

ISSN 2181-1482

DOI JOURNAL 10.26739/2181-1482

ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

ТОМ 2, НОМЕР 1

INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

VOLUME 2, ISSUE 1



ТАШКЕНТ-2021

ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

№1 (2021) DOI <http://dx.doi.org/10.26739/2181-1482-2021-1>

Главный редактор | Chief Editor:

МАГРУПОВ АБДУЛЛА МАХМУДОВИЧ

заместитель директора – исполнительный директор
Филиала Российского государственного университета
нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

Технический редактор | Technical Editor:

МАХМУДОВА ШАХНОЗА АБДУВАЛИЕВНА

старший преподаватель отделения
«Общепрофессиональные дисциплины» Филиала
Российского государственного университета нефти и газа
(НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛ ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

ЮНУСОВ САЛОХИДДИН ЗУНУНОВИЧ

доктор технических наук,
профессор, заместитель директора
по научным работам и инновациям
Филиала Российского государственного
университета нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина в городе Ташкенте

ХАИРОВА ДИНАРА РИМОВНА

кандидат экономических наук,
профессор кафедры
"Экономика нефти и газа" Филиала
Российского государственного
университета нефти и газа (НИУ) имени
И.М. Губкина в г. Ташкенте

КАДЫРБЕКОВА ДУРДОНА ХИКМАТУЛЛАЕВНА

доктор философии (PhD) по филологическим
наукам, доцент кафедры
"Иностранные языки" Филиала
Российского государственного
университета нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

ХАШАЕВ МУСЛИМ МУСАГИТОВИЧ

доктор философии (PhD), доцент
отделения «Физика, электротехника и
теплотехника» Филиала Российского
государственного университета нефти и газа
(НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

АКРАМОВ БАХШИЛЛО ШАФИЕВИЧ

кандидат технических наук, профессор
отделения разработки нефтяных, газовых
и газоконденсатных месторождений Филиала
Российского государственного университета нефти
и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

ЭШМАТОВ БАХТИЁР ХАСАНОВИЧ

кандидат физико-математических наук,
доцент отделения «Математика и
информатика» Филиала Российского
государственного университета нефти и газа
(НИУ) имени И.М. Губкина в г. Ташкенте

УЗАКОВА ЗАРИНА ФУРКАТОВНА

доктор философии (PhD), начальник
учебно-методического отдела Филиала
Российского государственного
университета Нефти и газа (НИУ) имени
И.М. Губкина в г. Ташкенте

НУРАЛИЕВ АЛМУХАН КАЛПАКБАЕВИЧ

кандидат технических наук, доцент
Ташкентского Государственного
технического университета
имени И.А.Каримова

ГЛЕБОВА ЕЛЕНА ВИТАЛЬЕВНА

доктор технических наук,
профессор, заведующая кафедрой
Промышленной безопасности
и охраны окружающей среды
Российского государственного
университета нефти и газа
(НИУ) имени И. М. Губкина (г. Москва)

АЗИМОВ ДИЛМУРОД

доктор технических наук (DSc), профессор
Гавайского университета в Манао (США)

ЭШМАТОВ АЛИМЖОН ХАСАНОВИЧ

PhD, профессор факультета
«Математика и статистика»
Университета Толедо (США)

DESIGN-PAGEMAKER | ДИЗАЙН - ВЕРСТКА: ХУРШИД МИРЗАХМЕДОВ

КОНТАКТ РЕДАКЦИЙ ЖУРНАЛОВ. WWW.TADQIQOT.UZ

ООО Tadqiqot город Ташкент,
улица Амира Темура пр.1, дом-2.
Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz
Тел: (+998-94) 404-0000

EDITORIAL STAFF OF THE JOURNALS OF WWW.TADQIQOT.UZ

Tadqiqot LLC the city of Tashkent,
Amir Temur Street pr.1, House 2.
Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz
Phone: (+998-94) 404-0000

1. Абидов Кудрат, Зарипов Одилжон, Зарипова Шахло

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЛИЧЕСТВА
ОДНОВРЕМЕННО САМОЗАПУСКАЕМЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

