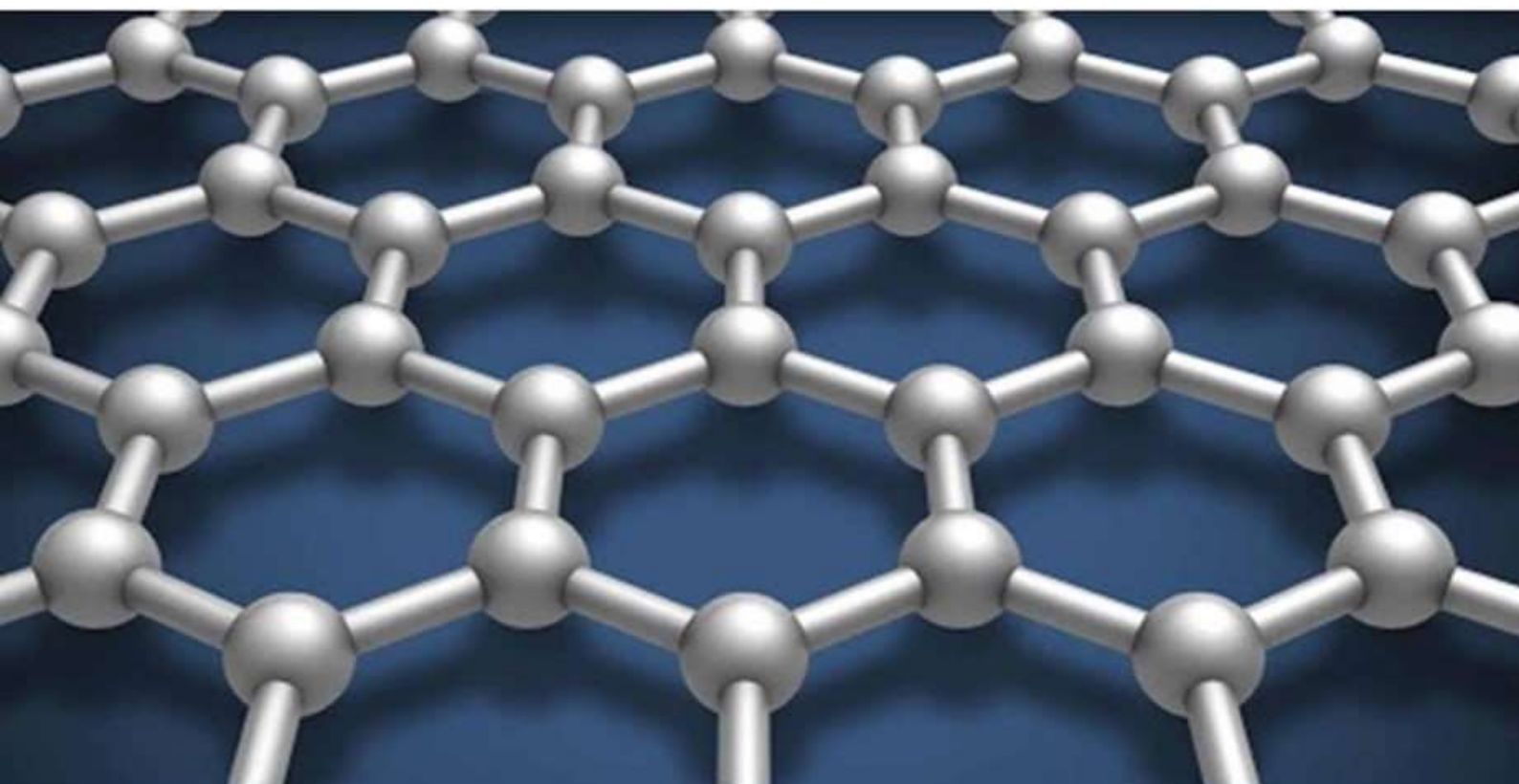


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

Выводы: На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- при обработке детали из специальной стали 110Г13Л резец с напайваемой твердосплавной пластины из Т15К6 (стандартный сплав, спеченный в среде водорода) показал лучший результат, по сравнению с пластинами, имеющими добавки рения (Re) и/или нано порошков, но производительность механической обработки до 5 раз ниже, чем при обработке твердосплавной пластиной из кубического нитрида бора;

