

Результаты исследований. Вводя параметры, в исходное дифференциальное уравнение изгиба балки, учитывающие условия близкие к реальной работе, в статье получен новый класс дифференциального уравнения, которое представляет большой математический интерес. Получено аналитическое решение поставленной задачи методом конечных разностей, путем замены всех производных, входящих в исходное дифференциальное уравнение изгиба балки соответствующими конечно-разностными отношениями. Конечно-разностные отношения выражаются через неизвестные функции прогибов. В результате получаем систему линейных алгебраических уравнений относительно значений функций прогибов. Использование простого математического аппарата к получению аналитического решения позволит использовать полученный алгоритм для широкого класса инженеров-проектировщиков.

Вывод. На основе простого математического аппарата как метод конечных разностей исходное обыкновенное дифференциальное уравнение четвертого порядка изгиба балки сведено к решению системы алгебраических уравнений, вполне доступных для широкого класса инженеров-проектировщиков.

Литература:

1. Киселев В.А. Расчет пластин [Текст] / В.А.Киселев // - Москва.: Стройиздат, 1973,- 157с.
2. Леонтьев Н.Н. Расчет прямоугольной плиты на упругом двухпараметрическом основании [Текст] / Н.Н. Леонтьев, А.Т. Маруфий // - Сборник трудов МИСИ «Расчет пространственных конструкций» Москва.: 1983, с 122-126.
3. Маруфий А.Т. Алгоритм расчета полубесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с участком без основания на удалении от края под балкой [Текст] / А.Т.Маруфий, А.А.Эгембердиева// Бишкек, Известия КГТУ №3 (51), 2019.-126-133с.
4. Маруфий А.Т. Изгиб различных схем плит на упругом основании с учетом неполного контакта с основанием [Текст]//А.Т.Маруфий. – М.; Издательство АСВ, СНГ, 2003.- 206с.
5. Маруфий, А.Т. [Текст]/ Учебное пособие, Составление алгоритмов по дисциплине «Численные методы решения задач в строительстве». Маруфий А.Т., Эгембердиева А.А.// Ош, 2019, 64с.
6. Маруфий А.Т. Методика расчета плиты на упругом основании с участком пониженной жесткости основания. [Текст] / А.Т. Маруфий, А.В. Цой, А.С. Калыков // Н.Ж. Наука, Новые технологии и инновации Кыргызстана. №1, 2021, с.9-13.
7. Маруфий А.Т. Алгоритм расчета конечной балки на двухпараметрическом упругом основании с учетом условий близких к ее реальной работе [Текст] /. Э.Н. Турдажиева, А.П.Алиева // Наука, новые технологии и инновации кыргызстана №2, 2022г., с.39-43.

УДК 669.18; 669.14.018

Жолдошов Белекбек Муратович, д.т.н., профессор,
Ошский технологический университет,
E-mail: belek0365@mail.ru

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ОТЖИГА НА КОМПЛЕКС СВОЙСТВ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ P12 И P18

В настоящей работе исследовано влияние режима отжига на свойства вольфрамовых P12 и P18 заводских плавок в прутках диаметром 18 мм. Процесс отжига проведен при $T=825$ и 900 °C в течение 8, 24 и 48 ч. Нагреты исследуемые

образцы в стальном патроне со стружкой, чтобы защитить от окисления и обезуглероживания.

Ключевые слова: отжиг, термическая обработка, быстрорежущая сталь, длительность, красностойкость, вторичная твердость, закалка, зерно.

Жолдошов Белекбек Муратович т.и.д., профессор,
Ош технологиялык университети

P12 ЖАНА P18 ТЕЗ КЕСҮҮЧҮ БОЛОТТОРУНУН КАСИЕТТЕРИНИН КОМПЛЕКСИНЕ ЖЫШЫТУУ РЕЖИМИНИН ТААСИРИ

Жумушта тез кесүүчү болоттун ийкемдүүлүгүнө легирлөөчү элементтердин тийгизген таасирине жана жүрүп жаткан диффузиялык процесстердин активдүүлүгүнө баа берилет. Суперпластикалык деформация эритменин жогорку деформациялануучулугу, деформацияга аз туруктуулугу жана ички калдык чыңалуунун жоктугу менен мүнөздөлөт.

Ачкыч сөздөр: жышытуу, термикалык иштетүү, тез кесүүчү болот, узактыгы, кызылтурактуулук, экинчилик катуулугу, каттуулугу, дан.

