

УДК 669.14.019: 334.716.4 (470.341)

В.С. Малов<sup>1</sup>, В.А. Васильев<sup>2</sup>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ СЛИТКОВ ИЗ СТАЛИ 14X17H2

ОАО «Завод «Красное Сормово»<sup>1</sup>,  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева<sup>2</sup>

Данная статья является обобщением результатов системы менеджмента качества продукции, проводимой на ОАО «Завод «Красное Сормово» по анализу типовых дефектов, образующихся при выплавке и разливке слитков из стали 14X17H2. Описывает наиболее характерные их виды и пути их устранения в условиях действующего производства.

*Ключевые слова:* микрошлиф, макрошлиф,  $\delta$ -феррит, дефект, слиток, сорбит.

Сталь 14X17H2 является весьма сложной в технологическом отношении, особенно при изготовлении поковок. Слитки из этой стали обладают склонностью к развитию усадочных пустот, осевых и радиальных трещин, ликвационных явлений. Статья является результатом исследований, проводимых в рамках системы менеджмента качества продукции гражданского и военного назначения по определению основных часто встречающихся дефектов, образующихся при изготовлении слитков из стали 14X17H2 и способов их устранения в условиях действующего производства.

**Задачи, поставленные в данном исследовании:**

- 1) выявить наиболее характерные;
- 2) произвести их классификацию;
- 3) выработать пути их устранения.

**Методика исследования.** Для анализа дефектов выбирались наиболее часто встречающиеся поковки деталей. Из деталей изготавливали поперечные макрошлифы, из них вырезали и изготавливали микрошлифы, которые затем подвергали глубокому травлению. Проводили исследование микрошлифа до и после травления. Микроструктуру изучали на металлографическом микроскопе МИМ-8М.

Накопленный опыт работы с этой сталью в условиях ОАО «Завод «Красное Сормово» позволяет выделить основные дефекты этой марки стали, получаемые в процессе изготовления слитков из неё:

- усадочные раковины;
- осевая пористость;
- неметаллические включения;
- пониженный уровень пластических свойств.

**Неметаллические включения**, как правило, представляют собой скопления на поверхности или вблизи от неё. Причинами их возникновения являются частицы огнеупорных материалов футеровки ванны печи и сталеразливочного ковша, попутно захватываемый струёй металла шлак и продукты раскисления, не полностью прореагировавшие с жидким металлом. При этом основными мерами предупреждения являются:

- соблюдение необходимых температур выпуска и разливки жидкого металла;
- применение раскислителей, образующих жидкотекучие продукты раскисления;
- регламентированная выдержка в разливочном ковше.

Устранение их производится шлифовкой, строжкой, огневой зачисткой или вырубкой. Данный дефект проиллюстрирован на фотографиях микрошлифов и макрошлифов поковки типа «Стержень» (рис. 1–3).

**Краткое описание дефекта:** в ходе анализа поперечного макрошлифа в центральной

зоне поковки выявлен внутренний разрыв металла с многочисленными ответвлениями. Микроанализ шлифа дефектной зоны выявил:

1. От вершин многочисленных крупных надрывов металла распространяются по включениям мелкие разветвлённые трещины;
2. Поверхность разрушения окислена;
3. Отдельные мелкие пустоты и трещины в металле наблюдаются также и при некотором удалении от магистрального дефекта, что свидетельствует об их возникновении в процессе затвердевания слитка.
4. Микроструктура металла – высокоотпущенный мартенсит с наличием выделений значительного количества  $\delta$ -феррита примерно 10% по границам зёрен, что также является способствующим фактором для растрескивания металла.