ANALYSIS OF THE CALCULATION TECHNIQUE WHEN DETERMINING
THE NUMBER OF SIMULTANEOUSLY STARTING PUMPING UNITS

БИР ВАҚТДА ЎЗ-ЎЗИДАН ИШГА ТУШИРИЛАДИГАН НАСОС ҚУРИЛМАЛАР
СОНИНИ АНИҚЛАШНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛУРИНИ ТАҲЛИЛ ЭТИШ.....5

2. Загребельская Милена

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОДАЖ И ОПЕРАЦИЙ (S&OP) КАК ИНСТРУМЕНТ
ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

PLANNING OF SALES AND OPERATIONS (S&OP) AS A TOOL FOR OPTIMIZING THE
PROCESS OF MATERIAL AND TECHNICAL SUPPORT OF THE OIL AND GAS COMPLEX

НЕФТ ВА ГАЗ КОМПЛЕКСИНИНГ МАТЕРИАЛ ВА ТЕХНИКА ҚЎЛЛАБ-ҚУВВАТЛАШ
ЖАРАЁНИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ ВОСИТАСИ СИФАТИДА СОТИШ ВА
ОПЕРАЦИЯЛАРНИ РЕЖАЛАШТИРИШ (С&ОП).....11

3. Матякубова Парахат, Исматуллаев Патхулла, Авезова Назокат, Махмуджонов Миролим

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ОЦЕНКА СУММАРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ТПВЖ.

ANALYSIS OF ERRORS AND ESTIMATION OF THE TOTAL ERROR OF TPVJ

СУЮҚЛИКЛАРДАГИ СУВ МИҚДОРНИ АНИҚЛАШ ТЕРМОЎЗГАРТГИЧИНИНГ
УМУМИЙ ХАТОЛАРНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ ВА ХАТОСИНИ БАҲОЛАШ.....17

4. Мавлянкариев Бахтияр

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА
УЗБЕКИСТАНА: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

FIRE SAFETY OF OIL AND GAS COMPLEX FACILITIES IN UZBEKISTAN:
PROBLEMS AND SOLUTIONS

ЎЗБЕКИСТОН НЕФТ-ГАЗ КОМПЛЕКСИ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ЁНГИН
ХАВФСИЗЛИГИ: МУАММОЛАРИ ВА ЕЧИМЛАРИ.....23

5. Матякубова Парахат, Кулуев Руслан

РАСЧЕТ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ
ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА И ЗЕРНОПРОДУКТОВ

CALCULATION OF THE BASIC AND ADDITIONAL ERRORS OF THE MOISTURE
METER OF GRAIN AND GRAIN PRODUCTS

ДОН ВА ДОН МАХСУЛОТЛАРИНИНГ НАМЛИГИ ЎЛЧОВИНИНГ АСОСИЙ ВА
ҚЎШИМЧА ХАТОЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ.....29

6. Махмудова Шахноза, Алимбабаева Зулхумор, Исламова Гульноза

ВОДОСНАБЖЕНИЕ - САМАЯ ВАЖНАЯ ОТРАСЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

