

УДК 679.18:536.7-531.3.07

ВПЛИВ ДЕФЕКТІВ МАКРО- І МІКРОСТРУКТУРИ СТАЛІ 45 НА КОЕРЦИТИВНУ СИЛУ

Сідашенко О.І., к.т.н., Скобло Т.С., д.т.н., Власовець В.М., д.т.н.,
Копил А.С. магістр

(Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. П. Василенка)

Визначено вплив дефектів макро- і мікроструктури сталі 45 у похідному стані (точкова неоднорідність, центральна ліквіація) на коерцитивну силу та варіювання її рівня.

Вступ. Вироби з вуглецевих сталей є найбільш поширеними в сільськогосподарському машинобудуванні. Зважаючи на свою відносно низьку собівартість і забезпечення достатнього рівня механічних властивостей широке застосування отримала сталь 45, з якої виготовляють різні шліцьові та колінчасті вали.

Аналіз публікацій. Для неруйнівного контролю структурного стану та механічних властивостей такої сталі використовують магнітний – за коерцитивною силою (далі H_c). Незважаючи на велику кількість публікацій, присвячених застосуванню такого контролю для цієї сталі [1–3], ряд питань є маловивченим [4]. Це стосується, перш за все, оцінки впливу дефектів сталі в похідному стані на рівень H_c . Тому необхідним є проведення комплексних досліджень.

Мета роботи – визначити вплив дефектів макро- і мікроструктури сталі 45 в похідному стані на рівень магнітного параметру (H_c).

Методика досліджень. Дослідження проводили на прокаті круглого перетину Ø12 5, 70 і 60 мм, з якого виготовляють вали різних типорозмірів. Критерієм якості є вимоги ГОСТ 1050, передбачені для сталі 45.

Хімічний склад досліджених плавок відповідає межам вимог ГОСТ 1050 для такої сталі (табл. 1).

Таблиця 1 – Хімічний склад досліджених плавок сталі 45

Умовний №	Діаметр прокату, мм	Склад елементів, %										Твердість, НВ
		C	Si	S	P	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	Mo	
1	125	0,48	0,33	0,035	0,023	0,79	0,12	0,10	0,08	сл.	сл.	197-207
2	70	0,42	0,24	0,030	0,029	0,62	0,08	0,13	0,18	сл.	сл.	187
3	60	0,50	0,28	0,024	0,025	0,70	0,13	0,08	0,05	0,01	сл.	197-201
згідно ГОСТ 1050		0,42-0,50	0,17-0,37	до 0,040	до 0,035	0,50-0,80	до 0,25	не обумовлені				до 229

Основні результати. Для оцінки можливого впливу на рівень властивостей дефектів макроструктури досліджували поперечні зразки металу, відібрані з різних плавок. Оцінку макроструктури виконали порівнянням еталонних шкал відповідно до ГОСТ 10243 табл. 2.

Таблиця 2 - Макроструктура дослідженого прокату

Діаметр прокату, мм	Дефекти		
	Точкова неоднорідність, бал	Центральна ліквация, бал	Інші дефекти
125	III	-	Дефект у вигляді світлої полоси з краю зразка, на відстані 500 мм повторюється
70	I	I	-
60	I	-	-

Встановлено, що виявлені одиничні дефекти макроструктури – точкова неоднорідність, центральна ліквация, згідно ГОСТ 10243 є допустимими і не впливають на зміни H_c і твердості.

Мікроструктура металу в стані поставки – перліт і ферит, що створює грубу сітку по межах великих, середніх, зрідка дрібних зерен (рис. 1). Такий структурі відповідають різні рівні H_c . Величина зерна перліту досліджуваного прокату \varnothing 125–60 мм має бал 5–3 і ферит у вигляді грубої сітки і голок (див.рис. 1,б). Мікроструктура металу грубозерниста, що вважається допустимим для гарячекатаного стану.

