ISSN 0042-1707

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

O‘ZBEKISTON KIMYO JURNALI

УЗБЕКСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

UZBEK CHEMICAL JOURNAL

1957-yil yanvardan buyon yiliga 6 marta nashr etiladi

4/2026

TOSHKENT – 2026

Главный редактор: д.х.н., проф. Ибрагимов А.Б.

Зам.главного редактора: академик Намазов Ш.С.

Зам.главного редактора: д.х.н., проф. Гуро В.П.

Ответственный секретарь: Доктор философии (PhD) Ганиева С.Х.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Академик РАЕН Капустин В.М. (Россия)
Академик РАН Цивадзе А.Ю. (Россия)
Академик АН РУз Ибрагимов Б.Т.
Академик АН РУз Беглов Б.М.
Академик АН РУз Джалилов А.Т.
Академик АН РУз Рашидова С.Ш.
Академик АН РУз Салихов Ш.С.
Академик АН РУз Юсупбеков Н.Р.
Член-корр. РАН Буряк А.К. (Россия)
Член-корр. РАН Гнеденков С.В. (Россия)
Член-корр. РАН Иванов В.К. (Россия)
Член-корр. РАН Максимов А.Л. (Россия)
Профессор Лицзе Го (Китай)
Профессор Кристина Тодерич (Япония)
Профессор Уллерих Энглерт (Германия)
Профессор Усманов С.У. (Казахстан)
Профессор Блохин А.А. (Россия)
Профессор Трошкина И.Д. (Россия)
Доктор хим.наук Фишер Д.Е. (Казахстан)

Доктор хим. наук, профессор Акбаров Х.И.
Доктор хим. наук, профессор Закиров Б.С.
Доктор хим. наук, профессор Кадырова З.Р.
Доктор хим. наук, профессор Тураев Х.Х.
Доктор техн. наук, профессор Искандарова М.
Доктор техн. наук, профессор Сагдуллаев Ш.Ш.
Доктор техн. наук, профессор Санакулов К.С.
Доктор техн. наук, профессор Эркаев А.У.
Доктор хим. наук, профессор Эшметов И.Д.
Доктор техн. наук, профессор Юсупов Ф.М.
Доктор техн. наук, профессор Тогашаров А.С.
Доктор техн. наук, профессор Усанбаев Н.Х.
Доктор хим. наук Кадырова З.Ч.
Доктор хим. наук Ашуров Ж.М.
Доктор биол. наук Мячина О.В.
Доктор техн. наук Кучаров Б.Х.
Доктор хим. наук Расулова С.Н.
Доктор философии (PhD) Мирзамахмудов Ж.Т.
Канд.биол.наук Ташпулатов Ж.Ж.

Адрес редакции: 100170, Ташкент, ул.М.Улугбека, 77-а Институт общей и неорганической химии АН РУз Телефон: +99871 262-56-60, факс: +99871 262-79-90, http://www.uzchemj.uz

Редактор: канд.техн.наук Ким Р.Н.

Техн.редактор: Пулатов Б.А.

Журнал зарегистрирован Агентством по печати и информации Республики Узбекистан 22.12.2006 г. Регистрационный номер 0047

Методология. Изучали с помощью рентгеновской дифракции, анализа Void, морфология кристалла изучена с помощью модели BFDH.

Научная новизна. Впервые синтезирован новый семикоординационный комплекс $[Co(phen)(NO_3)_2(DMF)]$.

Полученные данные Комплекс кристаллизуется в триклинной сингонии, пространственной группе P-1. Void-анализ подтверждает плотную упаковку молекул и наличие небольших изолированных пустот.

Ключевые слова: координационные соединения, 1,10-фенантролин, комплекс, ДМФ, морфология кристаллов, структура.

Особенности:

- новый семикоординационный комплекс Co(II);
- координационное окружение CoN_2O_5;
- упаковка стабилизируется нековалентными связями C-H···O;
- полиэдрическая форма кристалла

Toirova G.X., To'rayev X.X., Ibragimov A.B., Saidov D.X., Ganiyeva S.X

KOBALT (II) NING 1,10-FENANTROLIN BILAN YANGI YETTI KOORDINATALI KOMPLEKSI: KRISTALL TUZILISHI, SUPRAMOLEKULYAR ARXITEKTURASI VA KRISTALLAR MORFOLOGIYASI

Referat. *Muammoning dolzarbligi.* Kobalt(II)ning 1,10-fenantrolin bilan koordinatsion birikmalari supramolekulyar tuzilmalari va fizik-kimyoviy xossalarining xilma-xilligi tufayli katta qiziqish uyg'otadi.

Maqsad. Kobalt(II)ning 1,10-fenantrolin, nitrat-ionlari va DMF bilan kompleksini sintez qilish, uning tuzilishi, arxitekturasi va morfologiyasini o'rganish.

Metodologiya. Rentgen difraksiyasi va Void tahlili yordamida o'rganildi, kristall morfologiyasi esa BFDH modeli asosida tadqiq qilindi.