WATER SUPPLY IS THE MOST IMPORTANT BRANCH OF THE ECONOMIC COMPLEX

СУВ ТАЪМИНОТИ - ИҚТИСОДИЙ КОМПЛЕКСНИНГ ЭНГ МУҲИМ БЎҒИМИДИР.....35

7. Нуралиев Алмухан, Джабаров Азиз ОСОБЕННОСТИ СПОСОБА ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ FEATURES OF THE METHOD OF CHARGING THE BATTERY BATTERY АККУМУЛЯТОР БАТАРЕЯСИНИ ЗАРЯДЛАШ УСУЛИ ХУСУСИЯТЛАРИ.....	43
8. Тилабов Баходир, Алимбабаева Зулхумор ОПТИМАЛЬНАЯ УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ИЗНОСОСТОЙКИМ ПОКРЫТИЕМ OPTIMAL HARDENING TREATMENT OF CAST PARTS OF MACHINES WITH A HARD-ALLOY WEAR-RESISTANT COATING МАШИНАЛАРНИНГ ҚУЙМА ДЕТАЛЛАРИНИ ЕЙИЛИШГА ЧИДАМЛИ ҚАТТИҚ ҚОТИШМАЛИ ҚОПЛАМАЛАР БИЛАН ҚОПЛАШ ВА ОПТИМАЛ МУСТАХКАМЛОВЧИ ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШ.....	48
9. Тилабов Баходир, Исаев Саидаббос, Шербўтаев Жамшид, Жўракулов Ихтиёр ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОКАТНЫХ ИЗДЕЛИЙ THEORETICAL AND PRACTICAL BASIS OF ROLLED PRODUCTS МЕТАЛЛ ПРОКАТ МАҲСУЛОТЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ НАЗАРИЙ ВА АМАЛИЙ АСОСЛАРИ.....	55
10. Уринов Собир, Собирова Паризода, Добычина Светлана УМЕНЬШЕНИЕ ВЯЗКОСТИ НЕФТИ, СОДЕРЖАЩЕЙ КОЛЛОИДНЫЕ ЧАСТИЦЫ, НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНОЙ ТЕОРИИ, НА ПРИМЕРЕ КОЛЕБАНИЯ ДАВЛЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ REDUCING THE VISCOSITY OF OIL CONTAINING COLLOIDAL PARTICLES ON THE BASIS OF THE FRACTAL THEORY ON THE EXAMPLE OF PRESSURE OSCILLATIONS BY ULTRASONIC IMPACT ЧУҚУР НЕФТ, ГАЗ ВА ГАЗКОНДЕНСАТ ҚУДУҚЛАРИНИ БУРҒИЛАШ УЧУН ЮҚОРИ САМАРАЛИ ГИЛЛИ БУРҒИЛАШ ЭРИТМАСИ.....	61
11. Усманова Азизахон АКТУАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБЩЕСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УЗБЕКИСТАНА ACTUALIZATION OF EDUCATION IN THE CONDITIONS OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF UZBEKISTAN ЎЗБЕКИСТОН ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ РИВОЖЛАНИШИ ШАРОИТИДА ТАЪЛИМНИНГ ДОЛЗАРБЛИГИ.....	67



УДК 621.078; 621.74.04

Тилабов Баходир КурбановичФилиал Ташкентского государственного технического университета
в городе Алмалыке, доктор технических наук, профессор**Алимбабаева Зулхумор Латиповна**Филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный
университет нефти и газа имени И.М. Губкина»
в городе Ташкенте, старший преподаватель**ОПТИМАЛЬНАЯ УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН С
ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ИЗНОСОСТОЙКИМ ПОКРЫТИЕМ** <http://dx.doi.org/10.26739/2181-1482-2021-1-8>**АННОТАЦИЯ**

В статье приведены материалы исследований строения и свойств твердосплавных покрытий, полученных в процессе литья изделий по газифицируемым моделям. Изучены состав и свойства стали, а также твердость и микро твердость поверхностных и подповерхностных слоев литых деталей. Проанализирована относительная износостойкость испытаний, проведенных в лабораторных и полевых условиях. Проведены окончательные режимы термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией для литых деталей. Показано, что термическая обработка с двойной фазовой перекристаллизацией увеличивает износостойкость твердосплавных покрытий и готовых изделий в 3-4 раза.

Ключевые слова: Литье по газифицируемой модели, твердосплавное покрытие, высокоуглеродистая сталь, твердость и микро твердость, микроструктура, термическая обработка с двойной фазовой перекристаллизацией, абразивная износостойкость и долговечность.

Tilabov Bahodir KurbanovichBranch of the Tashkent State Technical University in Almaliq,
Doctor of Technical Sciences, Professor**Alimbabayeva Zulkhumor Latipovna**Branch of the Russian state university of oil and gas
(NRU) named after I.M. Gubkin in Tashkent, Senior Lecturer**OPTIMAL HARDENING TREATMENT OF CAST PARTS OF MACHINES WITH A
HARD-ALLOY WEAR-RESISTANT COATING****ANNOTATION**

The article presents research materials on the structure and properties of hard-alloy coatings obtained in the process of casting products using gasified models. The composition and properties of

steel were studied, as well as the hardness and microhardness of the surface and subsurface layers of cast parts. The relative wear resistance of tests performed in laboratory and field conditions is analyzed. The final modes of heat treatment with double phase recrystallization for cast parts are carried out. It is shown that heat treatment with double phase recrystallization increases the wear resistance of hard-alloy coatings and finished products by 3-4 times.

Key words: gasified model Casting, hard-alloy coating, high-carbon steel, hardness and microhardness, microstructure, heat treatment with double phase recrystallization, abrasive wear resistance and durability.