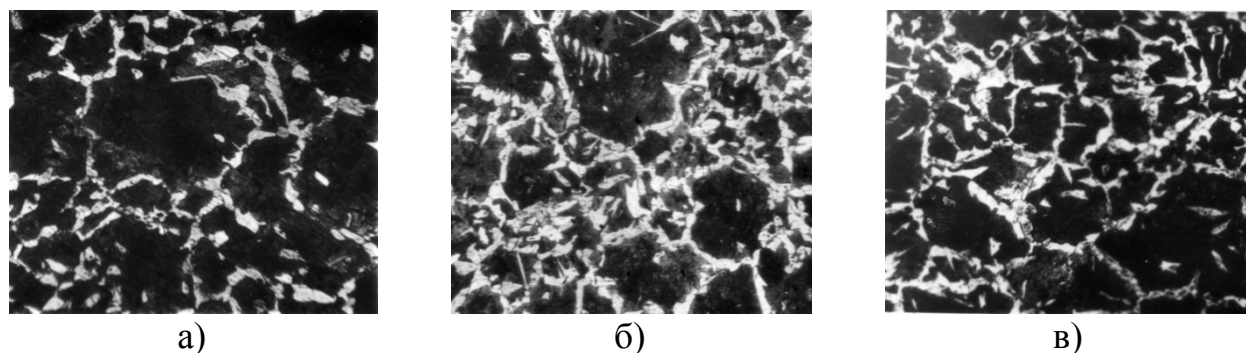


Рисунок 1 – Характерна мікроструктура сталі 45 в стані поставки: а - \varnothing 125 мм, б – \varnothing 70 мм, в – \varnothing 60 мм. Травлення 4%-им розчином HNO_3 , $\times 100$

Кількість і характер неметалічних включень у досліджуваних плавках визначали порівнянням з еталонами шкал ГОСТ 1778 на нетравлених мікрошліфах (рис. 2), виготовлених в напрямку прокатки, при збільшенні $\times 100$ і $\times 500$.

Статистичними дослідженнями 100 полів зору на 3-х зразках кожної плавки встановлено, що у вивчених межах, що відповідають нормам ГОСТ, кількість, тип і розподіл неметалевих включень ідентичні і не впливають на рівень H_c .

Враховуючи, що зі зменшення діаметру прокату змінюється ступінь обтиснення, оцінили вплив розміру зерна перліту на рівень H_c .

Використовуючи метод лінійного програмування, вирішували систему рівнянь для прокату діаметром 125, 70 і 60 мм відповідно:

$$(6,3d_{20}+6,3d_{40}+21,9d_{60}+18,8d_{80}+9,4d_{100}+12,5d_{120})/74,8=6,4 \quad (1)$$

$$(4,2d_{20}+14,6d_{40}+14,6d_{60}+29,2d_{80}+25,0d_{100}+8,3d_{120})/95,8=7,5 \quad (2)$$

$$(8,6d_{20}+46,6d_{40}+29,3d_{60}+8,6d_{80}+3,4d_{100}+3,4d_{120})/100=8,0 \quad (3)$$

Вирішивши систему лінійних рівнянь, отримали значущий вплив розмірів зерен перліту на рівень H_c для діаметру прокату 125–60 мм. Внесок зміни зерен розміром 21–40 мкм склав 4%, 41–60 мкм 13% і максимальне для 61–80 мкм – 16%.