Ilmiy yangiligi. Yangi yarim koordinatali kompleks $[Co(phen)(NO_3)_2(DMF)]$ birinchi marta sintez qilindi.

Natijalar. Kompleks triklinik tizimda, P-1 fazoviy guruhida kristallanadi. Bo'shliqlarni tahlil qilish molekulalarning bir-biriga yaqin joylashishini va kichik izolyatsiya qilingan bo'shliqlarning mavjudligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: koordinatsion birikmalar, 1,10-fenantrolin, kompleks, DMF, kristall morfologiyasi, tuzilishi.

Xususiyatlari:

- yangi yarim koordinatali Co(II) kompleksi;
- koordinatali muhit CoN_2O_5;
- kristall o'rash kovalent bo'lmagan C-H···O bog'lanishlari bilan barqarorlashadi;
- ko'p qirrali kristall shakli.

[1]А.И. АСАДОВ, [1]У.Н. РУЗИЕВ, [2]С.Н. РАСУЛОВА, [2]Е.Т. САФАРОВ, [2]В.П. ГУРО

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА МОДИФИЦИРОВАНИЕМ ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИМ ПОРОШКОМ

[1]АО Узбекский комбинат технологических металлов;
[2]Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан
Дата поступления: 13.08.2026

Реферат. *Предпосылки проблемы.* Повышение ресурса работы инструмента из твердых сплавов АО УзКТМ остается актуальной проблемой.

Цель: разработать технологию повышения износостойкости бурового инструмента из твердых сплавов за счет модифицирования структуры высокодисперсным вольфрамсодержащим порошком.

Методология. Порошок W-W_2C получали спеканием WO_3 с аморфным углеродом. Смеси подвергали размолу, прессованию и вакуумно-компрессионному спеканию (Sinter-HIP). Исследовали: структуру (СЭМ-EDS, РФА), микротвердость (Виккерс), трещиностойкость (Палмквист).

Научная новизна. Результат испытаний опытных образцов показал перспективность модифицирования структуры высокодисперсными вольфрамсодержащими добавками для ударно-абразивных условий эксплуатации.

Полученные данные. Введение модификатора сопровождалось уменьшением размера зерна WC с 2,2-2,5 до 1,4-1,6 мкм и повышением твердости и трещиностойкости. Испытание образцов вывило увеличение ресурса инструмента и скорости бурения.

Ключевые слова: твердые сплавы, высокодисперсный вольфрамсодержащий порошок; спекание; ресурс, буровой инструмент.

Особенности:

- ударно-абразивных условий эксплуатации инструмента;
- высокодисперсные вольфрамсодержащие добавки в твердый сплав;
- введение модификатора структуры твердого сплава;
- повышением твердости и трещиностойкости изделий.

Введение. Развитие горнодобывающей промышленности сопровождается усложнением горно-геологических условий добычи рудного сырья. При бурении кварцитов и гранитов инструмент испытывает циклические ударные нагрузки, интенсивное трение и локальный нагрев. Основным материалом для его армирования остаются твердые сплавы WC-Co (группа ВК), сочетающие высокую твердость карбидной фазы с вязкостью кобальтовой связки. В Узбекистане их промышленное производство осуществляется в АО «Узбекский комбинат технологических металлов» (УзКТМ). Повышение стойкости изготавливаемых там изделий ВК в условиях ударно-абразивного износа остается актуальной технологической задачей.

Твердые сплавы WC-Co получают методами порошковой металлургии, включающими подготовку и смешение порошков WC и Co, формование заготовок и жидкофазное спекание; структура и свойства конечного материала определяются содержанием кобальта, размером зерен WC, их распределением и состоянием межфазных границ [1, 2, 3]. Переход к субмикронному и ультрамелкозернистому состоянию позволяет повысить твердость и сопротивление износу, что особенно важно для режущего и бурового инструмента [4, 5, 6, 12]. Вместе с тем высокая дисперсность порошков усложняет их компактирование и повышает чувствительность к агломерации и росту зерна при спекании [7, 8]. Для буровых вставок из WC-Co характерно сочетание абразивного износа, усталостного растрескивания, локального выкрашивания зерен WC и деградации кобальтовой связки [9]. Поэтому управление дисперсностью исходной шихты и кинетикой формирования структуры рассматривается как одно из перспективных направлений повышения ресурса твердых сплавов [3, 4, 5, 6].

Цель исследования - повышение эксплуатационной износостойкости бурового инструмента за счет модифицирования структуры твердых сплавов ВК высокодисперсным вольфрамсодержащим порошком и оптимизации операций смешения, прессования и вакуумно-компрессионного спекания.

Материалы и методы. Объектами исследования служили промышленные твердые сплавы ВК8 и ВК10, а также буровые зубки и коронки, изготовленные из этих материалов. В шихту ВК8 вводили 1,0 мас.% модификатора, в шихту ВК10 - 1,5 мас.%. В качестве модификатора использовали высокодисперсный вольфрамсодержащий порошок, полученный по запатентованному способу [10].