- при обработке детали из стали 35ХМЛ - резец с напайваемой твердосплавной пластиной

из Т15К6 (сплав, спеченный в вакууме) показал наилучший результат;

- при обработке детали из стали 40ХН2МА (б/у вал-шестерня - обработка зубьев на удар) - резец с напайваемой твердосплавной пластиной из Т5К10 (стандартный сплав, спеченный в среде водорода) показал лучший результат;

- при обработке детали из стали 34ХН1М - резец с механическим креплением твердосплавных пластин из Т15К6 (стандартный сплав, спеченный в водороде) показал лучший результат при непрерывной обработке.

- резцы с механическим креплением менее предпочтительны при обработке деталей с прерывистой обработкой, т.е. на удар.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Васин С.А., Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: Учеб. для техн. вузов –Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 448 с.

Kalit soʻzlar: kattiq qotishma, kesuvchi asbob, kesish rejimlari, nanokukun, qattiq qotishma olish texnologiyasi.

Makolada qattiq qotishma plastinkalarining olish texnologiyasini ularning yeyilishga bardoshligiga taʼsiri oʻrganilgan. Qattiq qotishmalar vakuumda va vodorod gazi ostida olingan. Olingan qattiq qotishmadan tayyorlangan kesuvchi asboblari 110G13L, 35XML, 40XN2MA, 34XN1M, St 3 poʻlatlardan yasalgan detallarga ishlov berishda sinvodan oʻtkazilgan va har bir holat boʻyicha texnologik tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Ключевые слова: твердый сплав, режущий инструмент, режимы резания, нано порошок, твердосплавная технология.

В статье рассмотрено влияние технологии получения твердосплавных пластин на их износостойкость. Твердые сплавы получены в вакууме и в атмосфере водорода. Полученные твердосплавные режущие инструменты были испытаны при обработке деталей из сталей 110Г13Л, 35ХМЛ, 40ХН2МА, 34ХН1М, Ст3 и для каждого случая были разработаны технологические рекомендации.

Key words: hard alloy, cutting tool, cutting conditions, nanopowder, hard alloy technology.

The article considers the influence of technology for producing hard-alloy plates on their wear resistance. Hard alloys are obtained in vacuum and in a hydrogen atmosphere. The resulting hard-alloy cutting tools were tested in the processing of parts made of steels 110Г13Л, 35ХМЛ, 40ХН2МА, 34ХН1М, Ст 3, and technological recommendations were developed for each case.

Сайдахмедов Равшан Халходжаевич - д.т.н., профессор кафедры «Авиационный инжиниринг» Ташкентского государственного транспортного университета

Рахматов Акмал Махмудхужаевич – инженер-технолог цеха по производству композиционных материалов и твердых сплавов НПО ПРМ и ТС АО «Алмалыкский ГМК»

УДК 621.78

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА НА СВОЙСТВА СТАЛИ

А.А. Юсупов, А.Х. Абдуллаев

Важной проблемой современного машиностроения и ремонтных предприятий является снижение расходов металла и энергоресурсов. Так как основные детали машин изготавливаются из углеродистых и низколегированных сталей, срок службы которых определяется главным образом механическими свойствами, то их упрочняют

термической обработкой (ТО) – закалкой с отпуском. Принятые стандартные режимы ТО металлических изделий обеспечивают, как правило, высокие механические свойства, но в ряде случаев этого оказывается недостаточно. В частности, это касается вязкости металлов [1], которая обеспечивает высокую надежность изделия.