Тилабов Баходир Қурбанович

Тошкент давлат техника университетининг

Олмалик филиали, профессор, техника фанлари доктори

Алимбабаева Зулхумор Латиповна

И.М. Губкин номидаги Россия давлат нефт ва газ университети

(МТУ) нинг Тошкент филиали, катта ўқитувчи

МАШИНАЛАРНИНГ ҚУЙМА ДЕТАЛЛАРИНИ ЕЙИЛИШГА ЧИДАМЛИ ҚАТТИҚ ҚОТИШМАЛИ ҚОПЛАМАЛАР БИЛАН ҚОПЛАШ ВА ОПТИМАЛ МУСТАХКАМЛОВЧИ ТЕРМИК ИШЛОВ БЕРИШ

АННОТАЦИЯ

Мақолада газланувчи моделлар бўйича қуймакорлик жараёнида қаттиқ қотишмали қопламалар билан олинган буюмларнинг тузилиши ва хоссаларининг тадқиқот материаллари келтирилган. Пўлатнинг таркиби ва хоссалари ўрганилган ҳамда қуйма деталнинг юза ва юза ости қатламларининг қаттиқлиги ва микроқаттиқлиги ўрганилган. Лаборатория ва дала шароитлари синовларининг ейилишлари таҳлил қилинган. Қуйма деталлар учун икки марта фаза қайта кристалланиш термик ишлашнинг охириги режими ўтказилган. Икки марта фаза қайта кристалланиш термик ишлов беришда қаттиқ қотишмали қопламаларнинг ва тайёр буюмларнинг ейилишга бардошлилиги 3-4 баробарга ошганлиги кўрсатилган.

Калит сўзлар: қуймакорлик бўйича газланувчи модели, қаттиқ қотишмали қоплама, юқориуглеродли пўлат, қаттиқлик ва микроқаттиқлик, микроструктураси, икки марта фаза қайта кристалланиш термик ишлов бериш, ейилишга чидамлик ва узок муддатли ишлаши.

Большинство деталей машин и механизмов, работающих в непосредственном контакте с почвой подвергаются наплавке твердыми сплавами [1,2]. Это требует применения достаточно сложного технологического оборудования, что связано с большим расходом литых твердых сплавов и флюсов. Более рационально изготавливать эти детали путем литья по пенополистироловым газифицируемым моделям с одновременным формированием твердосплавного износостойкого покрытия [3].

В данной работе исследуются внутренняя структура и механические свойства изделий, полученных путем литья по газифицируемым моделям с твердосплавными износостойкими покрытиями [4] до и после оптимальной термической обработки.

Технология изготовления изделий путем литья по газифицируемым моделям [5] включает изготовление пенополистироловой модели. На рабочие поверхности пенополистироловой модели наносится жидкая суспензия, состоящая из порошка высокохромистого твердого сплава в составе: (3,3-4,5% C; 1,0-2,0% Si; 0,8-1,5% Mn; 25-28% Cr; 1,5-2,0% Ni; 0,2 - 0,4% W; 0,08-0,15% Mo). При изготовлении суспензии в качестве связующего использовали материал – пульвербакелит и 4%-ный раствор поливинилбутирала в спирте. Толщина слоя обмазки h на пенополистироловой модели составляла 1,5, 2,0 и 2,5 мм [3]. После сушки покрытия модели формовали в кварцевом песке и заливали жидким металлом, соответствующим по составу высокоуглеродистой стали. При заливке происходило

выгорание пенополистироловой модели и насыщение поверхности отливки углеродом до 0,6-0,7% на глубину 0,45-0,90 мм и до 0,8 на глубину 0,75-1,9 мм и более.

При контакте вставки из порошка высокохромистого твердого сплава с жидким металлом происходит образование твердой корочки отливки, расплавление вставки, взаимодействие жидкой фазы вставки с материалом корочки и после кристаллизации образование на поверхности структуры белого высоколегированного чугуна эвтектического или заэвтектического составов. Переход от износостойкого покрытия к основному металлу достаточно резкий, хотя и имеются переходные зоны от заэвтектической части к эвтектической, доэвтектической и к зоне заэвтектоидной стали. Наличие и толщина заэвтектической зоны зависят от толщины покрытия вставки на модели, заэвтектическая зона максимальна при толщине покрытия 2,0 мм.