Порошок получали по разработанной ранее схеме карботермического восстановления WO_3 аморфным углеродом [10, 11]. Исходные компоненты брали при молярном соотношении WO_3:C = 1:2,2. Шихту нагревали в трубной печи со скоростью 5 °C/мин до 1000 °C в атмосфере аргона (3 дм³/мин) и выдерживали 2 ч. После снижения температуры до 700 °C в реактор подавали водород (2 дм³/мин) и проводили дополнительную двухчасовую обработку. В первичном источнике [10] продукт обозначен как нанопорошок вольфрама; с учетом приведенных там данных РФА о присутствии W_2C в настоящей работе модификатор обозначен как высокодисперсный вольфрамсодержащий порошок W-W_2C.

Синтезированный порошок вводили в промышленную шихту ВК8 и ВК10 и смешивали в мельницах мокрого размола в этанольной среде в течение 24 ч. Для улучшения формуемости применяли парафин (2 мас.%) и полиэтиленгликоль. Заготовки прессовали при 150-200 МПа; наряду со стандартными пресс-формами использовали «перевернутую» схему формования, предназначенную для снижения неоднородности упругого последействия при выталкивании деталей сложной геометрии.

Спекание проводили в вакуумно-компрессионной печи по схеме Sinter-HIP. На первой стадии осуществляли медленный нагрев в вакууме до 800 °C для удаления временной органической связки; затем температуру повышали до 1450 °C, обеспечивая жидкофазное спекание. На заключительной стадии в камеру подавали аргон под давлением 50 бар для дополнительного уплотнения материала.

Морфологию и химический состав исследовали методом СЭМ-EDS на микроскопе EVO MA (Carl

Zeiss, Germany) с энергодисперсионным анализатором Oxford Instruments (UK); фазовый состав определяли методом рентгенофазового анализа. Твердость измеряли по Виккерсу при нагрузке 30 кгс (HV30), трещиностойкость KIC оценивали методом Палмквиста по длине трещин от углов отпечатка индентора. Промышленные испытания проводили на объектах АО «Алмалыкский ГМК» при бурении кварцит-гранитов.

Результаты и обсуждение. На первой стадии синтеза при 1000 °C протекало восстановление WO_3 углеродом с формированием вольфрамсодержащих фаз. Последующая обработка при 700 °C в водороде использовалась для дополнительного восстановления остаточных кислородсодержащих соединений. Полученный порошок исследовали методами СЭМ-EDS и РФА.

СЭМ-изображение на рис. 1 показывает морфологию синтезированного порошка и образование агломератов. EDS-анализ подтверждает преобладание вольфрама (около 97 мас.%) при наличии небольшого сигнала кислорода. Для целей настоящего исследования микрофотографию использовали как качественную характеристику морфологии; отдельное статистическое определение распределения первичных частиц по размерам в данной работе не проводилось. Поэтому далее продукт характеризуется нейтральным термином «высокодисперсный вольфрамсодержащий порошок».

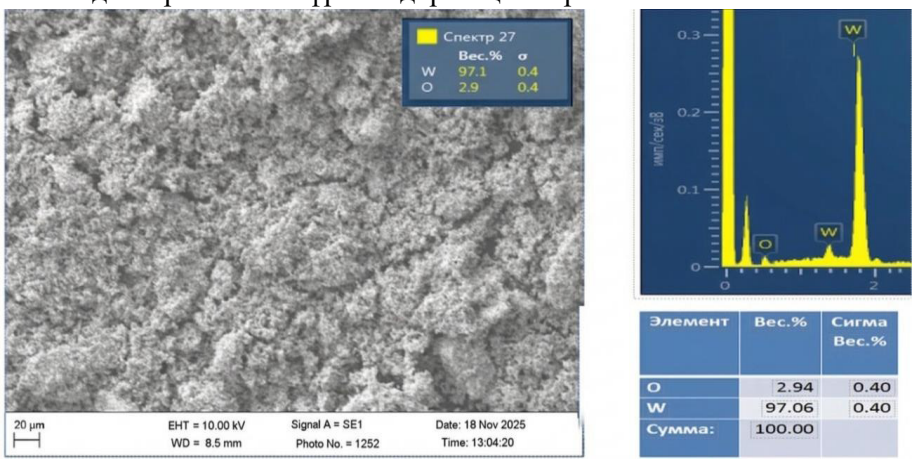


Рис. 1. Морфология и EDS-анализ синтезированного вольфрамсодержащего порошка

Рентгенофазовый анализ синтезированного порошка приведен на рис. 2 по данным [10]. В первичном источнике основные дифракционные максимумы отнесены к металлическому вольфраму; одновременно на дифрактограмме отмечены слабые рефлексы W_2C и графитового углерода. Выраженные рефлексы оксидных фаз вольфрама не наблюдаются. С учетом представленного фазового состава в настоящей работе полученный продукт далее обозначается как высокодисперсный вольфрамсодержащий порошок W-W_2C. Обозначения фаз и рефлексов на рис. 2 сохранены согласно первичному источнику [10].