Zholdoshov Belekbek Muratovich, doctor of technical
sciences, professor, Osh Technological University

INFLUENCE OF ANNEALING MODE ON THE COMPLEX OF PROPERTIES OF R12 AND R18 HIGH-SPEED STEEL

In this work, the influence of the annealing mode on the properties of tungsten P12 and P18 factory melts in rods with a diameter of 18 mm was investigated. The annealing process was carried out at $T = 825$ and 900 °C for 8, 24 and 48 hours. The test samples were heated in a steel cartridge with chips to protect them from oxidation and decarburization.

Key words: annealing, heat treatment, high-speed steel, duration, red-hardness, secondary hardness, hardening, grain.

Введение. Далеко не всегда новые технологические решения приводят к достижению максимально возможного или желаемого уровня свойств материалов. Нередко или часто большие вложения или затраты приводят к незначительному приросту ожидаемых свойств, которые могут быть достигнут другими, более экономичными методами. В области технологий, использующих традиционные приемы литья, пластической деформации и последующей термической обработки, не до конца раскрыты возможности совершенствования работоспособности изделий и экономии.

В связи с вышеизложенным особого внимания требует разработка высокоэффективных форсированных технологий, особенно многоэтапных, которые основаны на форсировании технологической обработки, при которой материал переводится в состояние, обеспечивающее активизацию необходимых структурных превращений на этапах обработки, поэтому, следует отметить, что сложный процесс разработки форсированной термической обработки быстрорежущих сталей не решена полностью, *поэтому тема исследований является актуальной.* В литературе в целом о влиянии режима отжига на комплекс свойств быстрорежущих сталей единого мнения нету. Если продолжительность отжига превышает 22-50 ч. то ухудшается

красностойкость и вторичная твердость, но увеличение продолжительности до 65 -90 ч. наоборот вызывает новое повышение указанных свойств в научных трудах [1].

В научных трудах [2,3] указано, что изменение продолжительности не влияет на вторичную твердость и красностойкость, в основном вели исследования на сталях P18 и P9.

Цель исследований. Целью диссертационной работы является разработка технологии форсированной термической обработки быстрорежущих сталей, чтобы получить повышенного комплекса свойств, снижения энергетических затрат и сокращения продолжительности проведения термической обработки и оценка влияния легирующих элементов на пластичность быстрорежущей стали, а также Получение мелкого зерна, однородной структуры, устранение внутреннего напряжения, снижение твердости и улучшение показателей обработки стали. Изучение влияния режимов отжига на свойства вольфрамовых P12 и P18.

Задачи исследования. Поставленная цель реализована путем проведения комплексных исследований при решении следующих задач:

- исследование физических процессов и механизмов при формировании структур в предлагаемой технологии;
- исследование разработанных технологий и режимов обработки быстрорежущих сталей в условиях промышленного производства.

Объекты и методы исследования. Исследование влияния режимов отжига на свойства вольфрамовых P12 и P18 заводских плавок в прутках диаметром 18 мм.

При исследованиях были использованы методы анализа, статистической обработки, методы математического моделирования исходных данных, а также обоснование выборов марок сплавов подлежащих исследованию. Исходное изображение микроструктуры получали на металлографическом микроскопе "НЕОРНОТ-21". Измерения твердости проводилась по методу Роквелла и Бринелля.

Процесс отжига проведен при $T=825$ и 900 °C в течение 8, 24 и 48 ч. Нагреты исследуемые образцы в стальном патроне со стружкой, чтобы защитить от окисления и обезуглероживания. Образцы охлаждали с печью, далее отжигали при $T=830-850$ °C 2,5 ч. со ступенчатым охлаждением, затем отшлифованы (1 мм на сторону) для снятия окисленного и обезуглероженного слоя, а часть исследуемых образцов испытывали без дополнительного отжига в состоянии поставки. Одновременно закачивали образцы; проводили нагрев в достаточно раскисленной соляной ванне. Оптимальной была температура для каждой стали на зерно №10. После закалки традиционно образцы подвергали трехкратному отпуску при $T=560$ °C 1ч. Оценена красностойкость по твердости после нагрева 625 °C 4 ч.

Результаты исследований. Все исследования были выполнены на быстрорежущих сталях P12 и P18, ограниченно используемых на практике в настоящее время.

Сталь P12. Красностойкость и вторичная твердость изменялись одинаково. Отжиг продолжительностью 8 ч. не ухудшает вышеуказанные свойства, но после 48 ч. они снижаются.

Снижение свойств стали P12 менее заметно, поскольку в карбиде M_6C стали P12 содержится меньше вольфрама, и взаимодействие с аустенитом при температуре отжига не приводит к значительному обогащению вольфрамом указанного карбида, а также резкому уменьшению его растворимости в аустените при нагреве под закалку. Определение намагниченности насыщения и электросопротивления подтверждают отмеченный вывод (см.рис.1).