В последние годы с целью исключения крупных зерен в заготовках значительное внимание уделяется структурной наследственности [2], зависимости механических свойств низкоуглеродистых мартенситных сталей от структурной наследственности при ТО [3]. В статьях [4] рассматривается наследственность при фазовых превращениях.

На основании проведенных исследований установили, что все нетрадиционные режимы ТО сталей основаны на фундаментальных закономерностях фазовых превращений [5]. Суть нетрадиционных режимов заключается в том, что путем предварительной высокотемпературной ТО достигается высокий уровень дефектности кристаллического строения стали. Это позволяет при повторном нагревании в зависимости от завершенности повторных структурных превращений значительно измельчить зерно стали [4]. Однако в проведенных исследованиях остались нерешенные теоретические и практические вопросы, касающиеся фазовых превращений сталей:

- влияние времени нагрева на температуру и величину экстремума плотности дислокаций после $\gamma - \alpha$ - превращения при охлаждении на воздухе и после отжига стали при остывании вместе с печью.

В данной работе не только рассматривается механизм $\alpha - \gamma - \alpha$ - превращений, но и отмечается, что при высоком нагреве существует экстремальная температура, при которой в твердый раствор (аустенит) переходят атомы тугоплавких примесных фаз. В этом случае при охлаждении ($\gamma - \alpha$ - превращении) увеличивается плотность дислокаций в α - фазе. При повторной фазовой перекристаллизации часть этих дислокаций сохраняется, что значительно повышает работоспособность стальных изделий.

Исследовали образцы сталей 45 и 40X промышленной выплавки. В качестве эталонного материала использовали образцы армко-железа. Марки сталей регламентируются ГОСТ 3541-79. Химический состав исследованных плавок приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав образцов сталей для исследований

№	Марки стали	Содержание элемента, % масс.					
		C	Mn	Si	S	P	Cr
1.	Армко-Fe	0,04	0,04	0,03	0,02	0,015	-
2.	45	0,42	0,65	0,26	0,02	0,02	-
3.	40X	0,41	0,74	0,35	0,025	0,022	0,92

Образцы термически обрабатывали при разных температурах: начальную температуру для каждой стали выбирали из расчета выше критической точки температур нагрева $A_{c3} + 30 \div 50$ °C, а затем при температурах около 900, 1000, 1100, 1150 и 1200 °C. Время выдержки при каждой из выше приведенных температурах было различным: 5 мин, 20 мин, 2 ч и 5 ч. В зависимости от времени выдержки нагрев проводили в соляной ванне или в печи. Образцы охлаждали на воздухе, в воде или масле, а также при остывании вместе с печью. Таким образом, создавали термическую предысторию стали. Повторную фазовую перекристаллизацию всегда проводили с нагревом до $A_{c3} + 30 \div 50$ °C для каждой стали.

Проводились следующие виды анализа: металлографический – на микроскопах МИМ-8М [6]; рентгеноструктурный – на установке ДРОН-2,0. Определяли состояние тонкой структуры стали (плотность дислокаций), количество остаточного аустенита, период кристаллической решетки, количество углерода в фазах закаленной стали [7].

Металлографические и рентгенографические исследования показали интенсивный рост зерна аустенита с ростом температуры нагрева, а плотность дислокаций была очень низкой, хотя у сталей 45 и 40X явно наблюдается экстремальная температура, когда плотность дислокаций повышена (таблица 2), а аустенитное зерно растет (рис. 1).

