Министерство образования Украины

Запорожский государственный технический университет

На правах рукописи

Рахманный Владимир Григорьевич

Исследование, разработка и внедрение хромистых нержавеющих сталей для столовых приборов

Специальность 05.02.01 - материаловедение в машиностроении

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

ЗАПОРОЖЬЕ ЗГТУ 1995

ЛННБ України ім.В.Стефаника
00778200 (О)

Работа выполнена в Запорож
университете.

Научный руководитель: засл. деятель науки и техники,
доктор технических наук,
профессор Волчок И.П.

Научный консультант: кандидат технических наук,
доцент Мищенко В.Г.

Официальные оппоненты:
доктор технических наук,
профессор Коваль А.Д.
кандидат технических наук,
с.н.с. Спектор Я.И.

Ведущая организация: комбинат "Запорожсталь"

Защита состоится "27" июня 1995 г. в "15" час. на заседании специализированного ученого совета Д 08.02.01 в Запорожском государственном техническом университете по адресу: 330063, Запорожье, ул. Жуковского, 64.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Ученый секретарь
специализированного совета,
доктор технических наук, профессор И.П.Волчок

АВ-34.000

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Одной из актуальных задач современного машиностроения является снижение стоимости и улучшение качества выпускаемой металлопродукции. В решении этой задачи важная роль отводится вопросам создания экономнолегированных сталей, обладающих высоким комплексом механических, технологических и служебных свойств.

Настоящая работа посвящена разработке составов и технологии производства хромистых сталей для столовых приборов. До недавнего времени основным материалом, используемым для этой цели, служила классическая нержавеющая сталь типа Х18Н9. В связи с острым дефицитом и высокой стоимостью никеля на смену хромоникелевым сталям пришли хромомарганцовистые типа 10Х14АГ15, 10Х20Г10, 10Х14Г14Н3 и др. Основным недостатком этих сталей является токсичность марганца. По этой причине производство столовых приборов и посуды из содержащих марганец сталей в ряде стран (США, ФРГ, Япония) запрещена.

В последние годы в качестве материала для столовых приборов нашли применение ферритные стали 08Х17Т и 08Х18Т. Недостатком этих сталей является неудовлетворительная полируемость вследствие высокого содержания твердых остроугольных включений карбонитридов. С целью ликвидации этого недостатка предложена безтитановая сталь 06Х18ч, обладающая хорошей полируемостью. Но из-за отсутствия титана эта сталь является двухфазной (феррит+мартенсит) и вследствие этого имеет низкую технологическую пластичность.

Цели и задачи исследования. Целью работы являлась разработка состава и технологии производства хромистой нержавеющей стали, обладающей высокими механическими и технологическими свойствами.

Для достижения этой цели были поставлены и решены следующие задачи:

- разработаны и внедрены процессы рекристаллизационной термической обработки с целью улучшения однородности структуры и повышения механических и технологических свойств стали 06Х18ч;

- с применением установки газо-кислородного рафинирования освоено производство стали 04Х18ч, которая вследствие более низкого содержания углерода, обладает лучшим комплексом свойств, чем сталь 06Х18ч;

- в лабораторных и промышленных условиях проведены сравнительные испытания сталей 12Х18Н9, 10Х14АГ15, 06Х18ч, 04Х18ч и 03Х18ТБч;

- стали 04Х18ч и 03Х18ТБч внедрены в производство.

Научная новизна. Установлены закономерности структурных изменений стали 06Х18ч на завершающих этапах металлургического передела. Получены зависимости, описывающие влияние режима пластической деформации (прокатки) и термической обработки на структуру и твердость стали. Построена структурная диаграмма стали 06Х18ч, облегчающая выбор режима рекристаллизационной термической обработки холоднокатаного листа.

Исследован и описан механизм влияния неметаллических включений на полируемость коррозионностойких сталей, установлены закономерности между количеством и физическими свойствами включений и качеством полируемой поверхности.

С применением метода математического планирования эксперимента получены уравнения регрессий, описывающие влияние химического состава на пластичность, ток коррозии и коэффициент ферритообразования хромистых нержавеющих сталей.

