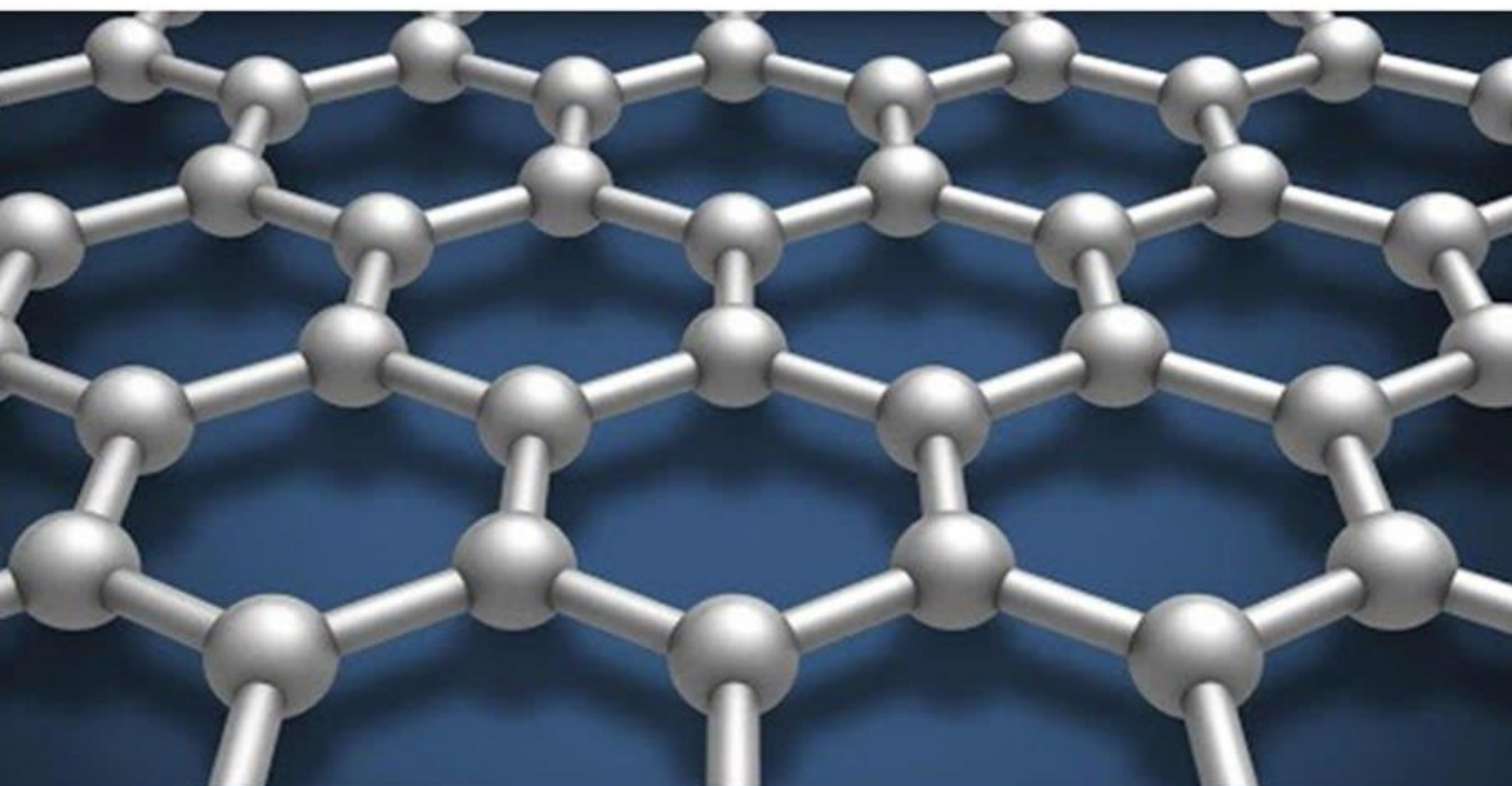


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

В данной работе рассматривается механизм физико-химических взаимодействий компонентов композиционных полимерных материалов, наполненных неорганическими и органическими ингредиентами. Наполнители заметно улучшают свойства полимеров за счет структурных изменений, происходящих в процессе наполнения полимеров, обусловленных протеканием различного рода физико-химических взаимодействий между макромолекулами полимеров и поверхностными функциональными группами наполнителя. Между наполнителем и полимером имеет место образования химического взаимодействия. В результате происходит образование плотного адсорбционного слоя и адгезионных связей, возникающих между макромолекулами полимера и структурными группами частиц наполнителя.

