

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет»

На правах рукописи

Гончарова Марина Александровна

**Исследование характера и причин разрушения
пуансонов из стали 7ХГ2ВМФ**

Направление подготовки

22.04.01- «Материаловедение и технологии материалов»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический университет»

Научный руководитель

доктор технических наук
Башков Олег Викторович

Рецензент

кандидат технических наук
Паладин Николай Михайлович

Защита состоится «29» июня 2016 года в 9 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 202

Автореферат разослан 27 июня 2016 г.

Секретарь ГЭК

А.А. Шпилева

Цель и задачи исследования

Цель работы заключается в установление причин и характера разрушения пуансона из стали 7ХГ2ВМФ.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить технологию изготовления пуансона из стали 7ХГ2ВМФ.
2. Исследовать микроструктуру материала.
3. Установить причины и характер разрушения инструмента.

Объект и предмет исследования

Объектом исследования является штамповая сталь холодного деформирования 7ХГ2ВМФ. Предметом исследования является оценка влияния структуры стали на трещиностойкость и разрушение пуансона в результате проведенной термической обработки.

Методы исследования

Методы исследования, используемые в работе, различались в зависимости от стоящих перед исследователями целей.

Для выявления микроструктуры и карбидной сетки образца использовался метод окисления. По излому образца установили величину аустенитного зерна. С помощью методики измерения твердости на приборе Роквелла, была определена твердость рабочей и внутренней поверхности исследуемого объекта. Глубину обезуглероженного слоя определяли методом замера микротвердости.

Новизна полученных результатов

В работе представлен анализ структуры, показателей механических свойств стали холодного деформирования 7ХГ2ВМФ, используемой для изготовления пуансонов штампа. Новизна работы заключается в применении методов анализа, ранее не используемых для данного типа стали, и оценке показателей, которые не регламентируются нормативно-технической документацией на данный тип стали. В работе выполнен анализ размеров аустенитного зерна, карбидной сетки, для измерения глубины обезуглероженного слоя применен метод измерения микротвердости. По результатам оценки анализируемых показателей были установлены

предположительные причины разрушения пуансона.

Достоверность и обоснованность результатов исследования

Достоверность полученных и представленных в диссертации результатов подтверждается использованием современных независимых, взаимодополняющих методов исследования, большим объемом непротиворечивых экспериментальных данных, согласованность сданными теоретических исследований. Анализ экспериментальных данных проведен с соблюдением критериев достоверности измерений.

Практическая значимость и ценность работы

Практическая значимость работы заключается в получении результата – установлении причин разрушения изделия пуансон штампа, применяемого для холодного деформирования, выполненного из стали 7ХГ2ВМФ. Ценность работы заключается в предложении новой методики оценки структурных параметров и показателей механических свойств, позволяющей выполнить оценку их влияния на возможность применения выбранного материала в требуемом технологическом процессе, а также выявлять причины разрушения при несоблюдении технологии обработки материала.

Личный вклад автора

Представленные в работе результаты получены лично автором или при его непосредственном участии.

Анализ литературных источников, экспериментальные исследования, а также обработка и анализ результатов экспериментов выполнены лично автором. Электронно-микроскопические исследования и методы металлографического анализа проведены автором. Постановка задач исследований и обсуждение результатов проведено при непосредственном участии автора совместно с научным руководителем.

Основные положения выносимые на защиту

На защиту выносятся следующие основные положения и результаты работы:

1. Соответствие химического состава стали 7ХГ2ВМФ ГОСТ 5950-2000.

2. Влияние режимов проведенной термической обработки на твердость рабочей и внутренней поверхности образца, величину аустенитного зерна, размеры карбидной сетки и глубину обезуглероженного слоя.

3. Выводы по результатам проведенных исследований.

Апробация результатов работы

Основные результаты диссертационной работы были представлены и обсуждались на Научной технической конференции студентов и аспирантов КнАГТУ (апрель 2016 г.).

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, 3 глав, списка литературы; изложена на 62 страницах, включает 17 рисунков, 7 таблиц. Список литературы содержит 12 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность работы и определены основные направления исследования.

В **первой главе** приведен аналитический обзор литературных источников по классификации штамповых сталей.

Описаны особенности структуры, технологические свойства и режимы термической обработки. Рассмотрено влияние легирующих элементов на структуру и свойства штамповых сталей.

Во **второй главе** приведено описание материала и методик исследования.

Объектом исследования являются образцы, вырезанные из пунсона (см. рисунок 1) для изготовления деталей при температуре вулканизации от 80 — 120 °С.



Рисунок 1 — Пуансон ПР — 99375-1 из стали 7ХГ2ВМФ

Образец был вырезан из пуансона, выполненного из штамповой стали для холодного деформирования марки 7ХГ2ВМФ.