Микротвердость в пределах толщины δ покрытия меняется в широких пределах. Наиболее высокая микротвердость у образцов, полученных с толщиной слоя обмазки на модели 2,0-2,5 мм. У самой поверхности образуется заэвтектическая структура с большим количеством первичных карбидов хрома с твердостью $HV_{100} = 15300$ МПа. В то же время микротвердость металлической основы эвтектики составляет 7300 МПа. На глубине 0,5-1,6 мм от поверхности в зависимости от толщины вставки уже наблюдается структура основного металла твердостью 2600 МПа. На отлитых по моделям образцах с более тонким твердосплавным покрытием максимальная твердость и глубина износостойкого слоя ниже, что объясняется меньшей глубиной заэвтектической зоны и ее отсутствием в случае толщины покрытия 1,5 мм [4].

Фазовый рентгеноструктурный анализ [6] проводили путем съемок и анализа рентгенограмм с поверхности твердосплавного покрытия. Результаты исследований показали, что на поверхности образцов с износостойкими покрытиями образуются специальные карбиды типа $Me_{23}C_6$ и Me_7C_3 .

При изготовлении деталей машин необходимо обеспечить не только высокую износостойкость рабочих поверхностей, но и достаточный уровень прочности всего изделия. Указанное выше достигается методом термической обработки [7]. В данном случае при изготовлении литых деталей из высокоуглеродистой стали использовали закалку с низким отпуском. При закалке в масло эта сталь имеет низкую прокаливаемость, при этом в сердцевине изделия формируется структура неполной закалки с достаточным уровнем пластичности при твердости $HRC=32-34$.

Одновременно с этим дополнительно упрочняется износостойкое покрытие. При этом верхний уровень значений микротвердости не меняется, но заметно повышается нижний уровень от 7300 до 8500 МПа. Это связано с тем, что при закалке металлическая основа структуры испытывает мартенситное превращение [4,7].

Повышение температуры нагрева под закалку от 900 до 1150⁰С приводит к более существенным структурным изменениям. По мере увеличения температуры нагрева под закалку наблюдается рост толщины упрочненного слоя. Об этом свидетельствуют данные микротвердости. Эффективная толщина упрочненного слоя с нижним уровнем твердости 5000 МПа растет, что можно связать с диффузией атомов углерода вглубь основного металла. Отражено влияние температуры закалки образцов с твердосплавным покрытием на толщину упрочненного слоя с твердостью не ниже 5000 МПа.

Увеличение температуры нагрева под закалку ведет к более полному растворению вторичных карбидов в аустените. Первичные карбиды значительно коагулируют. После закалки образцов с толщиной покрытия (слоя обмазки) 1,5-2,0 мм с температурой 1100-1150⁰С на поверхности формируется структура мартенсита, состоящая из 40-50% остаточного аустенита и первичных карбидов. Микротвердость понижается до 5000 МПа. На глубине 0,7-0,8 мм от поверхности количество остаточного аустенита уменьшается, а микротвердость возрастает до 8000 МПа. Далее по глубине микротвердость вновь снижается с уменьшением содержания углерода в мартенсите.

Для создания оптимальных параметров структуры с целью увеличения износостойкости и прочности в ряде случаев используется оптимальная термическая обработка с двойной фазовой перекристаллизацией [8]. Первая фазовая перекристаллизация проводится с нагревом до экстремальных температур, когда после охлаждения (заковки) формируется структура с максимальной плотностью дислокаций.

При промежуточном отпуске избыточные фазы выделяются в виде дисперсных частиц, происходит стабилизация дислокационной структуры. Вторая фазовая перекристаллизация с нагревом до обычно принятых для данной стали температур обеспечивает измельчение зерна и сохранение высокой плотности дислокаций [3,6].

При закалке твердосплавного покрытия также наблюдалась экстремальная температура. Плотность дислокаций, найденная по физической ширине рентгеновской линии (220) α - фазы [6], принимает максимальное значение после закалки с 1100°C.

После промежуточного отпуска при 650°C, вторичной закалки с 900°C и низкого отпуска износостойкие покрытия в металлической основе имеют мартенситную структуру с высокой плотностью ρ дислокаций, дисперсные частицы вторичных карбидов и с коагулированные первичные карбиды [8].