Сталь P18. Увеличение продолжительности отжига при $T=825$ °C более 9-15 ч снижает твердость стали как после закалки и также после отпуска. После 48 ч отжига твердость закаленной стали снижается до $HRC 59$; после отпуска подымается, но не

более HRC 62,5. В результате проведения отжига 48 ч и выше вторичная твердость повышается, но остается по сравнению после отжига 24 ч, при этом ухудшается красностойкость. Отожженная сталь 9-24 ч, удерживает твердость HRC 58, показание соответствует требованиям ГОСТа. В результате отжига 48 ч показание твердости не превышает HRC 53-54. В итоге длительного нагрева при $T=820-900$ °C взаимодействует аустенит с карбидом M_6C , и далее карбиды более полно насыщаются вольфрамом из твердого раствора, а также оно увеличивает параметр решетки карбида. Указанный карбид слабо растворяется в аустените при нагреве под закалку, в результате приводит к объединению мартенсита, а следовательно, и к снижению красностойкости и твердости. В самом деле продолжительный отжиг приводит к более высокой намагниченности насыщения и снижению электросопротивления закаленной стали (см. рис.1).

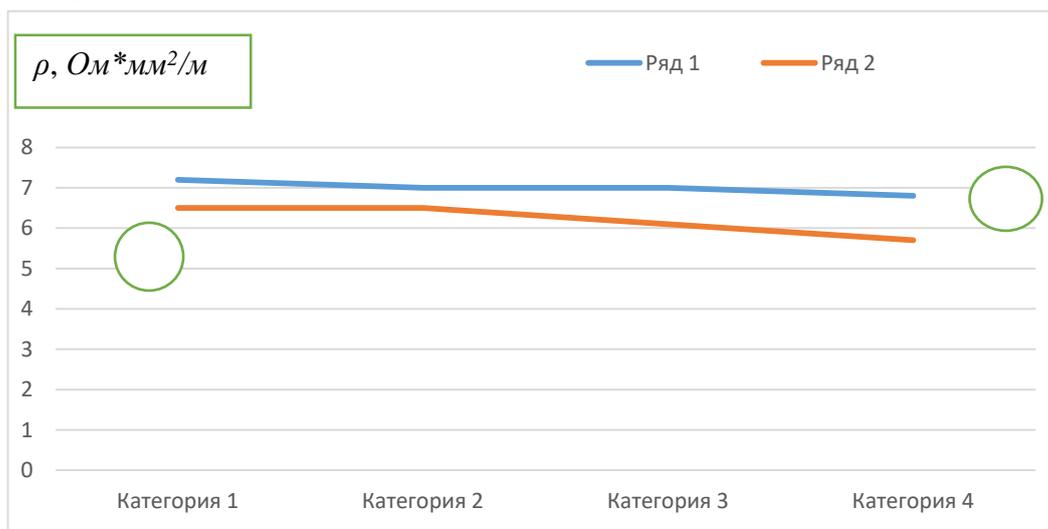


Рис. 1. Зависимость удельного электросопротивления от продолжительности отжига при 900 °C P12 (ряд 1) и P18 (ряд 2)

При проведении отжига 820 и 900 °C для стали P12 ухудшает свойства, причем при $T=900$ °C сильнее (см. рис. 2). Отжиг, проведенный при $T=820$ °C 48 ч снижает вторичную твердость до HRC 59 и красностойкость до HRC 58; указанные свойства после отжига при $T=900$ снижались до HRC 58 и 54 соответственно.

Происходит аналогичное изменение свойств для стали P18. Физические свойства закаленной стали в зависимости от продолжительности процесса отжига при $T=900$ °C аналогично изменяются после отжига при $T=820$ °C. Свойства холоднодеформированных быстрорежущих сталей было исследовано на прутках диаметром 14 мм. Твердость закаленной холоднокатаной стали P12 проводили отжиг при $T=820$ °C 48 ч не превышала HRC 60. Увеличение продолжительности процесса отжига снижает показатели вторичной твердости и красностойкости сильнее, чем горячекатаной (рис.3 и 4). Обычно ослабление свойств наступает после отжига малой продолжительности [4,5]. Режим отжига при $T=820$ °C 24 ч снижает красностойкость горячекатаной стали P12 до HRC 58, а холоднокатаной до HRC 56,5. Уровень красностойкости холоднокатаной стали еще сильнее снижается после отжига, она связано с тем, что в процессе изготовления она подвергается большему числу тепловых обработок, чем горячекатаная сталь.

