

УДК 621.73.019

В.С. Малов¹, В.А. Васильев²

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ КОВАННЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛИ 14X17H2

ОАО «Завод «Красное Сормово»¹,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

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

Ключевые слова: микрошлиф, макрошлиф, δ -феррит, дефект, сорбит, заготовка.

Сталь 14X17H2 (ЭИ268) по ГОСТ 5632-72 мартенситно-ферритного класса, коррозионностойкая, жаропрочная, применяется преимущественно как коррозионностойкая, обладает высокими прочностными и пластическими свойствами в сочетании с высокой ударной вязкостью.

Основным назначением её является изготовление рабочих лопаток, дисков, втулок и других крепёжных деталей, работающих в условиях пониженных температур. Наиболее широкое применение получила в химической, авиационной, судостроительной и других отраслях промышленности.

В соответствии с ГОСТом 5632-72 сталь 14X17H2 имеет химический состав, представленный в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав стали 14X17H2

Содержание элементов, %						
C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,11-0,17	≤0,8	≤0,8	16,0-18,0	1,5-2,5	≤0,025	≤0,03

Температура критических точек $A_{c1}=730-740^{\circ}\text{C}$ и $A_{c3}=845^{\circ}\text{C}$.

Сталь 14X17H2 является весьма сложной в технологическом отношении, особенно, при изготовлении поковок. Наличие в структуре данной стали больших количеств δ -феррита оказывает вредное влияние на ход технологических процессов и качество поковок: ухудшает деформированность стали при ковке и резко снижает свойства пластичности (особенно ударной вязкости) при испытании поковок в тангенциальном или поперечном направлении, повышает анизотропность механических свойств.

Вследствие низкой прочности феррит, деформируясь, способен релаксировать часть напряжений, возникающих на различных этапах и операциях производства поковок, снижая тем самым величину остаточных внутренних напряжений. Поэтому при полном отсутствии в структуре стали ферритной составляющей осложняется изготовление поковок, особенно типа валов, из-за склонности их к образованию продольных (чаще всего осевых) трещин, возникающих вследствие больших фазовых напряжений при мартенситном превращении аустенита на операциях охлаждения.

При чисто мартенситной структуре наблюдается и более глубокое развитие осевых дефектов слитка интер- и транскристаллитных трещин, пористости и других несплошностей

металла. Таким образом, содержание δ -феррита в структуре стали 14X17H2 является основным фактором, определяющим технологические свойства.

Для лучшей деформируемости стали 14X17H2 следует создавать более равномерную деформацию в объёме тела, исключая локализацию напряжений, обеспечивающую минимальное значение напряжений. С этой целью применяют малые единичные обжатия, частые подогревы деформируемой заготовки и др.

Изготовление поковок с заданными механическими свойствами и высокой коррозионной стойкостью – основные задачи, поставленные перед УГМО ПСТ ОАО «Завод «Красное Сормово». Опыт изготовления поковок и штамповок из этой марки стали позволяет выявить основные дефекты, возникающие в процессековки или штамповки.

Дефекты в поковках возникают по причине:

- плохого качества заготовки;
- неправильного ее нагрева;
- неправильного режимаковки;
- неправильных приемовковки;
- неравномерного охлаждения заготовки послековки.

Качество исходного металла определяет и качество готовойковки; применяя дляковки металл плохого качества, нельзя получить хорошее изделие. Передковкой необходимо знать качество металла, поэтому он передковкой подвергается химическим и механическим испытаниям. Если после испытания металл не будет соответствовать заданным ТУ, предъявленным к данному изделию, он бракуется или используется для другого изделия, ТУ которого удовлетворяет.

Металл хорошего качества, соответствующий всем ТУ для данного изделия, может быть испорчен или вследствие неравномерного нагрева, или неправильного режимаковки, если (например,ковка оканчивается при слишком высокой или слишком низкой температуре), или неправильного применения приемов приковке.

При неравномерном охлаждении поковок в металле возникают внутренние напряжения, приводящие к короблению изделия и трещинам. При сильно окислительной атмосфере в печах наружные слои металла обезуглероживаются, механические свойства металла частично снижаются, и этот порок трудно устранить. В этом случае поковку из легированной стали целесообразнее использовать на менее ответственные изделия. Основные из перечисленных недостатков можно разделить на две основные группы:

- а) пороки неустранимые;
- б) пороки, вредное влияние которых можно ослабить или устранить совсем.