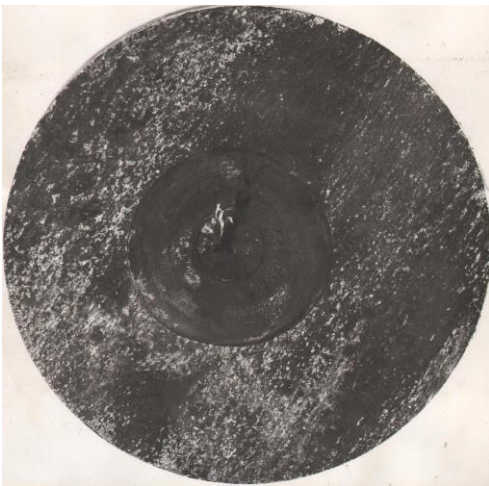


Рис. 1. Вид поперечного макрошлифа, х1

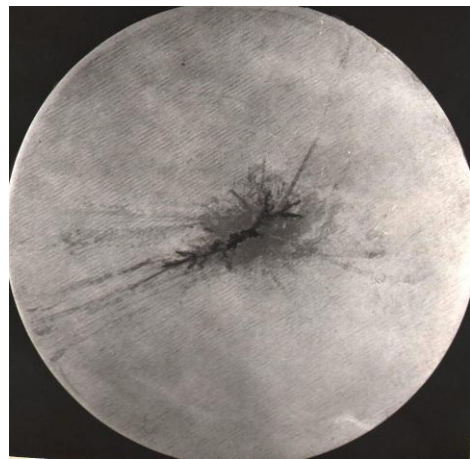
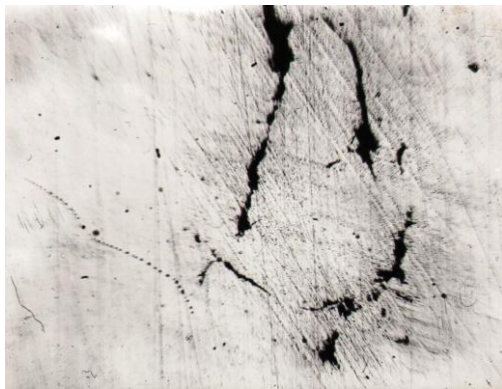


Рис. 2. Вид сбоку поковки типа «Стержень», х1



*a*



*б*



*в*

Рис. 3. Микрошлиф (*a*, *б*, *в*) поковки типа «Стержень», х100

**Осевая пористость** представляет собой маленькие видимые углубления, расположенные вдоль оси слитка. Причина их возникновения – выделение газов в центральной части слитка – связана с нарушением технологии выплавки и разливки слитков. Мерами для их предупреждения являются:

- проведение устойчивого кипения металла при плавке;
- соблюдение установленной технологии, применяемой при разливке металла;
- своевременная чистка изложниц.

Устранение производится с помощью, как правило, строжки с заваркой зоны дефекта. Данный дефект проиллюстрирован на фотографиях микрошлифов и макрошлифов поковки типа «Штанга» (рис. 4–5).

**Краткое описание дефекта:** в центральной части заготовки выявлены две несплошности размером до 2 мм и значительное количество мелких пор. На макрошлифе, изготовленном в дефектном районе, около пор выявлено скопление неметаллических включений разного происхождения. Микроструктура стали – сорбит и  $\delta$ -феррит.

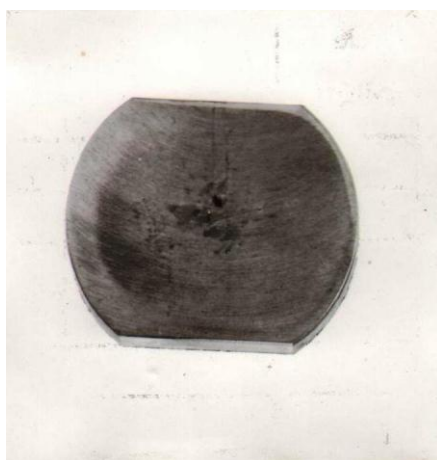
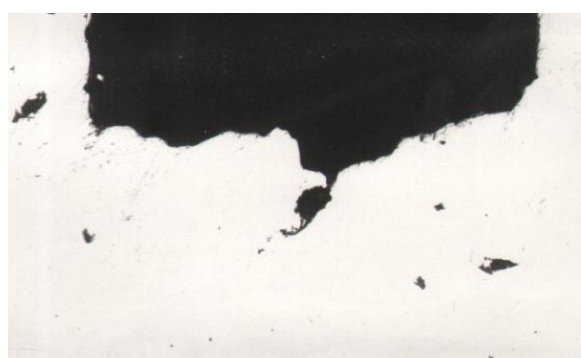


Рис. 4. Вид дефекта на макрошлифе,  $\times 1$



а



б

Рис. 5. Вид дефекта (а, б) на микрошлифе  $\times 100$

**Усадочными раковинами** называют открытые или закрытые полости в слитке, имеющие шероховатую грубую кристаллическую поверхность со следами дендритов. Усадочные раковины в отличие от усадочной пористости имеют сравнительно большие размеры. Причины возникновения – высокая температура заливки металла, отклонения химического состава от требований соответствующих ГОСТ И ТУ.

