

ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ В СТАЛИ 20ГФЛ

Е. О. Чертовских

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Исследования усталостной прочности стали представляют интерес для металлургов и конструкторов. Несмотря на то, что история изучения усталостной прочности конструкционных материалов исчисляется несколькими веками, до сих пор в полной мере не решена проблема циклического разрушения ни в области изучения физики данного явления, ни в области инженерного подхода к данному вопросу. Тем самым явления характеризующие формирования и рост трещин, раскрывающие направление к решению поставленных задач, в части увеличения предела выносливости литых деталей стали 20ГФЛ, представляют основную ценность исследовательских работ.

На Рубцовском филиала ОАО «Алтайва-

гон» до термообработки рядовых отливок крупного железнодорожного литья, в соответствии с технологическим процессом, проводили магнитоскопический контроль качества исправленных дефектов, таких как поры, трещины. Несмотря на высокие требования к исправлению дефектов, по-прежнему на поверхности термообработанных отливок имелись дефекты, что можно объяснить лишь их подкорковой дислокацией в окисленном слое.

Для анализа причин микропористости из рядовой отливки «Балка надрессорная», в месте противоположном опорной площадки пружинного комплекта, были изготовлены 2 опытных темплета с габаритными размерами 300 x 300 x 14 мм. Затем в лабораторной муфельной печи при температуре 945 °С с вре-

Таблица 1 – Влажность применяемых шихтовых материалов

п/п	Материал	Влажность, %	Потеря массы (T= 600 °С, t=15 мин), грамм.
1	Известняк	0,011	0,285
2	Коксовая мелочь	15,52	17,87
3	Железорудный окатыш	0,001	0,002
4	Плавиковый шпат	0,079	0,251
5	ФМн78	0,025	0,006
6	ФМн88	0,006	0,002
7	ФС45	0,005	0,002

Таблица 2 – Описание распределения неметаллических включений

Степень загрязненности неметаллическими включениями по ГОСТ 1778-70			
Группа	Балл		
Оксиды точечные	2	4	2
Силикаты хрупкие	1	1	1
Сульфиды	1	1	4
Ударная вязкость KCV ⁻⁶⁰ , Дж/см ²	11; 14; 17; 20; 26; 34; 36; 40	22	37

ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ В СТАЛИ 20ГФЛ

менем выдержки 3 часа выполняли нормализацию. После 3-х нормализаций проводили измерение толщины темплетов, с помощью микрометра МК 0-25 ГОСТ 6507-903, в результате среднее арифметическое значение окисленного слоя составило 40 – 50 мкм. На рисунке 1 приводится общий вид полированного темплета после 3-й термообработки.

На оптическом микроскопе МЕТАМ ЛВ-32 проводили оценку загрязненности стали неметаллическими включениями по ГОСТ 1778. На рисунке 2 представлены обнаруженные мелкие оксидные включения со 2 баллом, единичные глобулярные включения.

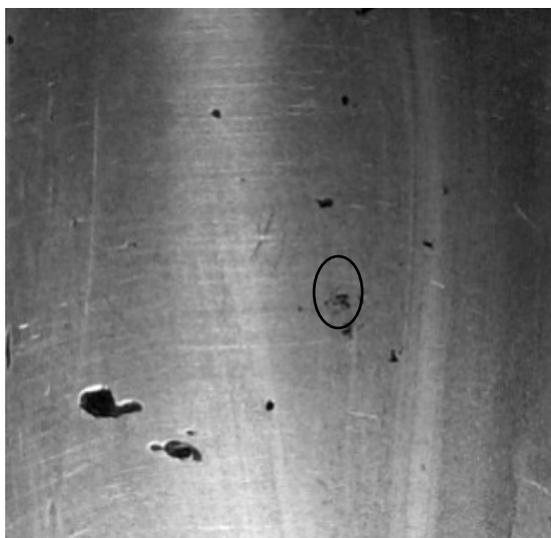


Рисунок 1 – Общий вид микропор на полированном шлифе темплета. x20

Результаты исследования влияние степени загрязненности стали неметаллическими включениями на показатель ударную вязкость приведены в таблице 2. Из-за отсутствия нормального закона распределения показателя ударной вязкости представляется сложным получить достоверную модель для закономерного анализа полученных данных, оценивающих степень влияния дисперсности неметаллических включений на ударную вязкость. Отметим, что высокая степень кратности в некоторых случаях достигающая 1,5 – 4-х кратного расхождения между показателями KCV^{60} , свидетельствует о необходимости исследования большего числа влияющих факторов, столь сильно варьирующих ударной вязкостью.