Изучен и описан механизм коррозионного разрушения аустенитных и ферритных сталей в различных средах; установлено резко от-

рицательное влияние марганца на коррозионную стойкость хромомарганцевых сталей в кислотных средах.

Личный вклад диссертанта в разработку полученных результатов, выносимых на защиту:

- анализ экспериментальных данных и построение структурной диаграммы для стали 06Х18ч;

- анализ процессов структурообразования и разработка режимов пластической деформации и рекристаллизационной термической обработки (промежуточной и окончательной) для сталей 06Х18ч, 04Х18ч и 03Х18ТБч;

- разработка схемы эксперимента, обработка результатов испытаний с получением уравнений регрессии, описывающих влияние химсостава на свойства коррозионностойких сталей;

- анализ и описание механизма влияния неметаллических включений на полируемость стали по результатам лабораторных и промышленных испытаний;

- сравнительные испытания механических и технологических свойств аустенитных и ферритных сталей в лабораторных и промышленных условиях; технико-экономический анализ; промышленные испытания и внедрение.

Практическая ценность работы. Внедрена промежуточная рекристаллизационная термическая обработка подката стали 06Х18ч, обеспечившая повышение ее пластичности и снижение брака изделий.

Разработаны состав и технология производства стали 04Х18ч, обладающей более высоким уровнем пластичности, чем сталь 06Х18ч. Внесены изменения в ТУ 14-1-3440-82, освоено промышленное производство стали.

Разработаны состав и технология производства чисто ферритной стали 03Х18ТБч. Освоено производство из неё столовых приборов. Состав стали защищен авторским свидетельством.

Оптимизированы процессы промежуточной и окончательной рекристаллизационных термических обработок сталей 04Х18ч и 03Х18ТБч; улучшены их технологические и механические свойства, достигнуто снижение брака листа и получаемых из него столовых приборов.

Стали 04Х18ч и 03Х18ТБч внедрены в производство с экономическим эффектом 177.17 млн.крб. (в ценах на 01.10.1993 г.).

Апробация работы. Материалы диссертации доложены и обсуждены на IV Всесоюзной научно-технической конференции "Новые конструкционные стали и сплавы и методы их обработки для повышения надежности и долговечности изделий", Запорожье, 1989; на Всесоюзном семинаре "Состояние и перспективы развития прогрессивных ресурсосберегающих технологий в заготовительном производстве", Севастополь, 1990; на VI республиканской научно-технической конференции "Неметаллические включения и газы в литейных сплавах", Запорожье, 1991; на V научно-технической конференции "Новые конструкционные стали и сплавы и методы их обработки для повышения надежности и долговечности изделий", Запорожье, 1992; на VII научно-технической конференции "Неметаллические включения и газы в литейных сплавах", Запорожье, 1994.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 работ, получено 1 авторское свидетельство на изобретение.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассматриваются актуальность темы диссертации, цель и задачи исследования, научная новизна полученных результатов, личный вклад соискателя в разработку научных результатов, практическая ценность работы и ее реализация в промышленности.

Первая глава представляет собой литературный обзор, в котором анализируются требования, предъявляемые к материалам, приме-

няемым для изготовления столовых приборов: рассматривается коррозия металлов и сплавов и анализируются составы коррозионностойких сталей и методы повышения их технологических и служебных свойств (штампуемость, полируемость, коррозионная стойкость в растворах солей, щелочей, кислот и др.).

На основании обобщения литературных данных и производственного опыта показано, что в связи с высокой стоимостью и дефицитностью никеля все более широкое применение в промышленности находят хромистые нержавеющие стали, которые, хотя и уступают по коррозионной стойкости и пластичности хромоникелевым сталям типа Х18Н9, могут рассматриваться как материал для изготовления столовых приборов. При этом должны быть устранены основные недостатки хромистых сталей: повышенная склонность к росту зерна, неудовлетворительные пластичность и полируемость.

Во второй главе описаны материалы и методика исследований. Сравнительные испытания механических (испытания на разрыв), технологических (штампуемость, шлифуемость и полируемость сталей, стойкость штампов) свойств проводили на стандартных (12Х18Н9, 10Х14АГ15, 08Х18Т1), с уточненной технологией обработки (06Х18ч) и разрабатываемых (04Х18ч и 03Х18ТБч) сталях. Кроме перечисленных испытаний проводили фазовый рентгеноструктурный и фрактографический анализы, дилатометрические исследования, а также выполняли стандартные металлографические исследования и определяли ферритообразующую способность сталей.