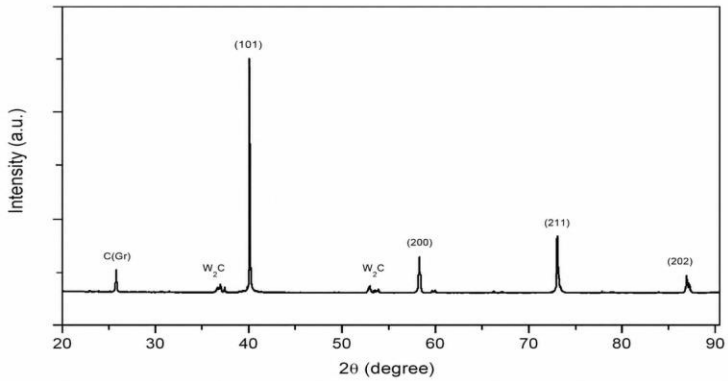


Рис. 2. РФА синтезированного вольфрамсодержащего порошка по данным [10]; обозначения фаз и рефлексов приведены согласно первичному источнику.

Высокая дисперсность модификатора повышала внутреннее трение в порошковой массе, поэтому особое значение имели равномерность его распределения и применение временной органической связки. Мокрый размол обеспечивал разрушение части агломератов и более равномерное распределение добавки в объеме шихты. При формовании буровых зубков существенным фактором являлось неоднородное упругое последействие, способное вызывать ламинацию и локальные трещины при выталкива-

нии прессовки.

Применение «перевернутой» схемы прессования позволяло сохранять небольшое осевое поджатие приповерхностных слоев в момент выхода детали из матрицы и тем самым уменьшать проявление упругого последействия. Результаты формования представлены на рис. 3. При переходе от вариантов a и b к «перевернутой» схеме с поверхность прессовки визуально становится более равномерной, с меньшей выраженностью поверхностных дефектов. В диапазоне 150-200 МПа это указывает на снижение вероятности ламинационных дефектов.

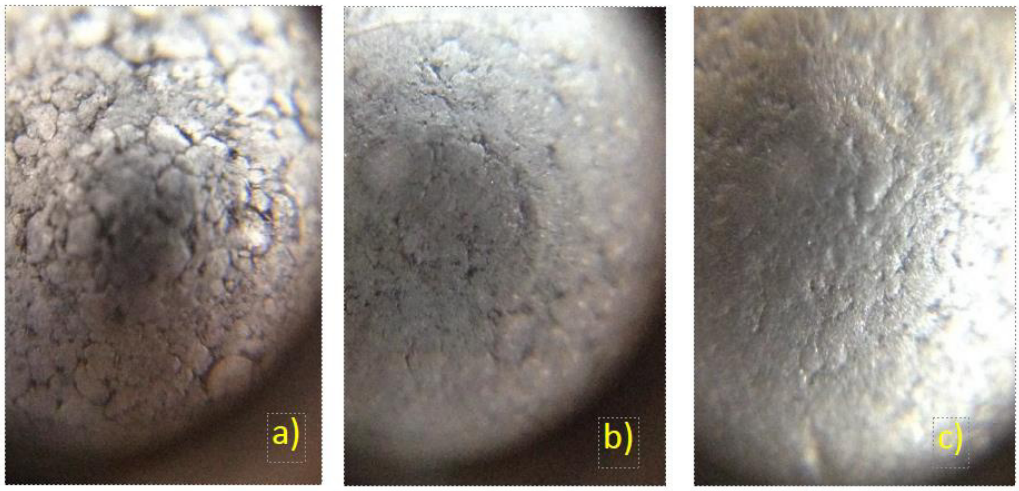


Рис. 3. Результаты формования при различных вариантах пресс-формы: a - баллистическая; b - полубаллистическая; c - полубаллистическая с «перевернутой» схемой прессования

При жидкофазном спекании высокодисперсная вольфрамсодержащая добавка взаимодействует с кобальтовой связкой и может влиять на процессы растворения-осаждения карбидной фазы. Наблюдаемое в данной работе измельчение структуры согласуется с известной ролью дисперсности шихты и кинетики роста зерен в формировании свойств WC-Co-сплавов [4, 5, 6].