Рисунок 2 – Мелкие оксидные включения, глобулярные включения. x100

Особый интерес представляют обнаруженные микропоры с окисленными кромками, которые указывают на неоднородность плотности тела отливки. На рисунке 3 представлены микротрещины выходящие из пор. Причиной появления пор, по мнению автора, послужили внутренние напряжения в металле, вызванные избыточным содержанием газовой фазы, сформированной при ведении процесса плавки (таблица 1), а также разливки металла по формам. Не исключено, что насыщения металла газами вызвано вторичным окислением металла в момент разливки, из-за применения литейных припасов адсорбированных влагой. Наличие в стали водорода подтверждается обнаруженными флокенами (рисунок 4).



Рисунок 3 – Микропора с трещиной. x500

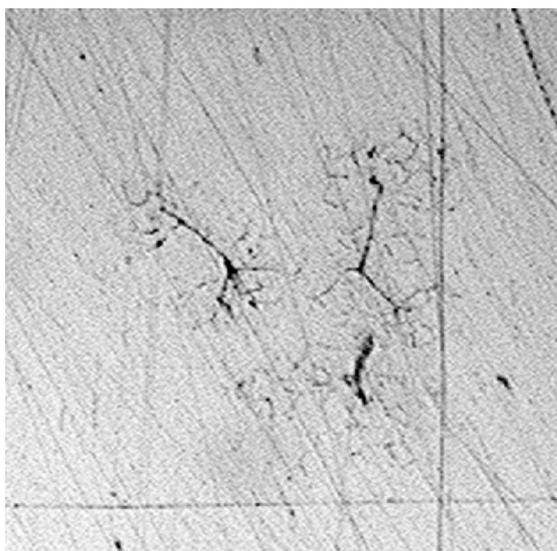


Рисунок 4 – Флокен. х200

Источником водорода при плавке стали в дуговой сталеплавильной печи является влажность атмосферы над расплавленным металлом, формирующаяся из влажности окружающего воздуха и влажности загруженных материалов. Влажность воздуха атмосферы печи не более 2–3 % при температуре 1600 °С, при этом жидкая сталь находясь в равновесии с 3 % влаги содержит 4,6 см³/100 г водорода, а при 1 % – 2,7 см³/100 г [1]. По мнению авторов [3], именно загружаемые в печь материалы являются основным источником водорода. Изменение влажности воздуха от 0,4 до 1,6 % в атмосфере печи происходит за счет наведения шлака на поверхности металла, в результате наблюдается рост содержания водорода в конце плавки от 4,7 до 7,0 см³/100 г. Установлено, что в ванну сталеплавильной печи шихтовыми материалами в виде **известняка**, железорудного окатыша и полевого шпата вносится значительное количество влаги (таблица 1). Отметим, что особое значение при производстве стали по основному процессу имеет **влажность известняка**, так как в дуговых печах новый шлак в конце окислительного периода наводится на поверхность оголенного металла, когда он наиболее подвержен наводороживанию. Также значительное количество влаги и связанного водорода вносится в шлак углеродистыми добавками, используемыми для его восстановления. Количество влаги в этих материалах зависит от тонкости помола и продолжительности хранения. Так электрод-

ный бой медленнее поглощает влагу, чем кокс, соответственно в последнем содержится больше связанного водорода [2].

Замеры содержания водорода на заводских деталях составляли 4,5 см³/100 г, что противоречит автору [3], так как для выплавки стали применялись весьма влажные материалы. Тем самым обнаружено, что микропористость и флокены могут формироваться под низким содержанием водорода. Ведь зачастую флокены обнаруживались только в чугунах и высоколегированных сталях, особенно при их прокате.

Вывод:

1. Механические свойства образцов, испытанных на ударную вязкость при отрицательных температурах, показывают отклонение смежных результатов испытаний более чем 2-х кратное, что является одним из следствий влияния неоднородности распределения микропористости, нежели неметаллических включений.

2. По мнению автора, применение прокатанных шихтовых материалов и литейных припасов снижает содержание водорода в металле, что стабилизирует механические свойства, а именно ударную вязкость KCV-60, косвенно характеризующую усталостную прочность σ_{-1} .

3. Дефицит качественного металлолома на рынке и высокая конкурентность между заводами, вынуждает проводить выплавку стали из металлолома низкого качества. Этот факт нарушения установленных правил выплавки качественной стали, приводит к снижению сопротивления стали к развитию и росту трещин в деталях.

Список литературы:

1. Кудрин В. А. Внепечная обработка чугуна и стали. – М.: Металлургия. 1992. – 336 с.
2. Явойский В. И., Близнюков С. А., Вишкарев А. Ф. Неметаллические включения и газы в сталях. – М.: Металлургия, 1980. – 202 с.
3. Касаткин Г. Н. Водород в конструкционных сталях. – М.: ИнтерметИнжиниринг, 2003. – 336 с.
4. <http://freemetall.ru>