Основная мера для устранения – увеличение размера головной обрезки. Данный дефект проиллюстрирован на фотографиях микрошлифов и макрошлифов поковки типа «Вал» на рис. 6–8.

**Краткое описание дефекта:** центральная зона макрошлифа имеет несплошность разветвлённой формы, вокруг расположены поры. По результатам микроанализа металла осевой зоны выявлено:

1. Дефект представляет собой группу разрывов (пор), расположенных в виде сетки;
2. Металл по загрязнённости неметаллическими включениями относится к баллу 4 шкалы ОТ по ГОСТ 1778-70;
3. Обезуглераживания по границам не наблюдается;
4. Микроструктура – сорбит и феррит.

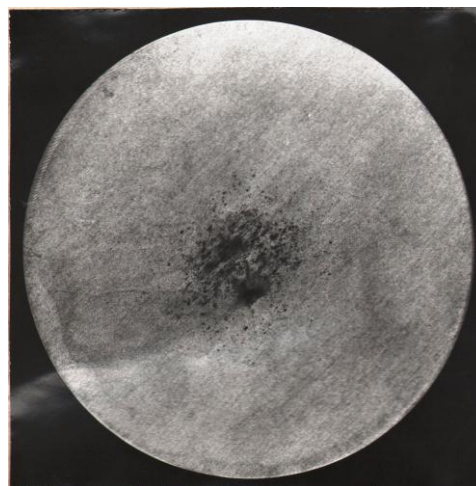
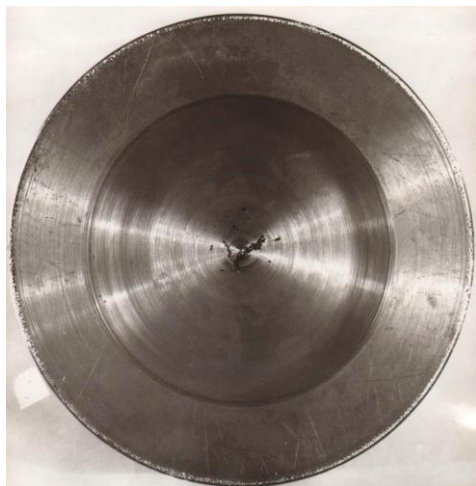
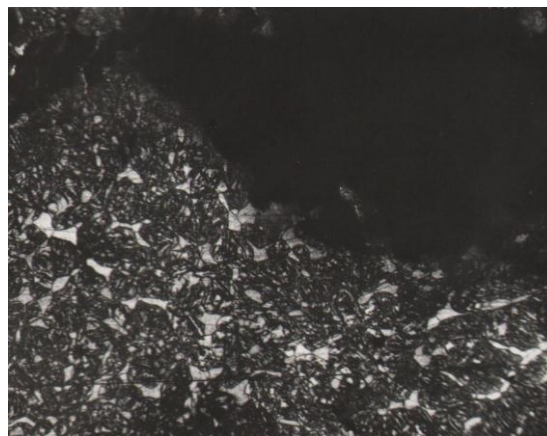
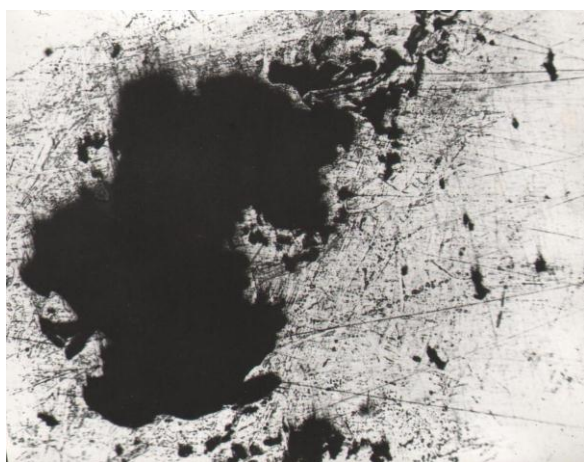


Рис. 6. Внешний вид дефекта на детали «Вал» 1:1    Рис.7.Макроструктура детали «Вал» 1:1



*а*

*б*

Рис. 8. Микроструктура (*а, б*) детали «Вал», x100

**Пониженный уровень пластических свойств** является также одним из наиболее характерных дефектов, наблюдаемых при изготовлении поковок из слитков данной марки стали. Этот дефект проиллюстрирован на фотографиях микрошлифов и макрошлифов поковки типа «Втулка» (рис. 9–10).