Испытания образцов и натурных изделий проводили в лабораторных (ЗГТУ) и промышленных условиях (завод "Днепроспецсталь", комбинат "Запорожсталь", Вольнянский завод столовых приборов им. Т.Г.Шевченко).

Глава 3 посвящена разработке состава и технологии производства стали для столовых приборов. Анализ механических и корро-

зионных свойств сталей, используемых для этих целей (табл.1), показал следующее.

Аустенитная хромоникелевая сталь 12Х18Н9 имеет наиболее высокие показатели пластичности, коррозионной стойкости и полируемости. Аустенитная хромомарганцевая сталь 10Х14АГ15 имеет крайне

Таблица 1.

Сравнительные свойства сталей

Марка стали	δ_5, %	Коэф-т упрочнения	Корр.стойкость г/м² ч. в растворе в 3% -ном NaCl	Корр.стойкость г/м² ч. в растворе в 1М H_2SO_4	Полируемость	Брак изделий, %	Стойкость чеканочного штампа, тыс.издел
12Х18Н9	50-65	0,4	$1,25 \cdot 10^{-10}$	0,011	Хор.	0,8	34,5
10Х14АГ15	50-57	0,4	$5,8 \cdot 10^{-10}$	430	Удовл	1,6	33,6
08Х18Т1	36-45	0,17	$1,3 \cdot 10^{-10}$	19,0	Удовл	3,9	40,4
06Х18ч	34-41	0.18	$16.25 \cdot 10^{-10}$	21.0	Хор.	1,2	44.3

низкие коррозионные свойства, что с учетом токсичности марганца, делает нецелесообразным ее применение для столовых приборов. Широко применяемая сталь ферритного класса 08Х18Т1 характеризуется неудовлетворительной пластичностью и наиболее высоким браком изделий вследствие загрязнения металла карбидами и нитридами титана. Сталь 06Х18ч, благодаря применению церия вместо титана, имеет хорошую полируемость, но неудовлетворительные пластичность и коррозионную стокость. Высокий коэффициент упрочнения аустенитных сталей отрицательно сказывается на стойкости штамповой оснастки.

Была предпринята попытка улучшить пластические и технологи-

ческие свойства стали 06Х18ч в результате применения промежуточной рекристаллизационно-диффузионной термообработки между горячей и холодной прокатками. Определены оптимальные температура и продолжительность дополнительной термической обработки (820°С, 2,5-3 мин.), обеспечивающие гомогенизацию структуры, повышение относительного удлинения стали в среднем с 35 до 40-50%, снижение брака при производстве холоднокатаного листа и столовых приборов. На основании рентгеноструктурного анализа структурных составляющих, измерения их микротвердости и идентификации на оптических микроскопах, построена структурная диаграмма для выбора режимов промежуточной и окончательной рекристаллизационных термообработок в зависимости от толщины листа. Основным недостатком предложенного решения является усложнение технологического цикла изготовления листа в результате введения дополнительной термической обработки.

Сталь 08Х18ч относится к двухфазным сталям. Ее структура состоит из феррита и 15-20% мартенсита. Двухфазность приводит к снижению пластичности, неравномерности деформации при штамповке и увеличению брака изделий. В связи с тем, что металлургической промышленностью освоена технология газо-кислородного рафинирования (ГКР), позволяющего снизить содержания углерода в стали до 0,001-0,004%, освоено производство стали 04Х18ч для столовых приборов на заводе "Днепроспецсталь". Результаты исследования показали, что снижение содержания углерода в среднем с 0,06 до 0,04% привело к уменьшению количества мартенситной составляющей с 15-20 до 8-10%, то-есть полной стабилизации ферритной структуры не произошло.

Было исследовано влияние температуры рекристаллизационной термической обработки - закалки (выдержка 3 мин., охлаждение на воздухе) на структуру холоднокатаного листа из стали 04Х18ч. По-

нижение содержания углерода привело к повышению склонности стали к росту зерна при высоких температурах: температура начала интенсивного роста зерна равнялась 950°С для стали 04Х18ч против 1000°С для стали 06Х18ч.