Изменение плотности дислокаций α - фазы в зависимости от температуры закалки твердосплавного покрытия при окончательном отпуске с 200°C в течение 1 ч приведено в табл.1.

Таблица 1

Зависимость плотности дислокаций α -фазы ρ от температуры нагрева под закалку твердосплавного покрытия

Термическая обработка, °C	Плотность дислокаций $\rho \cdot 10^{11} \text{ см}^2$			
	900	1000	1100	1150
Закалка	0,35	3,49	4,82	1,98
Повторная фазовая перекристаллизация	2,24	2,14	3,62	2,33

У образцов, твердосплавные покрытия которых получены при литье по газифицируемым моделям со вставкой 2,0 и 2,5 мм на поверхности формируется структура, состоящая из эвтектических карбидов и мартенсита. Из-за сильной легированности твердого раствора (аустенита) на глубине 0,4-0,6 мм от поверхности обнаруживается достаточно много остаточного аустенита. Однако микротвердость не снижается ниже $HV_{100} = 500 \text{ кг/мм}^2$. На глубине 0,7-0,8 мм от поверхности наблюдается чисто мартенситная структура и микротвердость повышается. Далее по толщине композиции наблюдается монотонное снижение микротвердости, а общая толщина слоя с твердостью не ниже $HV_{100} = 500 \text{ кг/мм}^2$ достигает 1,5-2,0 мм и более.

На микроструктуре твердосплавного покрытия хорошо просматриваются структура мартенситной иглы, остаточный аустенит, первичные карбиды и подслои высокоуглеродистого мартенсита (рис.1а). Аналогичная картина микроструктуры наблюдается у образцов, полученных по газифицируемым моделям со вставками 1,5 и 2,0 мм. В этих случаях на самой поверхности также наблюдаются первичные карбиды и мартенсит [8]. Микротвердость высокая, и на глубине 0,4-0,5 мм от поверхности структура мартенситная с большим количеством остаточного аустенита (рис.1б,в).

Все твердосплавные покрытия после термической обработки проверены на абразивную износостойкость. Испытания на абразивное изнашивание покрытий во времени τ проводили на машине трения ПВ-7 незакрепленным абразивным материалом по методике [9]. Результаты испытаний приведены на (рис.2). Твердосплавное покрытие резко увеличивает износостойкость: чем больше толщина покрытия, тем меньше величина износа m . Максимальная толщина твердосплавного износостойкого покрытия составляла 2,0-2,5 мм. Почти все образцы имели различные твердосплавные износостойкие покрытия и термически обработанное закаленное состояние. Эти специальные образцы были залиты в одной плавке из углеродистой стали. Составы и свойства отвечают всем требованиям ГОСТа.

Закалка образцов с покрытиями с температуры нагрева 900°C очень мало влияет на износостойкость, так как на поверхности покрытий она определяется главным образом свойствами карбидов. Повышение температуры закалки сопровождается увеличением количества остаточного аустенита, снижением микротвердости и ростом величины износа. Если использовать термообработку с двойной фазовой перекристаллизацией, то величина износа снижается почти на 50% (рис.3).

Термическая обработка влияет не только на износостойкость поверхностных, но и подповерхностных слоев твердосплавных износостойких покрытий. Это важно для ряда деталей горных, машиностроительных, нефтегазовых и других машин, где допустимый износ может быть около одного миллиметра. При сравнении износостойкости образцов с твердосплавными покрытиями до и после термической обработки можно обнаружить, что влияние такой обработки по глубине слоя возрастает: от 7% на глубине 0,4 мм и до 80% на глубине 0,8 мм. Образцы были изготовлены из стали с размерами 15X15, 15X20, 20X20 и 22X22 мм.