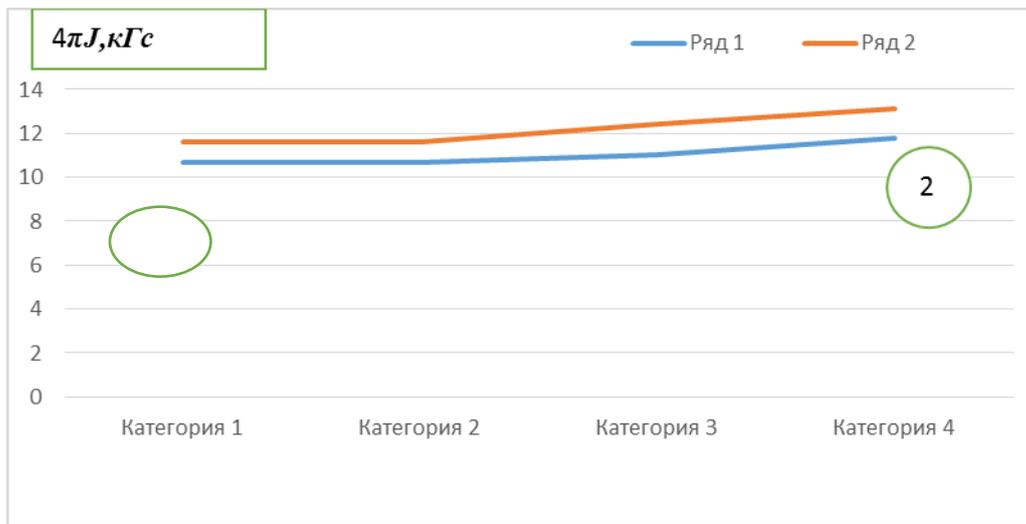


Рис. 2. Зависимость намагниченности насыщения закаленных сталей от продолжительности отжига при 900 °С P12 (ряд 1) и P18 (ряд 2)

Примечание: Категория 1- без отжига; Категория 2 - 8 ч; Категория 3- 24 ч; Категория 4- 48 ч.

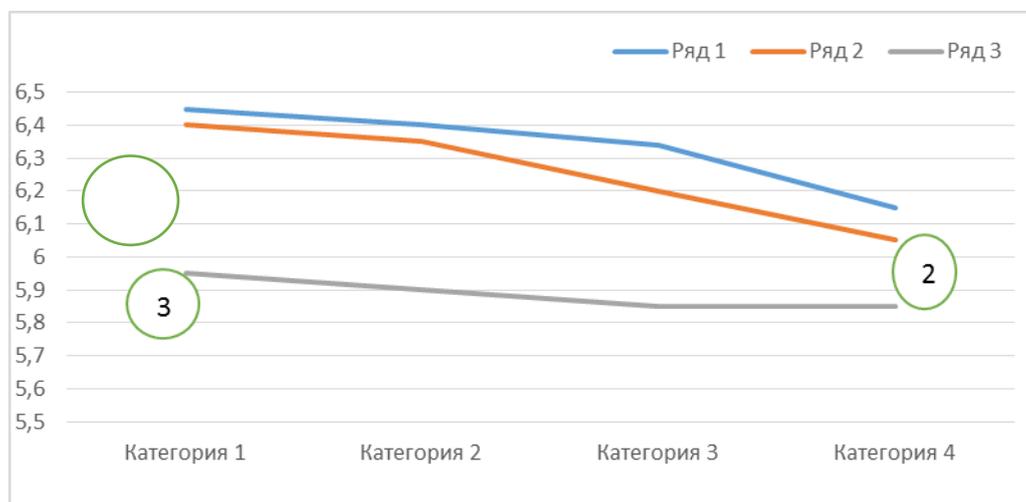


Рис.3. Зависимость твердости после закалки (1), вторичной твердости (2) и красностойкости (3) стали P12 от продолжительности отжига при 820 °С