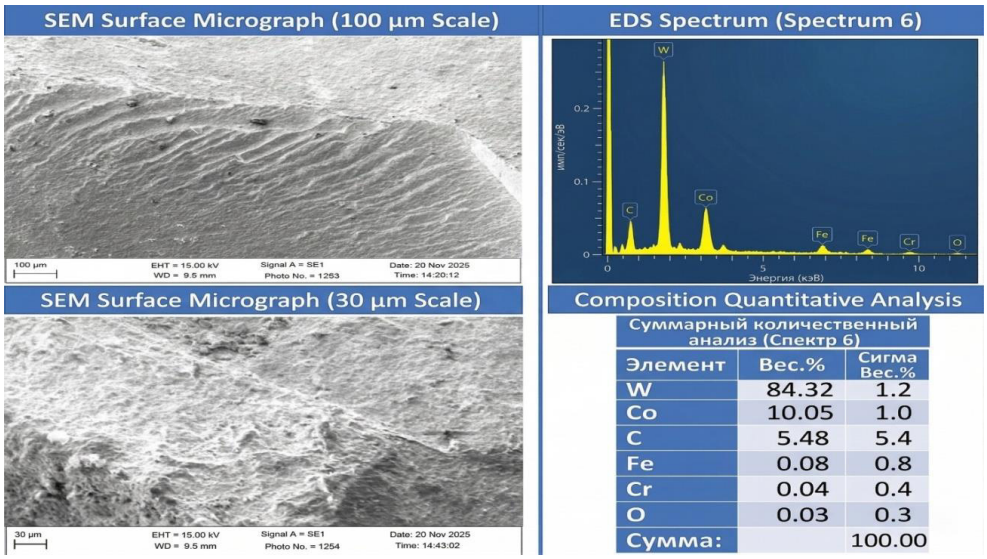


Рис. 4. Поверхность излома стандартного твердого сплава ВК10 (СЭМ-EDS)

Для оценки влияния модификатора исследовали поверхности излома стандартного и модифицированного сплавов ВК10 методом СЭМ-EDS. Стандартный ВК10 (рис. 4) характеризуется выраженной разнозернистостью; средний размер зерен WC составлял 2,2-2,5 мкм. После введения 1,5 мас.% модификатора (рис. 5) структура становится более однородной, а средний размер зерен WC уменьшается до 1,4-1,6 мкм. Локальные EDS-спектры обоих образцов близки по содержанию W (около 84,3-84,5 мас.%) и Co (около 10 мас.%), поэтому основное различие связано с изменением микроструктуры.

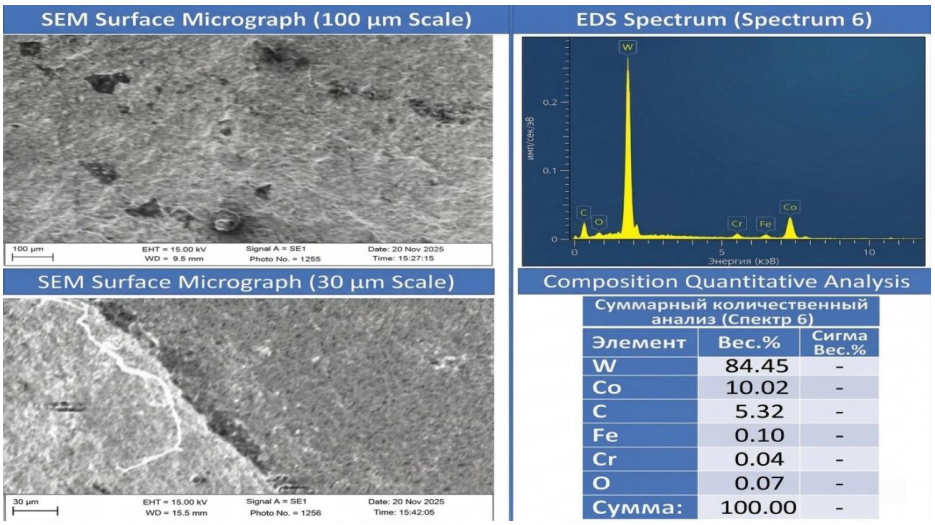


Рис. 5. Поверхность излома твердого сплава ВК10, модифицированного 1,5 мас.% порошка W-W_2C (СЭМ-EDS)

Аналогичная тенденция наблюдалась для ВК8. Сопоставление рис. 4 и 5 указывает на измельчение и выравнивание зеренной структуры после введения модификатора, что согласуется с подавлением интенсивного роста зерен WC при жидкофазном спекании.

Таблица 1.

Физико-механические свойства твердых сплавов

Состав сплава	Твердость, HV30	KIC, МПа·м$^{1/2}$	Плотность, г/см^3	Средний размер зерна WC, мкм
ВК8 (стандарт)	1450 ± 20	11,5	14,7	2,2
ВК8 + 1,0% W-W_2C	1580 ± 15	13,2	14,8	1,4
ВК10 (стандарт)	1320 ± 25	14,2	14,5	2,5
ВК10 + 1,5% W-W_2C	1460 ± 18	15,8	14,6	1,6

По данным табл. 1 для ВК8 введение 1,0 мас.% модификатора повышало твердость примерно на 9,0%, а KIC - на 14,8%; для ВК10 при 1,5 мас.% добавки прирост составлял соответственно 10,6 и 11,3%. При этом плотность изменялась незначительно. Одновременное повышение твердости и трещиностойкости представляет практический интерес, поскольку для WC-Co-сплавов обычно характерен компромисс между этими свойствами, зависящий от размера зерна и содержания кобальтовой связки [4, 6].