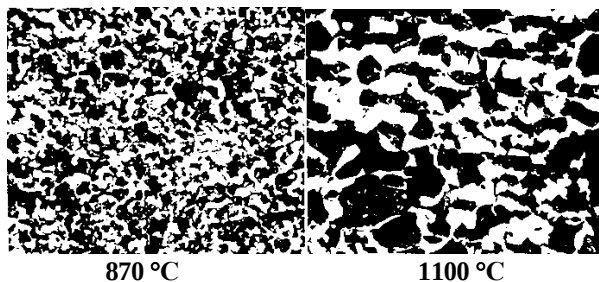
Таблица 2

Величина аустенитного зерна стали в зависимости от температуры нагрева

Температура нагрева, °C	Марка стали					
	45			40X		
	d _{ср} , мм	N балла	$\rho, 10^8 \text{ см}^{-2}$	d _{ср} , мм	N балла	$\rho, 10^8 \text{ см}^{-2}$
850	0,017	9	эталон	-	-	-
870-880	-	-	-	0,0193	8	эталон
1000	0,106	3	1,7	0,021	8	1,73
1100	0,168	2	3,5	0,032	7	5,57
1200	0,214	1	1,5	0,102	3	1,75
1260	-	-	1,5	0,107	3	4,37

Примечание: d_{cp} – средний диаметр зерна;
N – номер балла по ГОСТ 8639-92

Разница в плотности дислокаций между максимумом и минимумом в процентном отношении значительна, но в абсолютных значениях очень мала: $\Delta\rho \approx 1,64$ или $3,84 \cdot 10^8 \text{ см}^{-2}$. Естественно после повторной фазовой перекристаллизации и закалки, когда плотность дислокаций возрастает на три порядка до 10^{11} см^{-2} влияние исходной плотности дислокаций невозможно заметить.



1260 °C

Рис.1. Микроструктура стали 40X после отжига при температуре нагрева: 870, 1100, 1260 °C ($\times 100$)

С увеличением температуры нагрева наблюдается известный рост аустенитного зерна. Однако во всех случаях имеет место экстремальная температура нагрева 1100 °C при времени аустенитизации 20 мин, когда после охлаждения можно зафиксировать максимальный уровень плотности дислокаций (таблица 3). Из табличных данных виден относительно большой рост ρ , но абсолютная разница не велика.

Таблица 3

Плотность дислокаций сталей после нормализации при различных температурах нагрева (аустенитизация 20 мин)

Температура нормализации $T, ^\circ\text{C}$	Армко-железо		Сталь 45		Сталь 40X	
	$\rho, 10^9 \text{ см}^{-2}$	ρ/ρ_{900}	$\rho, 10^9 \text{ см}^{-2}$	ρ/ρ_{850}	$\rho, 10^{10} \text{ см}^{-2}$	ρ/ρ_{870}
$A_{c3} + 30 \div 50$	–	–	1,0	–	1,13	–
900	0,37	–	–	–	1,13	1,0
1000	0,88	2,38	1,73	1,73	2,31	2,0
1100	1,40	3,78	4,5	4,5	4,54	4,0
1200	0,73	1,97	2,99	2,99	1,26	1,08

При нормализации крупногабаритных деталей время выдержки в аустенитной области в процессе нагрева может исчисляться часами. В этом случае эффект влияния экстремальной температуры на состояние тонкой структуры стали не определен [8].

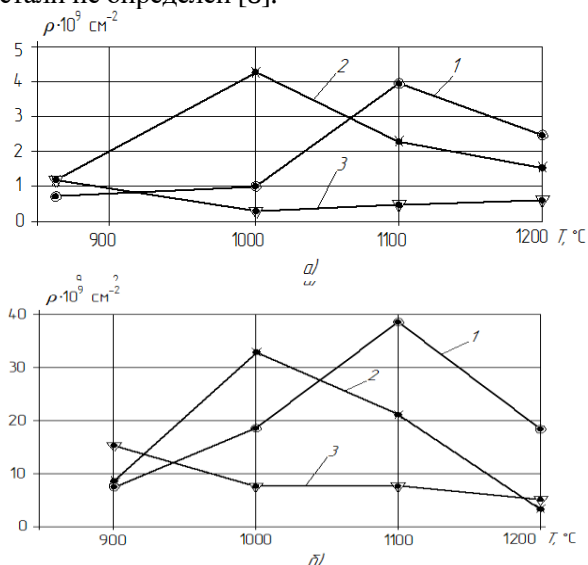


Рис. 2. Влияние температуры T нагрева и времени выдержки 20 мин (1), 2 ч (2), 5 ч (3) на плотность ρ дислокаций нормализованных сталей 40 (а) и 40X (б)

Исследования показали, что с увеличением времени выдержки при нагреве стали после $\gamma - \alpha$ -превращения плотность дислокаций α -фазы уменьшается, а пик максимума смещается к более низким температурам нагрева (рис. 2).