Результаты лабораторных и промышленных испытаний показали, что сталь 04Х18ч, вследствие двухфазности, не полностью избавлена от недостатков, присущих стали 06Х18ч. Кроме того, ее производство требует дополнительной металлургической операции - газо-кислородного рафинирования или применения чистых по углероду шихтовых материалов.

Главным достоинством стали 04Х18ч оказались хорошая полируемость в отличие от стали 08Х18Т и более высокая пластичность по сравнению со сталью 06Х18ч. Эти качества позволили с успехом использовать сталь 04Х18ч для изготовления столовых приборов.

С целью дальнейшего повышения качества материала для изготовления столовых приборов была принята попытка разработать стабилизированную, однофазную сталь, обладающую как высокой пластичностью, так и хорошей полируемостью. Эта задача решалась путем снижения в стали содержания углерода, а следовательно, и степени ее двухфазности, а также путем применения комплексного модифицирования, обеспечивающего стабилизацию ферритной структуры без образования большого количества грубых остроугольных включений карбонитридов. Снижение количества и уменьшение размеров карбонитридов достигалось в результате ограничения содержания углерода (не более 0,03%) и замены части титана ниобием, обладающим способностью к образованию мелкодисперсных включений.

С применением метода математического планирования эксперимента были получены уравнения регрессии, описывающих влияние элементов химического состава на относительное удлинение δ_5, ток коррозии в 0,1 М растворе серной кислоты 1k и коэффициент ферри-

тообразования Кф (при Кф>1 структура стали ферритная):

$$\delta_5 = -13,0+533,3C+3,16Cr+17,5Ti+23,3Nb-38,9C\cdot Cr-116,7Ti\cdot Nb,\ \%;$$

$$1k\cdot 10^4 = 36,97-285,74C-1,77Cr-17,12Ti-17,5Nb+18,33C\cdot Cr+55Ti\cdot Nb,\ A;$$

$$K_ф = 0,072-5,67C+0,06Cr+0,65Ti+0,725Nb.$$

На основании анализа полученных уравнений и результатов испытаний предложен состав стали 03Х18ТБч (масс.%):

углерод	0,025 - 0,035;
кремний	0,2 - 0,4;
марганец	0,4 - 0,5;
хром	16,0 - 19,0;
титан+ниобий	0,25 - 0,40.

Состав стали защищен а.с. СССР N 1712452.

Глава 4 посвящена сравнительному анализу свойств сталей 03Х18ТБч, 04Х18ч, 06Х18ч, 10Х14АГ15 и 12Х18Н9.

Анализ структуры стали 03Х18ТБч после окончательной рекристаллизационной термической обработки, а также дилатометрические исследования показали, что при суммарном содержании титана и ниобия более 0,2% она относится к практически однофазным сталям с содержанием мартенситной фазы не более 3%. В отличие от сталей 04Х18ч и 06Х18ч обладает меньшей склонностью к росту зерна.

Изучено влияние окончательной рекристаллизационной термообработки (толщина листа 1,5 мм, выдержка при температуре рекристаллизации 3 мин., охлаждение на воздухе) на свойства сталей 03Х18ТБч и 04Х18ч (рис.1). Определены температуры, обеспечивающие максимум пластичности: 950°С для стали 03Х18ТБч и 900°С для стали 04Х18ч.

Гравиметрическим и потенциометрическим методами проведен сравнительный анализ коррозионной стойкости сталей 12Х18Н9,

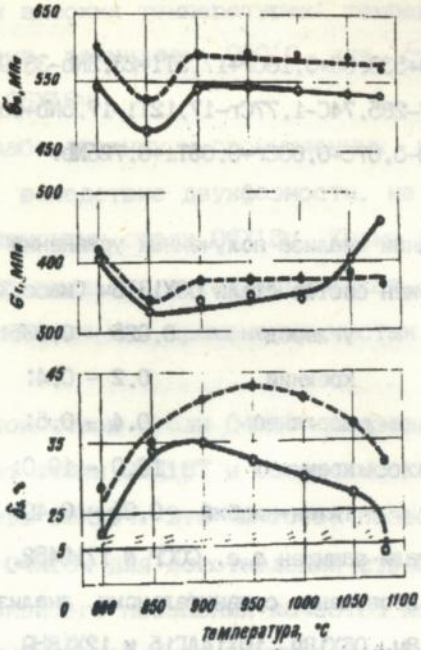

Рис.1. Влияние температуры окончательной рекристаллизационной термообработки на механические свойства стали 04Х18ч (сплошные линии) и 03Х18ТБч (пунктирные линии)