Промышленные испытания проводили при бурении кварцит-гранита с содержанием кварца до 74% и коэффициентом крепости по шкале Протодьяконова f = 14-18. Использовали коронки диаметром 45 мм, оснащенные зубками из стандартного ВК10 и ВК10+1,5 мас.% W-W_2C. Давление удара составляло 170 бар, давление вращения - 60 бар; в качестве промывочной среды использовали воду. Состояние рабочих поверхностей сравнивали после проходки одинакового интервала 18-20 м.

На поверхности стандартного инструмента (рис. 6) наблюдается сетка микротрещин, характерная для циклического термомеханического нагружения, а также локальные сколы и участки выкрашивания. Подобное сочетание абразивного износа, усталостного повреждения и потери опоры зернами WC описано для буровых вставок из цементированных карбидов [9]. Поверхность модифицированного инструмента (рис. 7) характеризуется более равномерным износом и меньшей выраженностью крупных сколов. Это согласуется с повышением однородности структуры и уменьшением размера зерна WC.

Промышленные испытания подтвердили повышение работоспособности модифицированного материала. Общий ресурс зубка увеличился с 450 до 680 м (+51,1%), а средняя скорость бурения с 0,85 до 0,98 м/мин (+15,3%). Интервал между заточками увеличился с 18-22 до 28-35 м. Полученные данные позволяют связывать рост эксплуатационной стойкости прежде всего с более мелкой и однородной структурой WC-Co и снижением склонности к локальному выкрашиванию.



Рис. 6. Стандартный буровой инструмент (ВК10) после испытаний



Рис. 7. Буровой инструмент из ВК10+1,5 мас.% W-W_2C после испытаний

Таблица 2.

Эксплуатационные показатели буровых коронок

Показатель	Стандартная коронка (ВК10)	Модифицированная коронка (ВК10+1,5% W-W_2C)	Изменение
Объект испытаний	Кварцит-гранит	Кварцит-гранит	-
Давление удара, бар	170	170	Без изменения
Проходка до заточки, м	18-22	28-35	Увеличение
Общий ресурс зубка, м	450	680	+51,1%
Средняя скорость бурения, м/мин	0,85	0,98	+15,3%
Характер износа	Сколы, сетка микротрещин	Преимущественно равномерное истирание	Стойкость к хрупкому выкрашиванию

Заключение Разработана технологическая схема модифицирования промышленных сплавов ВК8 и ВК10 высокодисперсным вольфрамсодержащим порошком W-W_2C, получаемым из WO_3 по двухстадийной восстановительной схеме [10, 11]. Введение 1,0-1,5 мас.% модификатора в сочетании с мокрым размолом, применением органической связки и вакуумно-компрессионным спеканием обеспечило измельчение зеренной структуры: средний размер WC уменьшился с 2,2-2,5 до 1,4-1,6 мкм. Для ВК8 и ВК10 получено одновременное повышение твердости и трещиностойкости. Максимальные значения в исследованных составах составили 1580 HV30 и 15,8 МПа·$м^{1/2}$ соответственно. В промышленных условиях ресурс зубка из ВК10+1,5 мас.% W-W_2C достиг 680 м против 450 м для стандартного ВК10 (+51,1%), а средняя скорость бурения увеличилась на 15,3%. Характер повреждения поверхности сместился от выраженного локального скалывания к более равномерному абразивному износу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Upadhyaya G. S. Cemented Tungsten Carbides: Production, Properties, and Testing. - William Andrew Publishing, 1998. - 246 p.
2. Панов В. С., Чувилин А. М., Фальковский В. А. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них. - Москва: МИСИС, 2004. - 464 с.
3. Бондаренко В. П., Гнесин Г. Г., Фомичев О. И. Инструментальные твердые сплавы: состояние и перспективы развития // Порошковая металлургия. 2011. № 1/2. С. 78-92.
4. Fang Z. Z., Wang X., Ryu T., Hwang K. S., Sohn H. Y. Fracture, fatigue and wear of nanocrystalline cemented tungsten carbide: A review // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. 2014. Vol. 44. P. 81-89. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2014.01.012.

5. Gille G., Szesny B., Dreyer K., van den Berg H., Schmidt J., Gestrich K., Leitner G. Submicron and ultrafine grained hardmetals for microdrills and metal cutting inserts // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. 2002. Vol. 20. P. 3-22. DOI: 10.1016/S0263-4368(01)00066-X.
6. Garcia J., Collado Cipres V., Blomqvist A., Kaplan B. Cemented carbides for cutting, mining and wear applications: a review // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. -2019. -Vol. 80. -P. 40-68. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2018.12.009 .
7. Гусев А. И., Курлов А. С. Нанокристаллические материалы. - Москва: Физматлит, 2013. - 282 с.
8. Хасанов О. Л., Дзевич С. С., Струц В. В., Соколов В. М., Похолков Ю. П. Методы компактирования нанопорошков и получение объемных наноструктурных материалов // Нанотехнологии. Экология. Производство. - 2010. -№ 4. -С. 104-107.
9. Beste U., Jacobson S., Hogmark S. On the nature of the wear of cemented carbide rock drill buttons // Wear. 2001. Vol. 249. P. 322-329. DOI: 10.1016/S0043-1648(01)00531-1.
10. Асадов И. С., Рузиев У. Н., Фозилов Д. М., Фаттахов А. З., Абидов А. И., Каюмов А. А. Способ получения нанопорошка вольфрама. Патент на изобретение UZ IAP 07484. Опубл. 29.09.2023. Бюл. № 9.
11. Асадов А. И., Рузиев У. Н., Асадов И. С., Гуро В. П., Расулова С. Н., Ибрагимова М. А. Процесс получения нанопорошка вольфрама из его оксида путем карботермического восстановления // Узбекский химический журнал. 2024. № 2. С. 47-51.
12. Yang X.-H., Wang K.-F., Zhang G.-H., Chou K.-C. Fabrication and performances of WC-Co cemented carbide with a low cobalt content // International Journal of Applied Ceramic Technology. 2022. Vol. 19. P. 1341-1353. DOI: 10.1111/ijac.13966