УДК 621.78

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ НАГРЕВЕ БЕЗ ФАЗОВОЙ И С ПОЛНОЙ ФАЗОВОЙ ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЕЙ

Д.М. Бердиев¹, В.М. Константинов², Т.Н. Ибодуллаев¹

¹Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова, ²Белорусский национальный технический университет

Низколегированные и углеродистые стали длительное время были, и в обозримом будущем останутся основными конструкционными материалами для машиностроения, особенно, сельскохозяйственного. Однако, традиционные возможности повышения их эксплуатационных характеристик близки к предельным. Поэтому, наряду с изменением их химического состава (микролегирование, повышение металлургического качества и др.) большое внимание в последнее время уделяется разработке путей совершенствования структурно-фазового состояния стальных изделий методами нестационарного, термоциклического воздействия. Эффективность ТЦО с точки зрения достижимости свойств определяется режимом ТЦО, количеством циклов, скоростью нагрев и охлаждения, а также химическим составом стали. Анализ результатов выполненных работ показывает, что в основе отрабатываемых режимов ТЦО лежат закономерности фазовых превращений при нагреве и охлаждении стали, как в условиях полиморфного превращения, так и без него [1].

В статье представлены результаты выполненных исследований по упрочнению ряда конструкционных сталей для почвообрабатывающих агрегатов с применением термоциклического индукционного нагрева.

Индукционная термоциклическая обработка без фазовой перекристаллизации.

Были выполнены исследования циклического нагрева стали 65Г (установка индукционного нагрева ВЧГ2-100/066) с последующим ускоренным охлаждением на

воздухе. Температура нагрева при термическом цикле была выбрана заведомо ниже точки A_1 (450, 570 и 700 °С). Это позволило оценить влияние термических напряжений и формируемого ими фазового наклепа без полной фазовой перекристаллизации [2].

Твердость и уровень напряжений 2-ого рода нелинейно зависит от параметров низкотемпературной ТЦО. Повышение температуры ТЦО от 450 до 700 °С (1 цикл) снижает твердость за счет более интенсивной сфероидизации карбидной фазы. Аналогичная зависимость наблюдается для первых трех (четырех) циклов ТЦО. На пятом цикле для всех температур ТЦО фиксируется повышение твердости. Причем с повышением температуры твердость после пятого цикла растет значительно. Анализ кинетики изменения уширения рентгеновской линии позволяет понять причины указанного явления. Термические остаточные напряжения, характеризующиеся уширением рентгеновской линии, нелинейно зависят от числа циклов ТЦО. Уменьшение остаточных напряжений после 2-ого, 3-его цикла обусловлено релаксационными процессами. С повышением температуры эта тенденция проявляется более ярко. Так для 2-ого цикла ТЦО при 700 °С среднее уширение рентгеновской линии составило только 8,72, для аналогичного процесса при 400 °С уже 9,45. К пятому циклу при всех температурах ТЦО возрастают остаточные напряжения и обусловленное ими уширение рентгеновской линии. С повышением температуры напряжения ожидаемо возрастают из-за увеличения градиента температур. По этой же причине возрастает и твердость. Существенным является известный факт

микропластической деформации при ТЦО из-за интенсивных теплосмен и различия термического расширения элементов гетерофазной структуры. Таким образом, происходит развитие дислокационной структуры, а повышенная температура ведет к полигонизации. Полигонизационная структура, хотя и не имеет высокий уровень дефектности кристаллического строения, обладает высокой термической стабильностью. При повтором нагреве, выше точки фазового превращения, полигонизованные структуры обеспечивают создание структур с высокой плотностью дислокаций [2, 3].

Индукционная термоциклическая обработка с фазовой перекристаллизацией. Был выполнен комплекс исследований по индукционной ТЦО ряда конструкционных сталей (сталь 20, 40Х) [4]. Авторский опыт свидетельствует, что для быстропротекающих процессов термической обработки следует учитывать разницу структурных превращений на поверхности и в сердцевине изделий. Для индукционной ТЦО при малых размерах образцов (10×10×55 мм) были обнаружены существенные различия в кинетике структурообразования в сердцевине и на поверхности.

Был подтвержден факт полигонизации и рекристаллизации структуры стали в результате ТЦО. Для определения влияния фазового наклепа на структурообразование поверхности и сердцевины стали (20, 40Х) во время циклических фазовых превращений были выбраны образцы с крупнозернистой структурой (5 балл), полученной предварительным отжигом при 1000 °С в защитной атмосфере в течение 2 часов. Схема ТЦО была выбрана с полным прямым и обратным аустенитным превращением (нагрев выше A_3), а интенсивность теплосмен составила 1, 2, 4, 6 циклов со скоростью нагрева и охлаждения в циклах 30...40 °С/с и 3...5 °С/с соответственно. Было установлено, что индукционная ТЦО (4 и более) измельчает структуру до 9 (сталь 20) и 13 (сталь 40Х) балла. Однако, в структуре из-за объемных полиморфных превращений происходит накопление напряжений 2-ого рода, которые вызывают микропластическую деформацию зерен, повышающую плотность дефектов кристаллического строения. Пластическая деформация зерен сопровождается рекристаллизацией, которая протекает с разной интенсивностью и проходит до определенной стадии.