К неустранимым порокам относятся: глубокие трещины, рванины, раковины, пережог, обезуглероживание. Такие изделия бракуются. К устранимым порокам относятся мелкие трещины, перегрев металла, крупнозернистость структуры, возникающие в металле внутренние напряжения и коробление.

Выделим наиболее характерные и проследим причины их возникновения. Анализ дефектов заготовок, изготовленных на заводе в течение последних 20 лет, позволил выделить основные:

- ковочный крест;
- раскованное загрязнение;
- центральная пористость;
- заков.

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

Основные дефекты кованных заготовок

Ковочный крест

Этот дефект представляет собой разрывы в осевой области поковки. Для исследований использовались заготовки деталей «Шток». Химический состав представлен в табл. 2. Данный дефект проиллюстрирован на фотографиях микрошлифов и макрошлифов поковки типа «Втулка» на рис. 1 и рис. 2.

Таблица 2

Химический состав стали, %

№ плавков	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
1	0,16	0,59	0,54	0,014	0,020	17,11	2,13	0,12
2	0,14	0,64	0,39	0,024	0,011	17,47	2,15	0,12

Заготовки деталей проходили термическую обработку по режимам:

- закалка при температуре 1000 °С, выдержка в течение 2 ч, охлаждение в масле;
- отпуск при температуре 690 °С, выдержка в течение 8 ч, охлаждение на воздухе

Структура металла после проведения термической обработки : сорбит и δ-феррит, загрязнённость неметаллическими включениями балл 2 шкалы ОТ по ГОСТ 1770-78.

Причина возникновения: неправильное проведение пластической деформации – возникновение высоких обжатий по сечению при следующих друг за другом ударах по металлу, взятому с одного нагрева, т.е. когда скорость деформации больше скорости разупрочнения при деформации, что приводит к возникновению горячего наклёпа.



Рис. 1. Вид шлифа после травления, x100

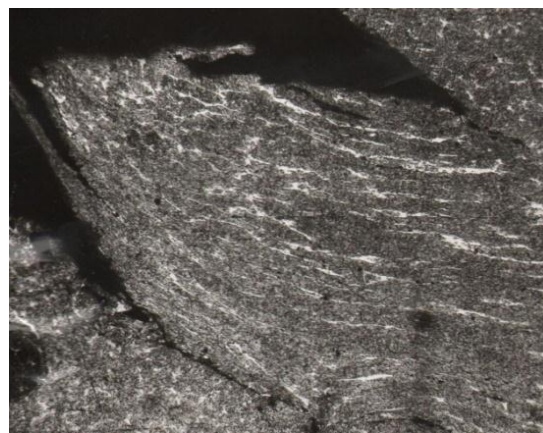


Рис. 2. Вид дефекта на макрошлифе, x100

Центральная пористость

Представляет собой сетку, состоящую из большого количества пор, расположенных в центральной зоне, расходящуюся от центра к краям поковки.

Для исследований использовались заготовки детали «Ползун». Химический состав детали представлен в табл. 3. Данный дефект проиллюстрирован на фотографиях микрошлифов на рис. 3 и рис. 4.

Таблица 3

Химический состав стали, %

№ плавков	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
3	0,14	0,49	0,16	0,028	0,008	17,33	2,17	0,11

Заготовка детали проходила термическую обработку по режимам:

- закалка при температуре 980°C, выдержка в течение 3 ч, охлаждение в масле;
- отпуск при температуре 660°C, выдержка в течение 8 ч, охлаждение на воздухе.

Структура металла после проведения термической обработки сорбит, загрязнённость неметаллическими включениями балл 4 шкалы ОТ по ГОСТ 1770-78.

Причина возникновения: образовалась при протяжке слитка под действием растягивающих напряжений, обусловленных жесткой схемой деформации и высокой суммарной степенью укова.