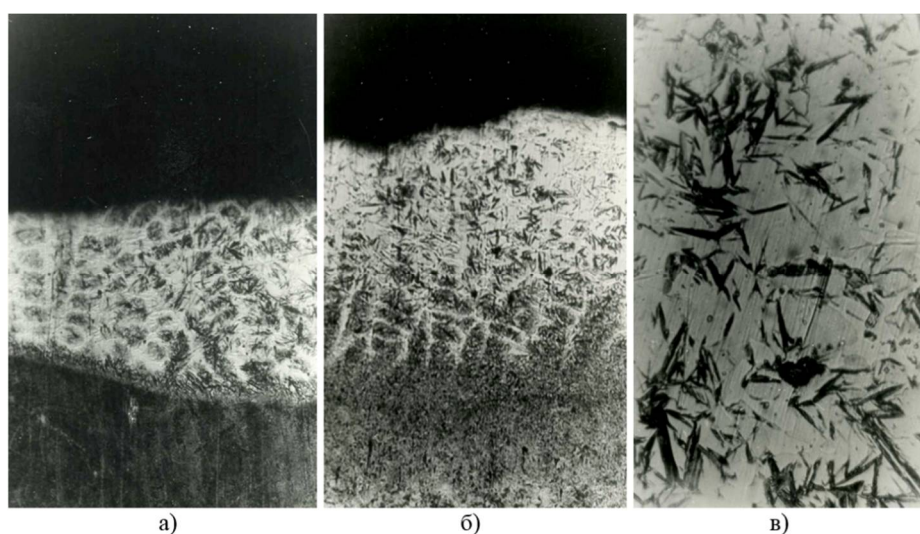


Рис.1. Микроструктура твердосплавного покрытия и высокоуглеродистого подслоя у образцов: а-толщина покрытия 1,5-2,0 мм после закалки с температуры нагрева 1100°C и отпуска 200°C ; б-толщина покрытия 2,5 мм после закалки с температуры нагрева 1100°C и отпуска 200°C ; в-микроструктура крупнозернистого мартенсита и остаточного аустенита на глубине 0,4-0,6 мм от поверхности твердосплавного покрытия. X200

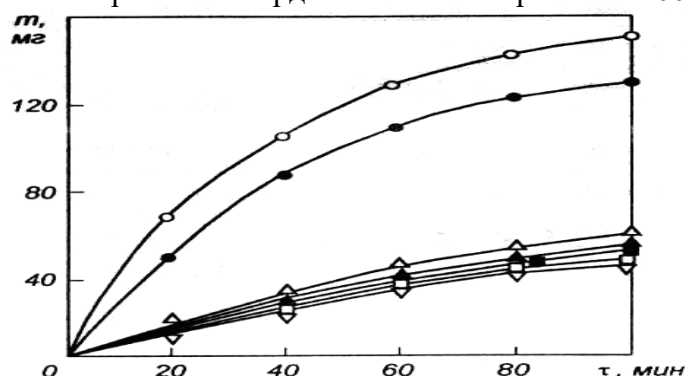


Рис.2. Влияние твердосплавных покрытий и термической обработки на величину абразивного износа: $\circ$ и $\bullet$ - основной материал (среднеуглеродистая сталь с 0,35%С) без покрытия и без термообработки, и после закалки с 900°C , отпуск при 200°C соответственно; Δ , $\blacktriangle$, $\square$ и $\blacksquare$ - образцы с твердосплавными покрытиями, полученными из обзак толщиной 1,5, 2,0, 2,5 мм без термической обработки; ∇ - образец с покрытием, полученным из обзакки толщиной 0,8-1,5 мм и более 2,0 мм после закалки 900°C и отпуска 200°C .

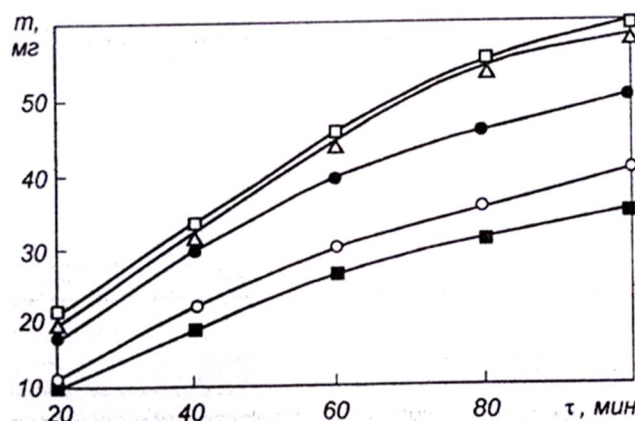


Рис.3. Изменение абразивного износа образцов с твердосплавным покрытием, полученным из обмазки толщиной 1,5-2,0 мм, во времени при различной термической обработке образцов: ●, Δ и □ - закалке с температуры 900, 1100 и 1150⁰С, а также отпуске при 200⁰С; ■ и ○ - предварительной закалке с 1100 и 1150⁰С, промежуточного отпуска 650⁰С, повторной закалке с 900⁰С, отпуска при 200⁰С.