Наиболее удобными для исследования параметров структуры являются закаленные образцы сталей, так как их основная структура – мартенсит и некоторое количество остаточного аустенита. Особое значение имеет плотность дислокаций в сталях, закаленных с температуры (1100 °C) нагрева по сравнению с закалкой в среде от обычно принятых температур (выше температур нагрева $A_{c3} + 30 \div 50$ °C). Эта разница велика при малом содержании углерода, например, 288 % для армко-железа. Для образцов из сталей 45 и 40X она составляет соответственно 37 и 69 %. Можно предположить, что эффект роста плотности дислокаций в закаленной и низкоотпущенной стали в случае закалки с экстремальной температуры (1100 °C) окажется соизмеримым с ростом износостойкости при трении. При этом в процессе закалочного охлаждения и при низком отпуске наблюдалось перераспределение атомов углерода между фазами: атомы углерода переходят в дислокации и в остаточный аустенит.

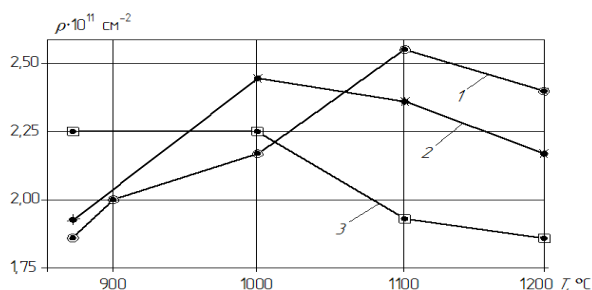


Рис. 3. Влияние температуры T и времени выдержки 20 мин (1), 2 ч (2), 5 ч (3) на плотность ρ дислокаций в закаленной стали 45: отпуск при нагреве 200 °C

Влияние времени выдержки на плотность дислокаций при разных температурах нагрева после закалочного охлаждения по результатам опытов показано на рис. 3. Характер изменения

плотности дислокаций с увеличением времени выдержки аналогичен изменению плотности при нормализации. Такие же результаты получены при исследовании стали 40X.

Таким образом, показано, что при значительном нагреве стали наблюдаются экстремальные температуры, при которых после охлаждения формируются структуры с повышенной (после нормализации) плотностью дислокаций или с ее высоким уровнем (после закалки). Экстремумы плотности дислокаций приходятся на температуры 1100, 1000 и 900 °C при времени выдержки соответственно 20÷30 мин, 2 ч и 5 ч. Увеличение плотности дислокаций зависит от содержания углерода и легирующих элементов в сталях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Подрезов Н.Н., Подрезова И.С. Влияние структурной наследственности на прочность реакторной Cr–Ni–Mo–V стали // Глобальная ядерная безопасность. Волгоград: 2017. № 4. С. 91–96.
2. Югай С.С., Клейнер Л.М., Шоцев А.А., Митрохович И.Н. Структурная наследственность в низкоуглеродистых мартенситных сталях // Металловедение и термическая обработка металлов. 2004. № 12. С. 24–29.
3. Yugai S.S., Kleiner L.M., Shatsov A.A. and Mitrokhovich N.N. Structural heredity in low-carbon martensitic steels // Metall Sci and heat treatment. 2004. V. 46. N. 11–12. P. 539–542.
4. Dyuchenko S.S. Heredity in phase transformation: mechanism of the phenomenon and effect on the properties // Metall Science and heat treatment. 2000. V. 42. N. 3–4. P. 122–126.
5. Sadovski V.D. Correction of the Course – Grained Structure During Thermal Treatment of Steel // Heat Treatment and technology of surface coatings. Proceedings of the 7th International Congress on Heat treatment of Materials. V. 1. December 11–14. 1990. Moscow. P. 10–14.
6. Батаев В.А., Батаев А.А., Алхимов А.П. Методы структурного анализа материалов и контроля качества деталей. М.: Наука, 2007. 224 с.
7. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСИС, 1994. 328 с.
8. Бердиев Д.М., Юсупов А.А. Нестандартные режимы термической обработки и их влияние на износостойкость стальных изделий // Вестник машиностроения, Москва. 2021. №9. С. 50–54.
9. Бердиев Д.М., Юсупов А.А. Повышение износостойкости стальных изделий методом нестандартных режимов термической обработки // Литье и металлургия, Минск. 2021. №2. С. 100–104.

