

УДК 620.179.14

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТЖИГА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ

В. А. БУРАК, А. С. СЧАСТНЫЙ, А. А. ОСИПОВ  
ГНУ «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Для получения однородной структуры и требуемых для штамповки механических свойств, холоднокатаную листовую сталь рекомендуется отжигать при температуре 600–710 °С.

Были исследованы магнитные свойства образцов холоднокатаной среднеуглеродистой стали 35, подвергнутые отжигу при 650 °С и без термообработки, размерами 200 x 200 x 1,5 мм, намагниченные импульсным магнитным полем от разряда блока прибора ИМА-5Б [1] на две прямоугольные катушки размерами 210 x 55 x 50 мм, расстояние между их осями 100 мм. На рис. 1 представлены распределения градиента нормальной составляющей напряженности остаточного магнитного поля, измеренные градиентометром с параллельным расположением полужондов [2] вдоль и поперек направления прокатки.

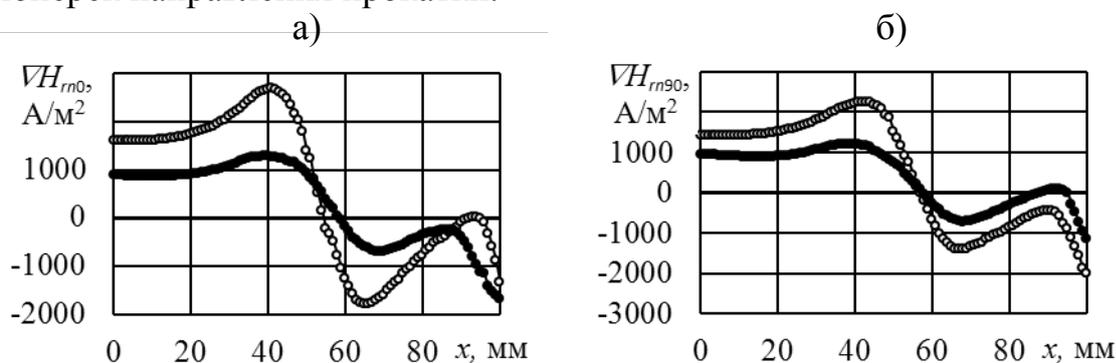


Рис. 1. Распределения градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности вдоль (а) и поперек (б) направления прокатки: ○ – Тотж = 0 °С; ● – Тотж = 650 °С

Термообработка уменьшает величину градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности при измерениях и вдоль, и поперек направления прокатки: после отжига градиент в центре пятна намагничивания уменьшается на ~ 45 % в случае измерений вдоль направления прокатки и ~33 % при измерениях поперек прокатки, а в области "пиков" изменения достигают соответственно ~87 % и ~ 79 %.

Из представленных на рис. 2 распределений коэффициента  $R_{M0/90}$  магнитной анизотропии ( $R_{M0/90} = \nabla H_{rn0} / \nabla H_{rn90}$ ) в информативной зоне намагничивания видно, что для образца холоднокатаной стали без термообработки характерен рост величины коэффициента  $R_{M0/90}$  с 1,13 до 1,20 при

удалении до 40 мм от центра намагничивания, что соответствует "пику" на графике распределения градиента остаточной намагниченности, а потом уменьшение, в то время как для образца, подвергнутого отжигу при 650 °С, также наблюдается увеличение значений коэффициента  $R_{M0/90}$  магнитной анизотропии с 0,94 до 1,11.

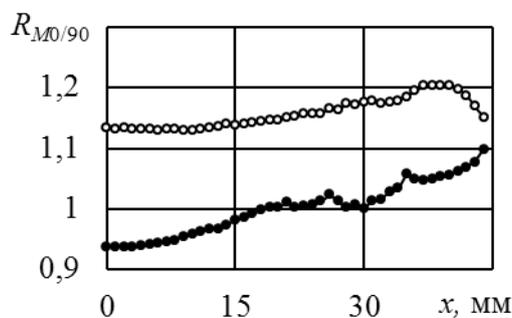


Рис. 2. Распределение коэффициента  $R_{M0/90}$  магнитной анизотропии в информативной зоне:  $\circ$  –  $T_{отж} = 0\text{ °C}$ ;  $\bullet$  –  $T_{отж} = 650\text{ °C}$

Отжиг холоднокатаной стали при рекомендуемой температуре не меняет качественный вид распределений градиентов нормальной составляющей, измеренных как вдоль, так поперек направления прокатки, над поверхностью образца, но для отожженной стали распределения вдоль и поперек направления прокатки практически совпадают, что свидетельствует о малой анизотропии свойств. Распределение коэффициента  $R_{M0/90}$  магнитной анизотропии над поверхностью образца в информативной зоне показывает, что при контроле анизотропной стали без термообработки для повышения чувствительности желательно использовать коэффициент, измеренный в районе "пиков" распределений градиентов остаточной намагниченности, однако для того, чтобы отличить стальной прокат после термообработки от не отожженного, стоит использовать коэффициент  $R_{M0/90}$ , измеренный в центре области намагничивания.

Работа выполнялась при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ) (договор № Т16Р-040).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельгуй, М. А. Импульсный магнитный анализатор ИМА-5Б / М. А. Мельгуй [и др.] // Научно технические достижения. – 1990. – № 4. – С. 41–44.
2. Счастный, А. С. Исследование возможности использования приборов магнитного контроля для оценки механической анизотропии листового проката / А. С. Счастный, А. А. Осипов // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2015. – № 3. – С. 54–66.