**Краткое описание дефекта:** в результате исследования микрошлифа установлено следующее:

1. Дефект представляет собой тонкую трещину, располагающуюся под прямым углом к поверхности. Берега трещины окислены на всём протяжении. Глубина проникновения составляет 1,2 мм.

2. Загрязнённость металла неметаллическими включениями небольшая и соответствует баллу 2 шкалы ОТ по ГОСТ 1778-70.

3. Микроструктура металла детали - сорбит и мелкодисперсный  $\delta$ -феррит, располагающийся в виде цепочек по границам зёрен. Направление трещины совпадает с полосчатостью структуры.

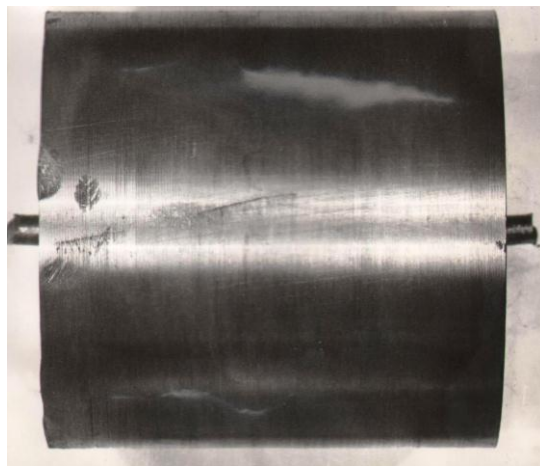
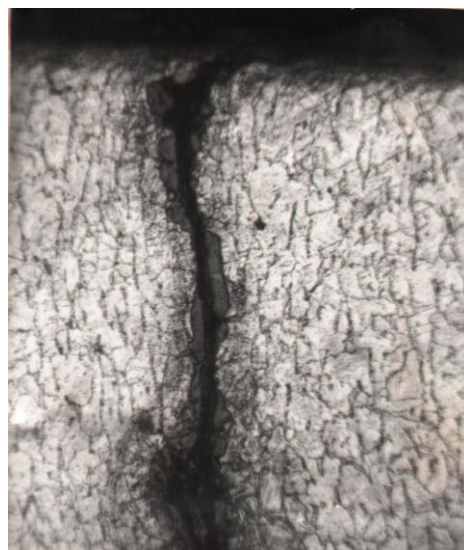


Рис. 9. Внешний вид дефекта на детали, 1:1



*а*



*б*

Рис. 10. Вид дефекта (*а, б*) на микрошлифе,  $\times 100$

### Вывод

Возникновение этих дефектов в стали связано в основном с необходимостью соблюдения и выполнения технологического процесса получения слитков из данной марки стали. При этом необходимо учитывать влияние каждой структурной составляющей - феррита и мартенсита, достигая их оптимального соотношения.

### Библиографический список

1. Бородулин, Г.М. Нержавеющая сталь / Г.М. Бородулин, Е.И. Мошкевич. – М.: Металлургия, 1973. – 320 с.
2. Атлас дефектов стали / под. ред. М. Л. Берштейна. – М.: Металлургия, 1979. – 188 с.

3. **Сперанский, В.Г.** Технология производства нержавеющей стали / В.Г. Сперанский, Г.М.Бородулин. – М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по чёрной и цветной металлургии, 1957. – 203 с.
4. ГОСТ 1778-70. Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений. – Введ.1970-12-29. – М.: Государственный комитет стандартов совета министров СССР,1970. – 33 с.

*Дата поступления  
в редакцию 17.06.2011*

**V.S. Malov, V.A. Vasilev**

### **RESEARCH OF DEFECTS OF INGOTS FROM THE STEEL 14X17H2**

Given article serves as research of system of a quality management of production spent on Open Society «Shipbuilding yard «Krasnoe Sormovo» under the analysis of the typical defects formed at melt and casting of ingots from a steel 14X17H2. In it the most typical kinds of defects and a way of their elimination in the conditions of working manufacture are described.

*Key words:* microsection, macrosection,  $\delta$ -ferrite, defect, ingot, sorbite.