A.I. Asadov, U.N. Ruziev, S.N. Rasulova, E.T. Safarov, V.P. Guro

INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF DRILLING TOOLS BY MODIFYING VK HARD ALLOY WITH HIGHLY DISPERSED TUNGSTEN-CONTAINING POWDER

Abstract. *Background.* Increasing the service life of UzKTM's hard alloy tools remains a pressing issue.

Purpose: To develop a technology for increasing the wear resistance of hard alloy drilling tools by modifying their structure with highly dispersed tungsten-containing powder.

Methodology. W-W_2C powder was obtained by sintering WO_3 with amorphous carbon. The mixtures were milled, pressed, and sintered in vacuum compression (Sinter-HIP). The following parameters were analyzed: structure (SEM-EDS, X-ray diffraction), microhardness (Vickers), and fracture toughness (Palmquist).

Originality. Testing of pilot samples demonstrated the potential of modifying the structure with highly dispersed tungsten-containing additives for impact-abrasive operating conditions.

Findings. The introduction of the modifier resulted in a decrease in the WC grain size from 2.2-2.5 to 1.4-1.6 μm and an increase in hardness and fracture toughness. Testing of the samples revealed an increase in tool service life and drilling speed.

Keywords: hard alloys, highly dispersed tungsten-containing powder; Sintering; service life, drilling tool.

Highlights:

- impact-abrasive tool operating conditions;
- highly dispersed tungsten-containing additives in hard alloy;
- introduction of a hard alloy structure modifier;
- increased hardness and crack resistance of products.

A.I. Asadov, U.N. Ro'ziyev, S.N. Rasulova, E.T. Safarov, V.P. Guro

BURG'ILASH ASBOBLARINING YEYILISHGA CHIDAMLILIGINI VK QATTIQ QOTISHMASINI YUQORI DISPERSLI VOLFRAM TARKIBLI KUKUN BILAN MODIFIKATSIYALASH ORQALI OSHIRISH

Referat. Muammoning kelib chiqishi. «O'zKTM» AJ qattiq qotishmalaridan tayyorlangan asboblarning ishlash resursini oshirish dolzarb muammo bo'lib qolmoqda.

Yondashuv: Yuqori dispersli volfram tarkibli kukun bilan strukturani modifikatsiyalash hisobiga qattiq qotishmalardan tayyorlangan burg'ilash asboblarining yeyilishga chidamliligini oshirish texnologiyasini ishlab chiqish.

Metodologiya. W-W_2C kukuni WO_3 ni amorf uglerod bilan pishirish orqali olindi. Aralashmalar maydalash, presslash va vakuum-kompression pishirishdan (Sinter-HIP) o‘tkazildi. Struktura (SEM-EDS, RFA), mikroqattiqlik (Vikkers), darz ketishga bardoshlik (Palmkvist) tadqiq qilindi.

Ilmiy yangilik. Tajriba namunalarini sinash natijalari zarb-abraziv ekspluatatsiya sharoitlari uchun strukturani yuqori dispersli volfram tarkibli qo‘shimchalar bilan modifikatsiyalash istiqbolli ekanligini ko‘rsatdi.

Olingan natijalar. Modifikatorning kiritilishi WC donalari o‘lchamining 2,2-2,5 mkm dan 1,4-1,6 mkm gacha kamayishi, shuningdek, qattiqlik va yorilishga chidamlilikning oshishi bilan birga kechdi. Namunalarni sinovdan o‘tkazish natijasida asbobning xizmat muddati va burg‘ulash tezligining oshishi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: qattiq qotishmalar, yuqori dispersli volfram tarkibli kukun, pishirish; resurs, burg‘ilash asbobi.

Xususiyatlari:

- asbobning zarb-abraziv ekspluatatsiya sharoitlari;
- qattiq qotishmadagi yuqori dispersli volfram tarkibli qo‘shimchalar;
- qattiq qotishma strukturasini modifikatorini kiritish;
- buyumlarning qattiqligi va darz ketishga bardoshliligini oshirish.