На поверхности (сталь 20) образца (4 и более циклов) рекристаллизация наклепанных

зерен доходит до собирательной стадии, что сопровождается увеличением диаметра отдельных зерен (с 10 мкм до 125 мкм) и снижением твердости с HV 178 до HV 157 (рис.1).

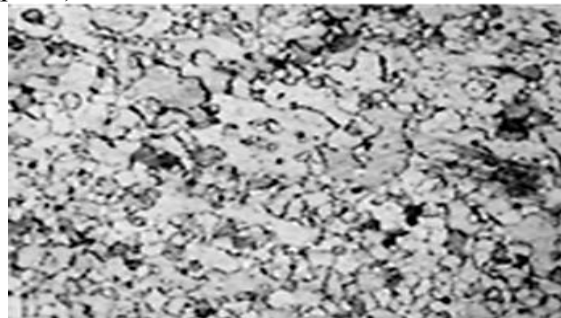


Рис. 1. Микроструктура поверхности образца после 6-ти циклов ТЦО (сталь 20); ×100

Такая картина характерна для слабдеформированного сплава, когда рост зерен происходит за счет слияния в одно крупное, путем «растворения» границ. Процесс слияние зерен не требует значительных диффузионных процессов. Существенно, что слияние может, происходить одновременно по всем поверхностям межзеренного раздела. На межзеренных границах происходит концентрация дислокаций. Их аннигиляция, по сути, и есть «растворение» границ зерен. Для незавершенного процесса слияния характерна разнотернистость с небольшим количеством крупных зерен и большим количеством мелких. Интенсивный рост зерен в слабо деформированной структуре наблюдается при быстром индукционном нагреве, если процесс нагрева медленный, то процесс полигонизации успевает пройти и рост зерна, по механизму слияния, не происходит. В сердцевине (сталь 20, 40Х) формируется устойчивая полигональная структура и происходит «рекристаллизация на месте», сопровождаемая ростом субзерн. Это подтверждается рентгеноструктурным анализом образцов, в которых наблюдается увеличение кристаллитов с 150 нм (отжиг) до 300 нм (6 циклов). Последующий изотермический отжиг показал, что полигональные структуры довольно устойчивы и сохраняются длительное время, препятствуя протеканию обычной рекристаллизации. Было выявлено, что снижение твердости и изменения структуры стали начинаются только после 4 часов рекристаллизационного отжига. Структура сталей 20 и 40Х из мелкозернистой превращается в структуру, характеризующую вторичную стадию рекристаллизации. В сердцевине сталей происходит избирательный рост зерен, диаметр которых доходил до 1500 мкм и твердостью HV 120, а сохранившиеся в