10Х14АГ15 и 06Х18Т1, взятых в качестве эталонов сравнения и сталей 06Х18ч и 03Х18ТБч в наиболее агрессивной среде – в 1М растворе серной кислоты. В качестве показателей коррозии приняты: массовый Δm, объемный П, токовый $\lg i_{корр}$, измеренный с помощью потенциометра и рассчитанный по массовому Δm (соответственно $\lg i_{корр.экв.расч.}$ и $\lg i_{корр.потенц.измер.}$). Как видно из табл.2, наиболее высокой коррозионной стойкостью обладает сталь 12Х18Н9, склонная, в отличие от других сталей, к пассивации. Стойкость стали 03Х18ТБч оказалась выше стойкости стали 06Х18Т1, находящей применение для изготовления столовых приборов. Двухфазная сталь

06Х18ч несколько уступила по коррозионным свойствам однофазной стали 08Х18Т1.

Анализ поляризационных диаграмм, полученных при испытаниях в 3%-ном растворе NaCl и в одномольном растворе NaOH подтвердили пригодность всех анализируемых сталей для работы в указанных средах, а следовательно, и для использования в качестве материала столовых приборов.

Таблица 2.

Результаты измерения скорости коррозии в 1М растворе H_2SO_4

Марка стали	$\sigma_{грав.}$ г/см^2·ч	$П_{грав.}$ мм/год	$i_{кор.}$ потенц. измер.	$i_{кор.}$ грав. рассч.
12Х18Н9(акт.)	$3.5\cdot10^{-4}$	4,1	-3,4	-3,45
12Х18Н9(пас.)	$1.1\cdot10^{-8}$	0.013	-4,0	-5,93
10Х14АГ15	$4.3\cdot10^{-2}$	495,5	-1,9	-1,36
08Х18Т1	$1.9\cdot10^{-3}$	22,6	-2,8	-2,7
06Х18ч	$2.1\cdot10^{-3}$	24,1	-2,7	-2,69
03Х18ТБч	$1,3\cdot10^{-3}$	15,4	-2,9	-2,87

Были выполнены исследования шлифуемости и полируемости исследуемых сталей. Не было установлено существенного влияния состава сталей на шероховатость поверхности после шлифования как на предприятии-изготовителе листа, так и на заводе-изготовителе столовых приборов. В то же время наблюдалась достаточно четкая зависимость между количеством карбонитридных включений и полируемос-

тью стали (технологический процесс изготовления столовых приборов включает 2 операции полирования: подводное в галтовочном барабане и окончательное пастами и сизалевыми кругами на станках-автоматах).

Наиболее низкое качество полированной поверхности имела сталь 08Х18Т1, далее шла сталь 03Х18ТБч и, наконец, стали других марок. Исследования на растровом электронном микроскопе показали наличие в сталях, легированных титаном и ниобием, сравнительно глубоких и крупных (20-50 мкм) оспин, вмятин и канавок, оставленных удаленными в процессе полирования хрупкими и твердыми неметаллическими включениями.

Установлено, что вследствие более высокого коэффициента деформационного упрочнения усилия штамповки при производстве изделийиз аустенитных сталей на 25-30% выше, чем при использовании ферритных сталей. Вследствие этого стойкость штампов, в первую очередь, чеканочных и вырубных, снижается в среднем на 20%.

В пятой главе приведены результаты промышленного опробования и внедрения материалов исследований. В соответствии с существующей схемой производства стали 06Х18ч, 04Х18ч и 03Х18ТБч выплавляли на заводе "Днепроспецсталь", а металлургический передел слитков осуществляли на комбинате "Запорожсталь". Лист из стали 06Х18ч с дополнительной рекристаллизационной термообработкой производили в соответствии с временной технологической инструкцией.С целью промышленного освоения стали 04Х18ч были внесены изменения в технические условия ТУ 14-1-3440-82 и ТУ 14-143-369-82; с целью освоения выпуска стали 03Х18ТБч были разработаны и введены в действие технические условия ТУ 14-15-321-93.