Kalit soʻzlar: termik ishlov berish, yuqori qattqlik, uglerodli poʻlatlar, dislokatsiya zichligi.

Kam uglerodli poʻlatlarni standart ($A_{C3} + 30 \div 50$ °C) haroratda qizdirilgan natijalar bilan taqqoslanganda strukturaviy oʻzgarishini va α - fazaning kristall tuzilishidagi dislokatsiya zichligini oshirish uchun noanʼanaviy termik ishlov berish tartibi aniqlangan.

Ключевые слова: термическая обработка, высокая твердость, углеродистые стали, плотность дислокаций.

Определены нетрадиционные режимы термообработки для повышения плотности дислокаций в кристаллической структуре α -фазы и изменения структуры низколегированных сталей, что сопоставимо с результатами при нагреве до стандартной температуры ($A_{C3} + 30 \div 50$ °C).

Key words: heat treatment, high hardness, carbon steels, dislocation density.

Unconventional heat treatment modes are determined for increasing the dislocation density in the crystal structure of the α -phase and changing the structure of low-alloy steels, which is comparable to the results when heated to standard temperature ($A_{C3} + 30 \div 50$ °C).

Юсупов Абдулазиз Абдуллажанович - д.ф. (PhD) по т.н., доцент ТГТУ им. Ислама Каримова
Абдуллаев Абдуманнон Холдорович - ассистент ТГТУ им. Ислама Каримова