На основании проведенных исследований для проведения полевых испытаний были изготовлены четыре партии опытных деталей машин. Первая партия была изготовлена по серийной технологии из обыкновенной стали 20, вторая из стали 35ГЛ без износостойких покрытий, третья из стали 35ГЛ с твердосплавным износостойким покрытием, четвертая из стали 35ГЛ с твердосплавным износостойким покрытием после оптимальной термической обработки с двойной фазовой перекристаллизацией [3,8]. Величина износа образцов определялись весовым методом, после окончательной работы машин. Также определяли относительную износостойкость образцов по сравнению с серийными изделиями. Это дает возможность увеличения износостойкости и долговечности деталей машин [8].

Разработанные автором технологии нанесения твердосплавных износостойких покрытий при литье по газифицируемым моделям и последующей термической обработке с одинарной и двойной фазовой перекристаллизацией использованы при производстве опытной партии литых деталей и испытаны на полевых условиях различных территориях республики. Результаты полевых испытаний показали, что износостойкость литых твердосплавных износостойких закаленных деталей в три и более раза выше [8], чем в серийных изделиях.

В заключение можно сделать вывод, что эффективным способом повышения абразивной износостойкости является нанесение на рабочие поверхности изделия твердосплавного покрытия при литье по газифицируемым моделям. Термическая обработка твердосплавного покрытия из высокохромистого твердого сплава, проведенная с двойной фазовой перекристаллизацией, формирует оптимальную структуру с высокой плотностью дислокаций, дисперсными вторичными и скоагулированными первичными карбидами. Оптимальная термическая обработка с двойной фазовой перекристаллизацией твердосплавного износостойкого покрытия повышает абразивную износостойкость более чем на 50% по сравнению с обычной термической обработкой [4]. Оптимальная термическая обработка закалка+отпуск увеличивает эксплуатацию и долговечность литых деталей машин в 3-4 раза выше, по сравнению с серийными используемыми деталями [10]. Данная инновационная технология внедрена в АО «Узметкомбинат» с хорошим экономическим эффектом.

Литература

1. Хрущов М.М., Бабичев М.А., Беркович Е.С., Козырев С.П. Износостойкость и структура твердых наплавов. Справочник. – М.: Машиностроение, 2011. - 194 с.
2. Попов В.С. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин // Металл и литье Украины, 2014. №1-2. С.13-19.

3. Тилабов Б.К., Мухамедов А.А. Получение многослойных износостойких покрытий на деталях почвообрабатывающих машин и их термическая обработка. – Т.: Вестник ТашГТУ, №1.2007. С.104-107.
4. Тилабов Б.К. Основы теории и технологии нового перспективного процесса получения литых деталей машин с износостойким твердосплавным покрытием путем литья по газифицируемым моделям. Монография. – Т.: «Fan va texnologiya», 2015. - 167 с.
5. Гришин Д.С. Литье по газифицируемым моделям. – М.: Машиностроение-98. 275 с.
6. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. – М.: Металлургия, 2010. - 632 с.
7. Muhamedov A.A. The influence of thermal history on the Structure and Properties of Steel // The physics of Metals and Metallography. – М.: Russia. 1999. V74. №5. P. 482-487.
8. Тилабов Б.К. Получение износостойких покрытий на поверхности рабочих органов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – М.: Москва, 2012. №6. С.42-45.
9. Тененбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию. М.: Машиностроение, 1999. - 267 с.
10. Tilabov B.K. Increase the service life of cast parts tillihg machines // International Conference «Global Science and Innovation» March 23-24, 2016. – USA. Chicago, 2016. P.222-225.

ИННОВАЦИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

ТОМ 2, НОМЕР 1

INNOVATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

VOLUME 2, ISSUE 1

Editorial staff of the journals of www.tadqiqot.uz

Tadqiqot LLC the city of Tashkent,

Amir Temur Street pr.1, House 2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Phone: (+998-94) 404-0000

Контакт редакций журналов. www.tadqiqot.uz

ООО Тадқиқот город Ташкент,

улица Амира Темура пр.1, дом-2.

Web: <http://www.tadqiqot.uz/>; Email: info@tadqiqot.uz

Тел: (+998-94) 404-0000