Замена аустенитных сталей 12Х18Н9 и 10Х14АГ15 ферритными 06Х18ч, 04Х18ч и 03Х18ТБч на Вольнянском заводе столовых приборов им.Т.Г.Шевченко показала, что ферритные стали обладают доста-

точно высоким уровнем механических, технологических и служебных свойств. Их внедрение в производство обеспечило экономию дорогостоящего и дефицитного никеля, положительно сказалось на стойкости штамповой оснастки.

Фактический экономический эффект только от внедрения стали 03Х18ТБч составил 177 млн.крб. (в ценах на 01.10.93), ожидаемый эффект составляет 4317 млн.крб.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. В последние годы в качестве материала для изготовления столовых приборов находят применение хромистые стали 08Х18Т1, 06Х18ч и другие, которые, уступая по коррозионной стойкости и технологической пластичности хромоникелевой стали 10Х18Н10, имеют более низкую стоимость и удовлетворительные технологические и служебные свойства. Основными недостатками хромистых сталей по сравнению с хромоникелевыми являются более низкие показатели технологической пластичности, шлифуемости и полируемости.

2. С целью повышения качества и внедрения хромистых сталей взамен хромоникелевых для изготовления столовых приборов выполнен комплекс исследований по совершенствованию технологии производства стали 06Х18ч и по разработке новых марок сталей 04Х18ч и 03Х18ТБч.

3. С целью гомогенизации структуры, повышения однородности пластической деформации и снижения брака при холодной прокатке листа и при изготовлении столовых приборов разработан и внедрен процесс промежуточной рекристаллизационной термической обработки подката из стали 06Х18ч. Внесены изменения в техническую документацию, выпущено 200 т листа толщиной 2 мм по новой технологии.

Разработана диаграмма структурных составляющих стали 06Х18ч,

облегчающая выбор режимов рекристаллизационной термической обработки холоднокатаного листа.

4. С использованием установки газо-кислородного рафинирования освоено производство тонкого листа из стали 04Х18ч, которая по сравнению со сталью 06Х18ч, имеет меньшую степень двухфазности структуры и более высокие механические и технологические свойства.

5. С применением метода математического планирования эксперимента получены уравнения регрессии, описывающие влияние углерода, хрома, титана и ниобия на структуру и механические свойства хромистой стали. Полученные зависимости использованы для разработки состава новой марки стали 03Х18ТБч (а.с. 1712452), производство листа из которой освоено комбинатом "Запорожсталь" (ТУ 14-15-321-93).

6. Результаты сравнительных испытаний механических, технологических и служебных свойств стандартных и разработанных марок стали, показали, что хотя стали 06Х18ч, 04Х18ч и 03Х18ТБч уступают стали 12Х18Н9 по коррозионной стойкости в серной кислоте, в целом они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к материалам для изготовления столовых приборов.

7. Промышленные испытания сталей 06Х18ч, 04Х18ч и 03Х18ТБч полностью подтвердили результаты лабораторных исследований и показали экономическую целесообразность замены хромоникелевых и хромомарганцевых сталей хромистыми в производстве столовых приборов.

На основании результатов работы разработаны технологические инструкции и технические условия, регламентирующие производство тонкого листа из хромистых сталей.

8. Фактический экономический эффект от внедрения материалов работы составил 177 млн.крб., ожидаемый составляет 4317 млн.крб.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Мищенко В.Г., Рахманный В.Г. Структурные изменения коррозионно-стойкой стали 06Х18ч // Металловедение и термическая обработка металлов.- 1990.- N5.- С.57-59.

2. А.с. N 1712452 (СССР). Коррозионностойкая сталь / Мищенко В.Г., Сацкий В.А.,Рахманный В.Г. и др.-Опубл.в Б.И..1992.- N6.

3. Мищенко В.Г., Рахманный В.Г., Губинова Е.И. Экономнолегированная нержавеющая сталь для столовых приборов // Новые конструкционные материалы, эффективные методы их получения и обработки, повышения надежности и долговечности деталей машин и конструкций.- К.: УМК ВО, 1991.-С.48-49.