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокompозитов

А.Х. Хурсанов, С.С. Негматов, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, Ж.Н. Негматов, Х.Ю. Рахимов, А.Н. Бозоров, Д.Н. Раупова. Исследование механизма взаимодействия композиционных химических флотореагентов-вспенивателей с частицами цветных и благородных металлов в процессе флотации.....	3
Ф.Х. Нормаматов, А.У. Эркаев, З.К. Тоиров, Б.Х. Кучаров. Изучение процесса упарки маточных растворов при получении нитрата калия.....	6
Л.К. Уббиниязова, Г.Ж. Оразимбетова, А.Г. Нимчик. Химико-минералогические свойства андезибазальтовых пород Каракалпакстана.....	11
Г.А. Усманова, Ш.К.Тухтаев. Термолиз поликомплексных композиций на основе полиакриловой кислоты и сополимера мочевиноформальдегида.....	14
Л.А. Юсупова, Х.Р. Махмадиева, У.Р. Азаматов, Э.Э. Машаев, О.О. Қодиров. Ацетилацетон асосида винил эфирлар синтези.....	17
D.A. Xandamov, A.SH. Bekmirzaev, S.A. Doniyorov, D.Y. Mamatqulov, A.S. Xoliqov. Aminlangan gil adsorbentlarga n-geksan bug'lar adsorbsiyasi xossalari.....	23
А. Икрамов, А.Э. Зиядуллаев, Д.А. Хандамов, Б.М. Отабоев. Катализаторы на основе оксидов некоторых местных металлов, нанесенных на бентонит, для гидратации ацетилена.....	25
Ф.Т. Худойбердиев, Д.Р. Махмудов, А.Т. Джалилов, Ш.Д. Широных, К.С. Каландаров, З.Р. Буриева. Исследование основных параметров, влияющих на время набухания при изготовлении патронированной гидрогелевой забойки в разных условиях.....	29
И. Рузматов. Ингибирование коррозии трубной стали в водоугольных суспензиях и нейтральных средах.....	32
Р.М. Мирзахмедов, Н.К. Мадусманова, З.А. Сманова. Имобилланган висмутол-2 реагентининг рений иони билан комплекс ҳосил бўлишини ўрганиш.....	35
Т.С. Халимжонов, С.Н. Асатов. Влияние влажности водорода на грансостав порошка молибдена и свойства компактных заготовок.....	38
Л.А. Юсупова, С.Э. Нурмонов, Т.Т. Сафаров, О.О. Қодиров. Ацетилен ва ацетофенон асосида винил эфирлар синтези.....	40
К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Физико-химические свойства красящих композиций в процессе крашения белковых волокон.....	45
К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, М.Н. Негматова, Ш.Н. Расулова, И.А. Набиева, С.С. Негматов, М.А. Бабаджанова, Ф.А. Лапасова. Исследование механизма процесса крашения белковых волокон красящими композиционными материалами на основе солей поливалентных металлов.....	48
Ш.Н. Жалилов, К.С. Негматова, Р.Х. Пирматов, Н.С. Абед, Д.К. Холмурадова, С.С. Негматов, Р.Х. Солиев, Д.Н. Ходжаева, М.Б. Бойдодоев. Исследование влияния модифицирующих реакционно-способных соединений на физико-химические свойства мочевиноформальдегидной смолы.....	52

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Р.Х. Сайдахмедов, А.М. Рахматов. Влияние технологических режимов получения твердосплавных пластин на их износостойкость.....	55
А.А. Юсупов, А.Х. Абдуллаев. Влияние режима температуры нагрева на свойства стали.....	58
Р.К. Ташматов. Увеличение стойкости штампов холодной штамповки листов термической обработкой.....	62
Л.К. Кабулова, Т.А. Атакузиев, Г.Ж. Оразимбетова. Исследование коррозионной стойкости цементов с новой гидравлической добавкой.....	65
A.A. Yusupov, T.N. Ibodullaev. Noan'anaviy termik ishlov berish tartibini po'latli ashyolarning yeyilishga bardoshlilikiga ta'siri.....	67
Н.Д. Тураходжаев, С.Т. Маткаримов. Ис газы (CO) ёрдамида мис шлаклари таркибидаги темир асосли бирикмаларни тиклашнинг термодинамикаси.....	71
Р.Х. Сайдахмедов, Г.Р. Саидрахмедова. Напряженное-деформированное состояние лопаток турбин ГТД с жаростойкими покрытиями.....	73
И.Н. Нугманов, Х.Х. Бобоев, З.С. Тураева. Использование эффекта сверхпластичности в обработке металлов давлением.....	79
М. Каршиев, М.Ю. Рахимов, К.И. Юнусалиева, С.П. Абдурахманова, Н.Г. Холматова, А. Етмишов. Исследование особенностей сегрегации частиц по размерам, форме и массе в зависимости от параметров вибрации.....	81
У.Н. Шабарова, Қ.А. Равшанов. Сува эрувчан полимерлар билан гул босилган аралаш матоларнинг структура-механик ва колористик хossalari.....	83
Д.Ф. Ганиева, М.Б. Маматкулова, Р.М. Давлатов. Улучшение физико-механических и эксплуатационных свойств шерсти при модификации.....	86
С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов. Теоретическая прочность адгезионного взаимодействия адгезив и субстрат.....	90
Т.У. Улмасов, С.С. Негматов, Н.С. Абед, З.У. Махаммаджонов. Способы повышения адгезионной прочности полимерных композиционных материалов и покрытий на их основе.....	91