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

- Н.С. Абед, С.С. Негматов, М. Рахимов. О механизме физико-химических взаимодействий компонентов композиционных полимерных материалов, наполненных неорганическими и органическими ингредиентами..... 3
- Д.М. Бердиев, В.М. Константинов, Т.Н. Ибодуллаев. Изучение процесса термоциклической обработки при нагреве без фазовой и с полной фазовой перекристаллизацией..... 11
- L.S. Raxmatullaev, M.O. Karimov, Sh.N. Qiyomov. Polietilenni organo mineral qo'shimchalar bilan modifikatsiyalash.. 13
- F.A. Khamdamova, O.S. Maksumova. Synthesis and properties of a monomeric complex compound based on acrylamide. 17
- А.Т. Шамишова, О.М. Исакова, Д.Н. Махкамова, З. Тураев, И.И. Усманов. Исследование взаимодействия компонентов в системе $\text{KNO}_3\text{-CuSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ 19
- Н.Н. Рахматуллаева, Л.В. Гальперин, З.Д. Эрматов, Н.С. Дуняшин. Исследование взаимодействия расплавленного металла и шлаков при автоматической дуговой сварке под слоем флюса..... 22
- Л.В. Гальперин, Н.Т. Рахматуллаева, Н.С. Дуняшин, З.Д. Эрматов. Исследование взаимодействия металла со сложными газами при разработке состава керамических флюсов для автоматической дуговой сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей..... 25
- A.F. Ishankulov. Polimerlar bilan ko'p komponentli gibridd kvant nuqtalari kompozitlarining lyuminestsensiyasi va optik-o'lcham xossalari..... 28
- Ш.М. Улашов, Г.А. Ихтиярова. Изучение взаимодействия аминополисахарида хитозана apis mellifera с глутаровым альдегидом..... 30
- A.A. Ermatova, X.Q. Abdushukurova, Sh.S. Ismoilova. Sorbtion-spektroskopik usulda og'ir va zaharli metallarni aniqlash..... 33
- A.A. Ermatova, N.S. Umirov, Sh.Q. Tashbayeva. Сирдарё вилояти тупроклари таркибидаги оғир ва захарли металлар микдори тахлили..... 35
- Sh.T. Khojiev, H.Sh. Sultonov, Sh.A. Muxametdjanova. Xalkopiritni magnetit bilan ta'sirlashish jarayonining ba'zi termodinamik jihatlari..... 37
- Б.А. Юсупов, У.К. Абдурахманова. Янтар кислотасининг янги ҳосилалари синтези..... 41
- А.Ш. Хусенов, А.Ж. Жонузов, Д.С. Камалова, Г. Рахманбердиев. Некоторые особенности химического строения хлоринулина..... 44
- М.И. Мамасалиева. Эффективное полимерное покрытие материалом PVDF..... 47
- Х.У. Усманова, Х.Ш. Бобожонов, З.А. Сманова. Алюминий ва индий ионларини атроф-мухит объектларидан сорбцион-флуоресцент усулда аниқлаш..... 50
- L.B. Pulatova, A.B. Kasimova. Advantages and characteristics of TPU filament over PLA filament when using 3D printing technology in clothes..... 53
- K.N. Sultonov, I.S. Sedalova. Zol-gel metodida TiO_2 nanokompozitmateriallar sintezi va tahlili..... 59
- S.X. Jamolov, M.A. Abdurazov. Rezina kukuni va polimer chiqindisini asfaltbeton qoplamasining mustahkamligini oshirishda sirt-faol kompozit material sifatida qo'llash texnologiyasi 62
- Ш. Урозов. Табиий минерал хомашёси асосида олинган ZSM-5 цеолит аналогининг адсорбцион хусусиятлари..... 66

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- Н.Р. Шеркулова, Д.Т. Шодиев, Р.М. Давлатов. Изучение улучшения прочностных характеристик натурального хлопкового волокна при модификации..... 70
- Б.Т. Хаминев, С.А. Умаров, Д.Ш. Бахриддинова. Қаттиқ қотишмаларнинг физик-механик хоссаларини ошириш усуллари таҳлил қилиш..... 72
- А. Иргашев, Н.А. Эгамбердиева. Оценка износостойкости композиционных шестерен по концентрации продуктов износа в масле агрегатов..... 76
- Б.Т. Хаминев, С.А. Умаров, Д.Ш. Бахриддинова. Вольфрам карбид кобальтти қаттиқ қотишма структура ва физик-механик хоссаларига ультрадисперс TiC заррачалар микдорининг таъсирини аниқлаш..... 78
- Н.А. Хусанов. Электроконтакт усулида қоплама қоплашда қоплама макро ва микроструктурасига қуқуннинг детал юзасига сиқишдаги бошланғич босим таъсирини тадқиқ этиш..... 83
- С.С. Самадов, Б.Ф. Мухиддинов, С.С. Негматов, М.Э. Икрамова. Исследование структуры, теплофизических и физико-механических свойств модифицированных эпоксидных композитов..... 84
- Kh.E. Fayzullaev. Study of the influence of fillers on developed composite materials for mechanical engineering..... 88
- Б.Т. Хаминев, С.А. Умаров, Д.Ш. Бахриддинова. Ультрадисперс TiC қуқуни микдорининг вольфрам карбид кобальтти намуналарнинг физик-механик хоссаларига таъсирини аниқлаш..... 91
- Ю.И. Попкова, А.Я. Григорьев. Влияние микролегирования сталей насосно-компрессорных труб на их коррозионную стойкость в скважинных условиях нефтеносных месторождений..... 93

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

- A.N. To'rayev, N.D. Turaxodjayev, Sh.N. Saidxodjayeva, Sh. Xudoyqulov, Sh.N. To'raxo'jayeva, R.X. Murodqosimov. Alyuminiy qirindilaridan ferroqotishma olish texnologiyasini ishlab chiqish..... 101
- A.A. Мухамедов, К.В. Гузашвили, З.Б. Мирзарахимова, Н.А. Воронков. Первичное обогащение каолиновых месторождений Узбекистана и применение их в производстве шамотных изделий..... 103