4. Рахманный В.Г., Мищенко В.Г., Сидельников Е.И. Состав и структура двухфазной коррозионностойкой стали // Новые конструкционные стали и сплавы и методы их обработки для повышения надежности и долговечности изделий /Тез.докл. IV Всес.науч.-техн.конф. - Запорожье: Коммунар, 1989.-С.142.

5. Рахманный В.Г., Мищенко В.Г., Стрябков Н.Н. Полируемость безникелевых коррозионностойких сталей// Новые конструкционные стали и сплавы и методы их обработки для повышения надежности и долговечности изделий /Тез.докл. IV Всес.науч.-техн.конф.- Запорожье: Коммунар, 1989.-С.141.

6. Рахманный В.Г., Мищенко В.Г., Волчок И.П. Повышение степени чистоты хромистых коррозионностойких сталей // Неметаллические включения и газы в литейных сплавах / Тез.докл. VI респ. науч.-техн. конф.- Запорожье: ЗМИ, 1991.- С.83.

7. Мищенко В.Г., Рахманный В.Г. Оптимизация химического состава хромистой коррозионностойкой стали // Новые конструкционные стали и сплавы и методы их обработки для повышения надежности и

долговечности изделий / Тез.докл. V науч.-техн-конф.- Запорожье: Коммунар, 1992.- С.133-134.

8. Мищенко В.Г., Квашнина А.В., Рахманный В.Г. Влияние неметаллических включений на технологические и служебные свойства хромистых коррозионностойких сталей // Неметаллические включения и газы в литейных сплавах / Тез.докл. VII науч.-техн.конф.- Запорожье: ЗГТУ, 1994.- С.33.

Rahmanyi V.G. Investigation, development and application of chromium stainless steels for table sets.
Dissertation on academic degree of the candidate of technical sciences according to the speciality 05.02.01 - materialscience in machineconstruction. Zaporozhye state technical university, Zaporozhye, 1995. 7 science works and 1 invention are defended, compositions and technologies of chromium steels used for table sets production were analised, and advanced materials with higher mechanical and technological properties were developed. The character of structural changes in steel 06Х18ч in process of metallurgical transformations were studied, and dependences due to the influence of plastic deformation regimes and heat treatment over structure and hardness of steel were found. Mechanism of nonmetallic inclusions influence on polishing ability of corrosion-resistant steels was studied. New stainless steels 04Х18ч and 03Х18ТБч and technological processes of their production were developed. The application of these steels in industry gave economical effect of 177.17 millions of ukrainian karbovanetz.

Рахманный В.Г. Исследование, разработка и внедрение хромистых нержавеющих сталей для столовых приборов.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 - Материаловедение в машиностроении, Запорожский государственный технический университет, Запорожье, 1995.

Защищается 7 научных работ и одно авторское свидетельство, которые содержат вопросы разработки составов и технологии производства хромистых сталей для столовых приборов.

Разработаны усовершенствованные материалы и технологии, обеспечивающие повышенные механические и эксплуатационные характеристики. Установлены закономерности структурных изменений стали 06Х18ч на завершающих этапах металлургического передела, получены зависимости, описывающие влияние режима пластической деформации и термической обработки на структуру и твердость стали. Изучен механизм влияния неметаллических включений на полируемость коррозионностойких сталей. Разработаны составы и технологии производства сталей 04Х18ч и 03Х18ТБч. Внедрение этих сталей дало экономический эффект 177,17 млн.крб. (в ценах на 01.10.1993г.).

Ключові слова:

Нержавіючі сталі, корозія, неметалеві включення, якість, технологія виробництва, експлуатаційні властивості, пластична деформація, термічна обробка.

Подписано к печати 26.05.1995г. Формат 60 84 1/16 объем 1 .п.л.
Заказ №225. ***Тираж 100 экз.***
Запорожье, ЗГТУ, типография, ул.Жуковского,64

Подписано к печати 28.05.1995. Формат 60 84 1/16 объем 1 п.л.
Заказ №225. Тираж 100 экз.
Запорожье, ЗГТУ, типография, ул.Жуковского,64

45929

Ав 32.639
Ав 32.639