка детали массового производства „вал—шестерня” из стали 20ХН3А. На операцию механической обработки деталь поступает после нормализации с допустимой твердостью H_B 1560...2410 МПа. При этом детали нормальной твердости часто имеют неудовлетворительную обрабатываемость. В результате на операции сверления осевого отверстия диаметром 40 мм и длиной 340 мм наблюдаются повышенный износ и поломки инструмента. Токарный инструмент также интенсивно изнашивается, и нормы его расхода резко увеличиваются.

Намагничивание заготовок и измерение градиента ∇H_r нормальной составляющей остаточного магнитного поля осуществлялось с помощью импульсного магнитного анализатора ИМА-5, разработанного в Институте прикладной физики АН БССР.

Твердость и химический состав заготовок оценивались стандартными методами. Мощность при сверлении регистрировалась самопишущим ваттметром Н-348, включенным в цепь двигателя главного привода сверлильной бабки агрегатного станка.

Изменение химического состава и структурного состояния исследуемых заготовок вызывает изменение градиента ∇H_r . Статистическая связь между ∇H_r и содержанием химических элементов в исследуемых заготовках описывается уравнением множественной регрессии:

$$\nabla H_r = -26197,754 + 224692,1C - 6086,609Cr - 4949,043Mn + 2,847Ni + 9784,516Mo.$$

Коэффициент множественной корреляции между ∇H_r и химическим составом стали равен 0,578.

Зависимость между мощностью N , потребляемой при сверлении, и градиентом ∇H_r выражается линейным уравнением

$$N = 2,22 + 1,4949 \nabla H_r.$$

Коэффициент корреляции между N и ∇H_r равен 0,708.

Зависимость между N и твердостью выражается также линейным уравнением:

$$N = 0,875 + 1,5729 HB.$$

Коэффициент корреляции между параметрами равен 0,637. Характер влияния параметров на затраты мощности при сверлении показан на рис. 1.

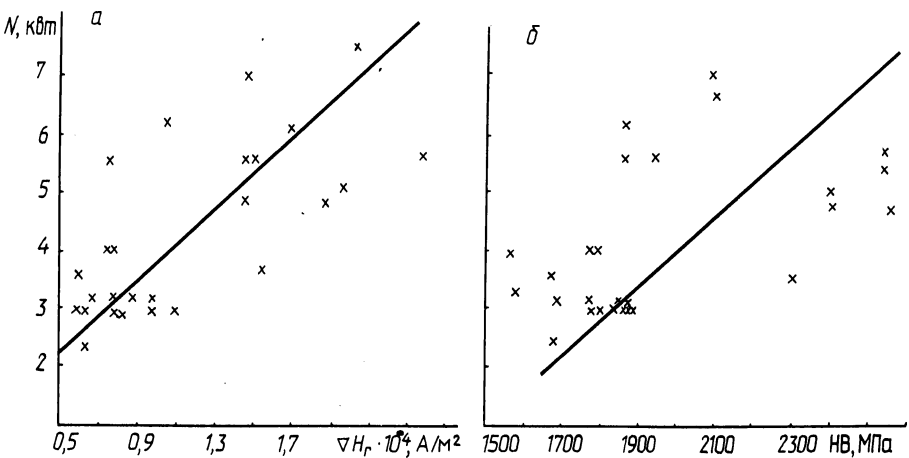


Рис. 1. Влияние параметров на затраты мощности N при сверлении стали 20ХН3А

Затрачиваемая при сверлении мощность N более тесно связана со значением градиента ∇H_r , чем с твердостью HB . Следовательно, градиент является более точной характеристикой обрабатываемости, чем твердость заготовки.

Магнитный контроль обрабатываемости может быть осуществлен автоматически, и его результаты могут быть использованы в системах адаптивного управления процессами обработки.

Например, по результатам такого контроля производится автоматическое регулирование режима резания, а также разбраковка заготовок на входе технологической системы. Измерительный преобразователь магнитных характеристик обрабатываемого материала может быть установлен на отдельной позиции технологической системы или встроен в схват промышленного робота, а также в приспособление для закрепления заготовки.