

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Левиной Анны Владимировны
"Формирование структуры, фазового состава и свойств при термиче-
ском и деформационном воздействии аустенитно-ферритной стали
03X14N10K5M2Ю2Т для упругих элементов"
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 05.16.01 – "Металловедение и термическая обра-
ботка металлов и сплавов"

В аналитическом обзоре достаточно полно рассмотрены характери-
стики аустенитно-ферритных сталей, применяемых, в том числе, для изготовле-
ния упругих элементов. Сегодня данной группе, классу сталей уделяется
большое внимание, они постоянно развиваются и совершенствуются. В по-
следнее время развиваются аустенитно-ферритные стали, которые склонны к
интерметаллидному упрочнению в результате старения. В данном направле-
нии кафедра металловедения, где выполнена эта работа, занимает самые пе-
редовые позиции как в Уральском регионе, так и в России. Аналитический
обзор дает полное представление о состоянии научных исследований в дан-
ном направлении, влиянии химического и фазового состава, структуры, де-
формации на формирование технологических, механических и служебных
свойств данной группы сталей.

Цель работы, задачи исследования и научные положения, выносимые
на защиту, *содержательны и актуальны.*

В разделе "материалы и методы исследования" обращает на себя вни-
мание тот факт, что в работе исследуется только одна сталь
03X14N10K5M2Ю2Т (табл.2.1, стр.1), а не группы подобных составов, как
было в предыдущих исследованиях, что свидетельствует о том, что состав
стали определен, осталось, по-видимому, установить допустимые интерва-
лы содержания каждого элемента, что позволит стандартизировать эту сталь.

В этом разделе описаны способы деформации волочением, растяжением, сжатием и сжатием, совмещенным с кручением. Для исследования структуры использованы современная аппаратура и методы: металлографический анализ, электронно-микроскопические и рентгеноструктурные исследования, термический и другие анализы, механические и релаксационные испытания.

В третьем разделе подробно рассмотрено формирование аустенита в исследуемой стали в зависимости от температуры нагрева под закалку на соотношение феррит-аустенит (Ф-А), влияние повторных нагревов при 300-700°С на это соотношение, влияние изотермических выдержек (температура, время) на формирование интерметаллидов типа $(Fe, Cr, Ni)_2(Mo, Ti)$, в том числе. В результате разработаны режимы горячей пластической деформации и термической обработки для получения требуемой структуры перед завершающими обработками.

В четвертом разделе исследовано влияние пластической деформации, как эффективного способа достижения высокопрочного состояния, процессы образования мартенсита деформации и последующего упрочнения его интерметаллидами при старении. Исследованы явления текстурообразования при деформации волочением. Здесь следует обратить внимание на тот факт, для пружинной проволоки, стержневых медицинских инструментов проводить деформацию сжатием или растяжением затруднительно, какую информацию можно извлечь из этих экспериментов и исследований? Тем более в работе не дано сравнения, нет анализа влияния этих видов деформации на структуру, свойства. На рисунке 4.4 (стр.72), например, показано весьма значительное увеличение прочности при холодной пластической деформации с 920 МПа (после закалки) до 2400 МПа (после дополнительной деформации – на 90%), то есть в 2,5 раза, но не указан вид деформации. Если это волочение, то эффект можно реализовать, если это деформация сжатия со сдвигом, то вероятны трудности в такой технологии изготовления проволоки.

Выводы по данному разделу обобщают выполненные эксперименты, однозначно интерпретируют закономерности формирования соотношений Ф-

А-М, однако встречаются и неясности, так в выводе №5 стр.95 встречается выражение "выявлена конструктивная надежность ... стали 03X14H10K5M2Ю2Т", но по каким параметрам это заключение сделано?

В пятом разделе рассмотрено структурообразование при деформации сжатием со сдвигом и это само по себе очень интересно: фрагментация структуры составляющих достигает 50 нм, морфология интерметаллидов изменяется – их сферическая форма переходит, трансформируется в кубическую, ромбовидную, но как это можно реализовать при производстве пружинной проволоки, ленты? Возможно ли это?

В шестом разделе, посвященном механическим свойствам и релаксационной стойкости стали 03X14H10K5M2Ю2Т, показан очень высокий уровень механических свойств после деформации и старения при 500°С предел текучести $\sigma_{0,02}$ достигает 1860 МПа (см. рис.6.3 стр.113).

Релаксационная стойкость при 400°С исследуемой стали после деформации и старения при 500°С высока (рис.6.5б стр.117), однако при этом не указано начальное напряжение, от величины которого, как известно, степень релаксации зависит существенно.

Выполненная работа, в целом, представляет собой *содержательное, объемное исследование, полученные результаты достоверны. Как в научном, так и в квалификационном отношении данную работу следует оценить только положительно. Диссертация оформлена в соответствии с действующими стандартами, очень хорошо опубликована, в том числе, в 4 научных журналах, получены 3 патента РФ. Проведенные исследования нацелены на создание технологии и обработки новой аустенитно-ферритной стальной пружинной проволоки, что предопределяет большую практическую значимость всей работы.*

Вместе с тем можно сделать и замечания, поставить вопросы.

1. В работе исследовано влияние четырех способов холодной деформации на формирование структуры стали 03X14H10K5M2Ю2Т, но использо-

вать реально можно только волочение, зачем эти исследования были выполнены?

2. Одной из целей данной работы было "определение режима температурно-деформационной обработки..." (стр.7), но ни в выводах по разделам, ни в общем заключении (стр.120-121) такой режим не сформулирован однозначно.

3. "Проведенное исследование выявило высокие потенциальные и технологические возможности ... при чрезвычайных нагрузениях...", как это следует понимать и что имеется в виду?

4. Редко, но встречаются опечатки, например, в подписи к рис.4.11 (стр.83) не хватает одной буквы, а стр.84 выполнена в двух экземплярах в цветном и черно-белом исполнении.

Вышеотмеченное ни в какой степени не снижает *общей положительной* оценки выполненного исследования, которое в полной мере *соответствует специальности 05.16.01* – "Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов", а также *всем требованиям п.9* "Положения о присуждении ученых степеней" и диссертант Левина Анна Владимировна заслуживает, без всякого сомнения, присуждения ученой степени кандидата технических наук. Содержание автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертации.

Потехин Борис Алексеевич, д.т.н., проф. каф. Технологии металлов
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Уральский государственный лесотехнический университет, 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тр., 37
Тел.: (343) 262-96-38; 8-9 7; e-mail: general@usfeu.ru

Подпись Б.А. Потехина
заверено
Начальник
общего отдела

Потехин Б.А.