Рис. 3. Микроструктура нетравленого шлифа в районе трещины, x100

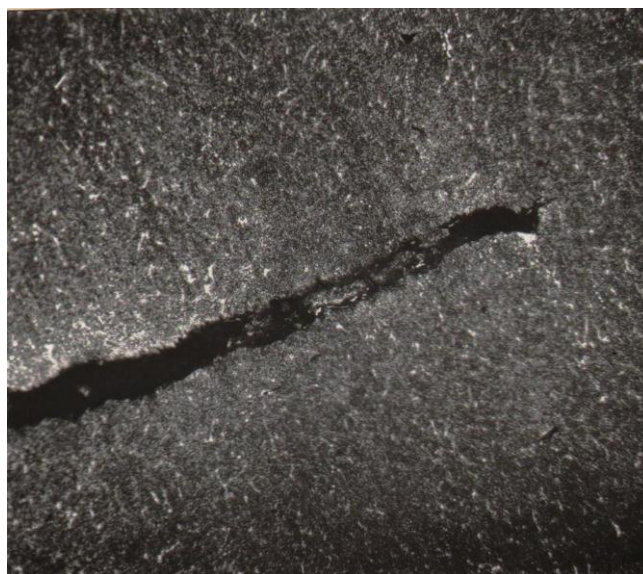


Рис. 4. Микроструктура травленого шлифа, x100

Раскованное загрязнение

Представляет собой извилистую линию, расположенную перпендикулярно к направлению вытяжки и имеющую небольшую глубину залегания. Проявляется в месте резкого изменения поперечного сечения.

Для исследований использовалась заготовка детали «Шток». Химический состав заготовки детали представлен в табл. 4. Данный дефект проиллюстрирован на фотографии дефекта и микрошлифа на рис. 5 и рис. 6.

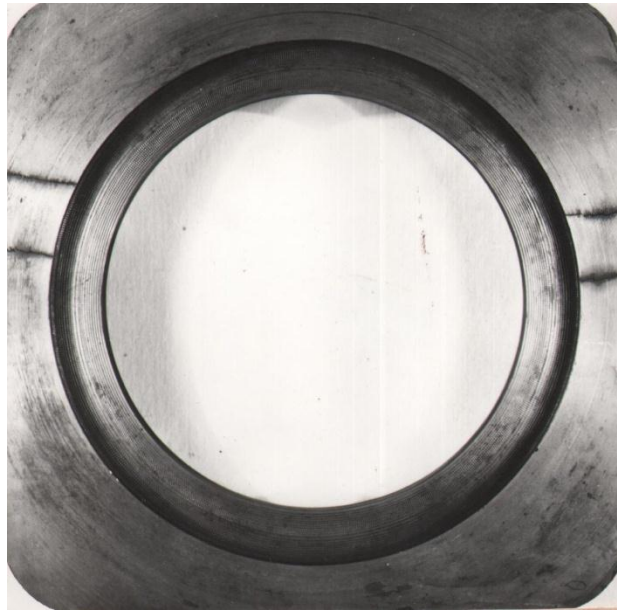


Рис. 5. Внешний вид дефекта, 1:1

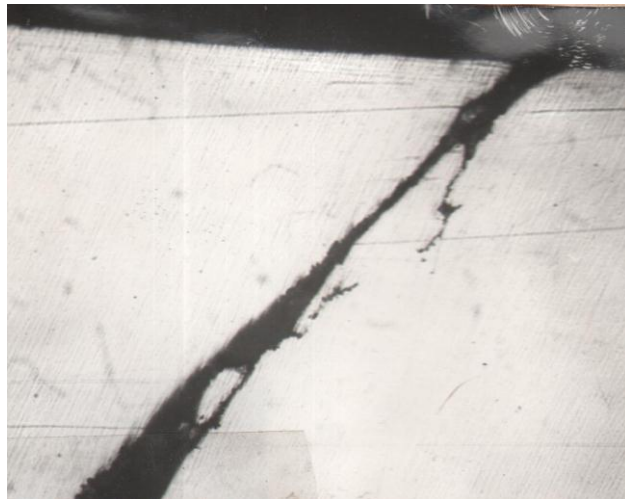


Рис. 6. Внешний вид дефекта на микрошлифе, x70

Таблица 4

Химический состав стали, %

№ плавков	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
4	0,144	0,54	0,45	0,022	0,001	16,15	2,25	0,11

Заготовка детали проходила термическую обработку по режимам:

- закалка при температуре 990°C, выдержка в течение 2 ч, охлаждение в масле;
- отпуск при температуре 650°C, выдержка в течение 4 ч, охлаждение на воздухе;
- дополнительный отпуск при температуре 650°C, выдержка в течение 4 ч, охлаждение на воздухе.