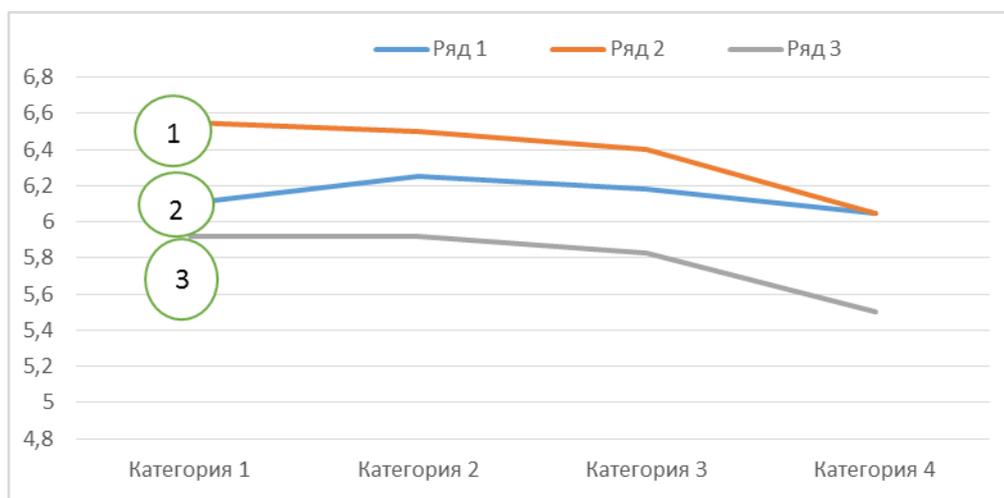


Рис.4. Зависимость твердости после закалки (1), вторичной твердости (2) и красностойкости (3) стали P12 от продолжительности отжига при 900 °С

Выводы:

- процесс отжига при $T = 820-900$ °С 24 ч для горячекатаной, а также 16-18 ч для холоднокатаной быстрорежущей стали снижает уровень вторичной твердости, закаливаемости и красностойкости;

- воздействие процесса отжига определяется составом и количеством карбидов M_6C , точнее химическим составом быстрорежущей стали. Наибольшее ухудшение свойств значительное у быстрорежущей стали P18, карбид которой содержит больше вольфрама, и меньше у быстрорежущей стали P12;

следует рекомендовать не повышать температуру режима отжига выше 840-860 °С; ограничить величину садки металла, одновременно загружаемых в печь, чтобы продолжительность нагрева $\tau > 800$ °С не превышала 8-18 ч; дополнительно еще больше сокращать продолжительность отжига стали, подлежащей холодной деформации.

Литература:

1. Геллер Ю.А. Влияние длительности и температуры отжига на свойства быстрорежущих сталей. [Текст] / Е.В. Мельниченко // «Сталь», 1986, №3, С.11-15.
2. Иванов А.Г. Влияние отжига на свойство быстрорежущей стали. [Текст] / Е.М. Латаш // - М.: Металлургия, 1987, 280 с.
3. Иванов А.Г. Производство и исследование быстрорежущих инструментальных сталей. [Текст] / В.М. Доронин // УкрНИИ Спецсталь. №2, 1988, с.72. // М и ТОМ, 1991, №3. С.21-24.
4. Жолдошов Б.М. Ускоренный отжиг поковок из быстрорежущих сталей. [Текст] / В.С. Муратов, М.С. // Кенис Вестник Самарского государственного технического университета, №1(29)-2011, -с.145-151, Самара, РФ.
5. Жолдошов Б.М. Особенности термоциклической обработки стали P6M5K6. [Текст] / В.С. Муратов, М.С. Кенис // «Заготовительные производства в машиностроении», №10, -с.41-46, 2012, Москва, РФ.

УДК 624.07+721.011

Зулпуев Абдивап Момунович, т.и.д., профессор,
Абдуллаев Улан Душабаевич, ага окутуучу,
Казакова Каныкей Кочкорбаевна, аспирант,
Равшанбеков Данислам, магистрант,
М.М. Адышев атын. Ош технологиялык университети,
Ош ш., Кыргыз Республикасы

ТОПТОЛГОН ДЕФОРМАЦИЯЛАР МЕТОДУ

Курулуш негизин, практика жана адабият иликтөөлөрүнөн алынган анализдер көрсөткөндөй, заманбап көп кабаттуу имараттар жана курулуштардын жүк көтөрүүчү системалары стержиндүү жана жалпак конструкцияларыдан түзүлүп, алардын жалпы саны көптөгөн, жүздөгөн жана миңдеген болушу мүмкүн. Айрым элементтер жана алардын айкалышын эсептөөнүн ишенимдүүлүгү, конструкцияны жасалгалоо, орнотуу жана иш стадиясында бардык жүктөр күч таасири боюнча берилүүгө тийиш. Эсептөө моделдери метафизикалык ырааттуу эки талаптарга жооп бериши керек: бир жагынан, эсептөө модели тийиштүү темир-бетон конструкцияларынын окшоштурулган элементтеринин өзгөчөлүктөрүн чагылдырууга тийиш, экинчи жагынан, ал эсептөө техникаларын колдонуу менен ишке ашыруу үчүн жөнөкөй жана жеңил болушу керек. Бул эмгекте, изилдөө жана усулдук шарттарынын негизги багыттарын иштеп чыгуу; долбоорлоо, көп кабаттуу