Химический состав представлен в таблице 1. Химический состав стали должен соответствовать ГОСТ 5950-2000.

Таблица 1 – Химический состав стали 7ХГ2ВМФ

В процентах

Марка стали	Массовая доля элемента						
	углерода	кремния	марганца	хрома	вольфрама	ванадия	молибдена
7ХГ2ВМФ	0,68-0,76	0,10-0,40	1,80-2,30	1,50-1,80	0,55-0,90	0,10-0,25	0,50-0,80

Изготовление пуансона происходит в соответствии с действующей технологической инструкцией. Поступивший на завод прокат проверяют на наличие и соответствие сертификата (выписку из сертификата). Проверяют качество заготовок внешним осмотром, сопроводительную документацию, соответствие материала и маркировки, размеры. С помощью дисковой пилы отрезают заготовку размерами согласно материальной карте на порезку. Зачищают заусенцы. Маркируют марку материала заготовки. Далее заготовку вытачивают на токарном станке. Вытачивают контуры детали предварительно согласно карте эскизов. Далее производят термическую обработку детали на соответствие техническим требованиям чертежа.

Время нагрева детали (ст.7ХГ2ВМ) до температуры закалки 840 – 860 °С. В электропечи – время нагрева 1 мм сечения 1 мин. Время выдержки при температуре закалки 840 – 860 °С – 1 мин на 1 мм толщины. В соляной ванне – время нагрева 1 мм сечения 13 сек. Время выдержки при температуре закалки 840 – 860 °С – 18 сек на 1 мм толщины плюс 2,5 мин. Охлаждающая среда для ст.7ХГ2ВМ – воздух.

Произвести термический отпуск детали не позднее 1 часа после закалки. Температура отпуска выбирать в зависимости от требуемой твердости. Температура нагрева для отпуска 300 – 350 °С. Охлаждающая среда для стали 7ХГ2ВМ масло. Сталь 7ХГ2ВМ склонна к отпускной хрупкости – необходимо быстрое охлаждение в масле. Получаемая твердость 51 - 54 НRC₃. В электропечи – время выдержки для стали 7ХГ2ВМ составляет 1 час. В соляной ванне – время выдержки при отпуске 20 мин.

После термической обработки проверяют твердость на приборе Роквелл по ГОСТ 23677-79 согласно чертежа.

В камере для струйной обработки производят дробеструйную очистку наружной поверхности детали. Дробь ДЧК 0,3 – 0,8 ГОСТ 11964 – 81.

После дробеструйной обработке происходит окончательное вытачивание детали, проверяются все размеры на соответствие чертежа. Далее деталь поступает в цех, для нанесения покрытия на поверхность Б Х_{ТВ}. 21...30 согласно чертежа.

После нанесения покрытия производят снятие водородной хрупкости в соответствии с тип. ТП № 085-53.58-342. Термическое снятие водородной хрупкости производят при температуре 200...230 °С в течении 2 — 3 часов. Контроль осуществляют по прибору и диаграмме. Охлаждение на воздухе. Операцию повторяют два раза.

После снятия водородной хрупкости происходит полирование поверхности Б согласно технологическим требованиям чертежа и ТП № 085-53.58-342.

После проведенных всех технологических операций деталь подвергается осмотру на контрольном столе. Проверяют внешний вид покрытия, отсутствие

забоин на рабочих поверхностях (визуальным осмотром). Делается отметка в сопроводительной документации.

Металлографические исследования проводили на протравленных микрошлифах с помощью металлографического микроскопа Nikon ECLIPSE MA200. Карбидная сетка определялась на закаленных образцах по шкале 4 ГОСТ 5950-2000. Величину аустенитного зерна выявляли по излому. Контроль величины зерна аустенита по излому проводили осмотром без применения увеличительных приборов путем сравнения образца с эталонами шкалы № 5 приложения И ГОСТ 5950-2000.

Испытания твердости проводили по методу Роквелла в соответствии с ГОСТ 9013-59 в единицах HRC. Результаты измерения твердости получены как среднее арифметическое 3 — 4 измерений. Величину обезуглероженного слоя определяли измерением микротвердости на микротвердомере НМV-2 (Шимадзу) по методу восстановленного отпечатка вдавливанием четырехгранной алмазной пирамиды с квадратным основанием при нагрузке 0,5 Н.

В третьей главе представлены результаты исследования. Визуально — измерительный контроль пуансона перед началом эксплуатации подтвердил соответствие заявленным требованиям. Состояние наружной поверхности было удовлетворительное, дефектов в виде трещин и перекоса не было обнаружено. При этом отклонения в размерах инструмента, превышающие допустимые значения, не установлены.