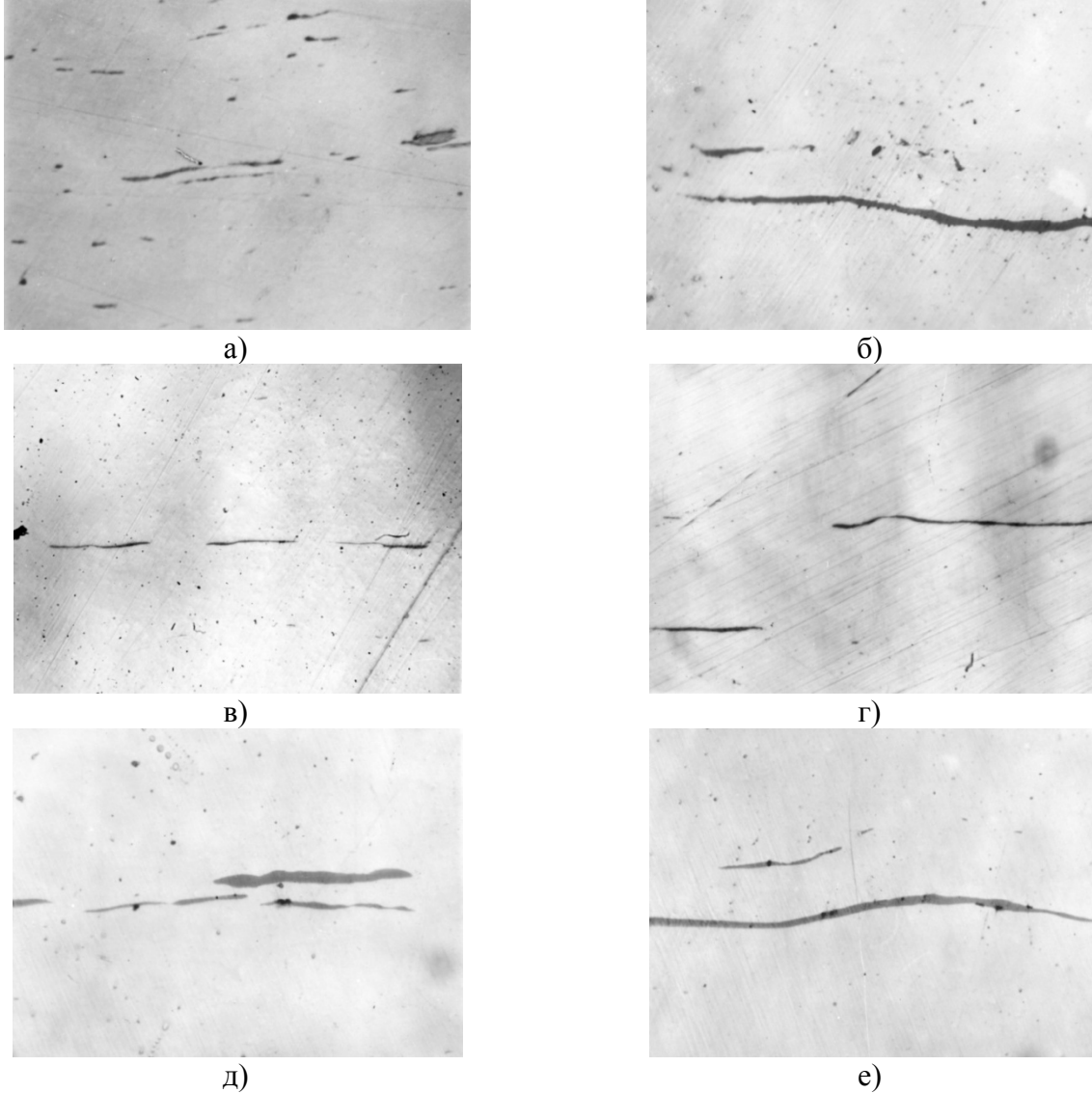


Рисунок 2– Характерні неметалеві включення в сталі 45: а,б – рядкові сульфіди, бал 3б (Ø125 мм); в,г - силікати пластинчасті (Ø70 мм); д,е - силікати пластинчасті і рядкові сульфіди, бал 3 (Ø60 мм); а,в,д - $\times 100$, б,г - $\times 500$, е - $\times 200$

Вплив решти розмірних груп є незначимим. Таким чином, наявність різнозернистого перліту в структурі сталі 45 може привести до варіювання рівня H_c в межах 16% і відповідно до такої ж помилку прогнозу.

Побудовано рівняння регресії, що дозволяє прогнозувати діаметр зерна перліту в залежності від рівня H_c :

$$d_{\text{перл}}=270-26,7H_c \quad (4)$$

Висновки. Таким чином, оцінка макро-і мікроструктури сталі 45 в стані поставки для прокату $\varnothing 60, 70, 125$ мм дозволила встановити, що одиничні дефекти – точкова неоднорідність, центральна ліквация, допустимі згідно ГОСТ 10243, не впливають на магнітні властивості. Встановлені аналітичні залежності, дозволяють прогнозувати розмір зерен перліту за рівнем H_c з урахуванням похідного стану. Різномірність перліту у похідній структурі сталі 45 може привести до варіювання рівня H_c до 16% в межах досліджуваного діаметру прокату.

Список літератури:

1. Щербинин В. Е. Магнитный контроль качества металлов. / В. Е. Щербинин, Э. С. Горкунов– Екатеринбург: УрО РАН, 1996. –263 с.
2. Михеев М. Н. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля. / М. Н. Михеев, Э. С. Горкунов– М.: Наука, 1993. –249 с.
3. Cullity B.D. Introduction to Magnetic Materials. / Cullity B.D., Graham C.D.– Indianapolis: Wiley–IEEE, 2008. –544 p.
4. Власовец В.М. Оценка твердости изделий по коэрцитивной силе после повторной термической обработки./ Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, В.М. Власовец, Науковий вісник ЛНАУ. Серія: технічні науки. – Луганськ: видавництво ЛНАУ, 2011. – Вип. 30. – С. 249–257. – (Серія: “Технічні науки”)

Аннотація

Влияние дефектов макро- и микроструктуры стали 45 на коэрцитивную силу

Сидашенко А.И., Скобло Т.С., Власовец В.М., Копыл А.С.

Определено влияние дефектов макро- и микроструктуры стали 45 в исходном состоянии (точечная неоднородность, центральная ликвация) на коэрцитивную силу и изменение её уровня.

Abstract

The influence of defects macro-and microstructure of steel 45 on the coercive force

Sidashenko A.I., Skoblo T.S., Vlasovets V.M., Kopyl A.S

The influence of defects in the macro-and microstructure of steel 45 in the initial state (point heterogeneity, central segregation) on the coercive force and the change in its level.