Структура металла после проведения термической обработки: отпущенный мартенсит и δ -феррит, загрязнённость неметаллическими включениями балл 2 шкалы ОТ по ГОСТ 1770-78

Причина возникновения: образовались в результате неправильной осадки или обжатия при ковке. Слишком большая деформация за единичное обжатие.

Заков

Дефект представляет собой складки металла, образующиеся обычно на особо опасных в отношении дефектов участках изделия типа бобышек, выступов, галтелей, резких переходов поперечного сечения и т.п.

Для исследований использовалась заготовка детали «Шток». Химический состав заготовки детали представлен в табл. 5.

Таблица 5

Химический состав стали, %

№ плавков	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu
5	0,16	0,58	0,60	0,014	0,024	17,46	2,10	0,24

Заготовка детали проходила термическую обработку по режимам:

- закалка при температуре 990°C, выдержка в течение 2 ч, охлаждение в масле;
- отпуск при температуре 660°C, выдержка в течение 3 ч, охлаждение на воздухе.

Структура после проведения термической обработки: сорбит+ δ -феррит.

Пороки на изделиях, изготовленные методом свободнойковки или штамповки, устраняются следующими способами:

- мелкие трещины и раковины вырубается пневматическими зубилами в холодном состоянии или специальными топорами в процессековки;
- поверхностные трещины устраняются и обезуглероженный слой снимается с ответственныхпоковок обдиркой на специальных станках;
- для улучшения механических свойств металла, с целью устранения внутренних напряжений в изделиях, последние подвергаются термической обработке — отжигу или нормализации.

Выводы

1. Приведены основные дефекты кованых заготовок, причины возникновения дефектов и способы их устранения. При назначении режима нагрева под ковку необходимо учитывать конкретный химический состав заготовки.

2. Разработаны режимы термической обработки поковок в зависимости от конкретного содержания основных элементов для данной марки стали: углерода, хрома и никеля с последующей отработкой времени выдержки в печи в зависимости от сечения слитка или заготовки.

Библиографический список

1. **Бородулин, Г.М.** Нержавеющая сталь / Г.М. Бородулин, Е.И. Мошкевич. – М.: Metallurgy, 1973. – 320 с.
2. **Ульянин, Е.А.** Коррозионные стали и сплавы: справочник / Е.А. Ульянин. – М.: Metallurgy, 1980. – 208 с.
3. **Паршин, А.М.** Структура, прочность и пластичность нержавеющей сталей и сплавов, применяемых в судостроении / А.М. Паршин. – Л.: Судостроение, 1972. – 288 с.
4. **Генерсон, И.Г.** Поковки из специальных сталей / И.Г. Генерсон. – М.: Metallurgy, 1971. – 204 с.

*Дата поступления
в редакцию 31.01.2013*

V.S. Malov¹, V.A. Vasilyev²

RESEARCH OF DEFECTS OF FORGED BILLET FROM THE STEEL 14Cr17N2

Open Society «Shipbuilding yard «Krasnoe Sormovo»¹,
The Nizhniy Novgorod state technical university n.a. Alexeev²

Purpose: Studying of 14Cr17N2 steel defects arising upon pressure treatment during industrial stock materials manufacture in response to marine engineering.

Reserch: is based on quality control system studying of product manufactured of given steel grade at the shipyard within over 10 years period. Classification execution and the defects received summarizing.

Findings: The further modification conducting of technological processes in shipyard and in other companies yielding the analogue products. The given steel grade forged pieces and press forgings quality increase.

Research limitations : This research is a base point for the further study of pressure treatment influence and deformation of structure and mechanical properties of duplex steels.

Novelty: Perfection execution of manufacturing techniques, deep studying of arising defects of details microstructure.

Key words: microsection, macrosection, δ -ferrite, defect, sorbite, billet.