В начале исследовательской работы по определению характера и причин разрушения пуансона из стали 7ХГ2ВМФ был определен химический состав стали на соответствие ГОСТ 5950-200. Химический состав стали 7ХГ2ВМФ полностью соответствует заявленным требованиям и представлен в таблице 2.

Таблица 2 — Химический состав стали 7ХГ2ВМФ

В процентах										
Массовая доля элементов										
углерод	марганец	кремний	сера	фосфор	хром	никель	медь	молибден	ванадий	вольфрам
0,66	1,75	0,34	0,021	0,031	1,53	0,095	0,152	0,59	0,102	0,87

Твердость наружной (рабочей) поверхности пуансона и внутренней поверхности образца составляет 52 HRC и является низкой твердостью для штамповых сталей. Для данной марки стали твердость должна соответствовать ГОСТ 5950 и составлять 58 HRC.

На приведенных photographs микроструктуры (рисунок 2) наблюдаем на рабочей поверхности образца наличие хромированного покрытия указанного в технологии изготовления пуансона, а также дефекты в виде многочисленных трещин и неметаллических включений.



Рисунок 2 — Микроструктура пуансона из стали 7ХГ2ВМФ

Скопление неметаллических включений наблюдается по всей поверхности и непосредственно вдоль трещин.

Неметаллические включения возникают в результате целого ряда физико-химических явлений, протекающих в расплавленном и затвердевающем металле в процессе его производства. Неметаллические включения в стали являются инородными телами, нарушающими однородность её структуры, поэтому их влияние на механические и другие свойства может быть значительным. При деформации в процессе прокатки,ковки,штамповки неметаллические включения, особенно неправильной формы с острыми краями

и углами, играют роль концентраторов напряжения и могут вызвать образование трещины, являющейся очагом последующего усталостного разрушения стали.

Качество стали и ее термической обработки удобно контролировать по величине действительного аустенитного зерна. В данной работе аустенитное зерно было оценено по излому (см. рисунок 3).



Рисунок 3 — Излом, х 40

Величину зерна аустенита оценивали путем сравнения образца с эталонами шкалы № 5 приложения И ГОСТ 5950-2000. Структура излома среднезернистая с блестящими четко различимыми зёрнами и соответствует № 2 по шкале. Для стали марки 7ХГ2ВМФ величина зерна аустенита закаленных образцов по шкале изломов должна быть не крупнее номера 3 по ГОСТ 5950-2000.

Размер зерна является очень важной характеристикой качества и свойств стали, как на стадии термического упрочнения так и последующей эксплуатации.

Для данной марки стали определение карбидной сетки не предусматривается стандартом ГОСТ 5950 — 2000. Но для объективных выводов причин и характера разрушения пуансона, в данной работе оценка карбидной сетки, проводилась визуально на электронном микроскопе с использованием эталонной шкалы ГОСТ 5950-2000 (см. рисунок 4).



Рисунок 4 — Распределение карбидной сетки

Карбидная сетка соответствует баллу 4 (цепочки карбидных частиц в виде заметно выраженной сетки) по эталонной шкале ГОСТ 5950-2000.

В данной работе были использованы метод оценки обезуглероженного слоя: по изменению микротвердости по сечению образца.

Микротвердость измерялась с помощью микротвердомера НМV-2 (Шимадзу) при нагрузке НV 0,5.

Глубина обезуглероженного слоя исследуемого образца равна 0,5 мм, что соответствует ГОСТ 5950-2000.

Распределение микротвердости образца в зависимости от расстояния от поверхности можно наблюдать на рисунке 5.



Рисунок 5 — Распределение микротвердости в зависимости от расстояния от поверхности

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Химический состав стали 7ХГ2ВМФ полностью соответствует заявленным требованиям.

2. Присутствие внутренних дефектов таких как неметаллические включения, нарушают однородность структуры материала, поэтому их влияние на механические и другие свойства может быть значительным. Неметаллические включения являются концентраторами напряжения и могут вызвать образование трещины, являющейся очагом последующего усталостного разрушения стали.

3. Недостаточная твердость образца после закалки и отпуска может привести к быстрому выходу из строя инструмента.

4. Присутствие остаточного аустенита снижает твердость на 0,5...2,0 единицы HRC. В штамповой стали 7ХГ2ВМФ величина зерна определяет прежде всего пластические свойства, ухудшение которых недопустимо для инструмента, так как ведет к образованию трещин и разрушению при эксплуатации. Таким образом, определение размера зерна после того или иного режима термообработки является практически важной задачей.

5. Наличие внутренних дефектов в металле, образовавшихся в процессе его производства, а так же нарушение режимов термообработки изделия, приводит к образованию внутренних и наружных трещин, определяющих причину выхода из строя инструмента.