УДК 544.77:547.792:628.3:665.6**.**

ГАНИЕВА С.Х., АДИЗОВ Б.З

3d-МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ КАРКАСЫ, КАК МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АДСОРБЕНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан
E-mail:khimiyanefti@mail.ru
Дата поступления: 30.06.2026

Реферат. *Предпосылки проблемы.* Сточные воды нефтепереработки содержат загрязнители, что требует многофункциональных адсорбентов.

Цель: Исследование перспектив 3d-MOF, синтезируемых в присутствии ПАВ, для очистки нефтеперерабатывающих сточных вод.

Методология. Сорбционные процессы оценены с использованием моделей Ленгмюра, Фрейндлиха и кинетических моделей псевдопервого и псевдовторого порядка.

Научная новизна. Предложен подход «металл-лиганд-ПАВ» для направленного регулирования структурных и сорбционных характеристик MOF.

Полученные данные. Показана перспективность 3d-MOF для удаления нефтепродуктов, фенольных соединений, ароматических веществ и тяжелых металлов за счет комплекса сорбционных механизмов.

Ключевые слова: 3d-MOF, ПАВ, адсорбция, сточные воды, нефтепереработка, нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы.

Особенности:

- многофункциональность;
- регулируемая пористость, селективность;
- возможность регенерации адсорбентов.

Введение. Интенсивное развитие нефтеперерабатывающей промышленности сопровождается образованием значительных объемов сточных вод сложного многокомпонентного состава. В зависимости от состава сырья и особенностей технологического процесса в них могут содержаться нефтепродукты, алифатические и ароматические углеводороды, фенольные соединения, поверхностно-активные вещества, серо- и азотсодержащие компоненты, а также ионы тяжелых металлов. Одновременное присутствие загрязнителей различной природы существенно осложняет процессы очистки и обусловливает необходимость разработки эффективных сорбционных материалов [1].

Традиционные методы очистки, включая отстаивание, коагуляцию, флотацию и биологические процессы, позволяют удалять значительную часть взвешенных и эмульгированных загрязнителей, однако их эффективность в отношении растворенных органических соединений и некоторых неорганических компонентов может быть недостаточной. Поэтому особое значение приобретают адсорбционные техно-

СОДЕРЖАНИЕ

А. С. Тураев К. Гопиров, Ш. Маматкулов Химические научные специальности 3

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Турсунов А., Тураев Х.Х., Эшмуродов Х.Э., Курбонов А., Тошпулатов Ж. Определение и снижение содержания воды в частично окисленном дизельном GTL-топливе с использованием предварительно высушенных адсорбентов 12

Тоирова.Г.Х., Тураевх.Х., Ибрагимова.Б., Саидов Д.Х., Ганиева С.Х. Новый семикоординатный комплекс кобальта (II) с 1,10-фенантролином: кристаллическая структура, супрамолекулярная архитектура и морфология кристаллов 21

А.И. Асадов, У.Н. Рузиев, С.Н. Расулова, Е.Т. Сафаров, В.П. Гуро Повышение износостойкости бурового инструмента модифицированием твердого сплава вк высокодисперсным вольфрамсодержащим порошком 27

Ганиева С.Х., Адизов Б.З 3d-металлоорганические каркасы, как многофункциональные адсорбенты для очистки сточных вод нефтепереработки 34

Турсунов Б.Ч., Тураев Х.Х., Ибрагимов А.Б., Якубов Ю.Ю., Адинаев Х.Ф, Саидов Д.Х.Новый координационный полимер Mn(II) на основе 2,5-дибромтерефталата: кристаллическая структура, рамановская спектроскопия и термогравиметрическое исследование 39

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Атабаев Ф.Б. Бегжанова Г.Б. Турсунова Г.Р. Якубжанова З.Б. Физико-химические свойства портландцемента с гибридной минеральной добавкой на основе местного сырья 48

Жуманов Ю.К., Эминов А.А., Кодирова З.Р., Холмуродова С.А., Эминов А.М., Норкулова З.М. Перспективы применения отхода катализатора ниап 12-05 в качестве нетрадиционного керамического сырья 53

Б.М. Ахмедов, Ж.Э. Омонкулов, А.А. Жиемуратова, Ж.С. Шукуров Исследование растворимости сульфата калия в цитрате моноэтаноламмония методом визуальной политермии 57

Н.А. Улашова, М.А. Юлдашева, З. Тўраев, Б.Х. Кучаров, Б.С. Закиров, А.У. Эркаев Политермическая диаграмма растворимости системы H_3BO_3-K_2SO_4-H_2O 62

Махсудова Н.Д., Атабаев Ф.Б., Бегжанова Г.Б., Мухитдинов Д.Д., Абдуллаев М.Ч., Хаджиев А.Ш. Худойбердиева.Ш.А Использование каолиносодержащих глин каракалпакстана с повышенным содержаниемFe2O3 в производстве портландцементного клинкера 66

Ж.Э. Омонкулов, Б.М. Ахмедов, Б. Б. Ахмедов, Ж.С. Шукуров Изучение политермической растворимости системы K_2SO_4 - $HOOC\text{-}COONH_3C_2H_4OH\text{-}H_2O$ 72

Эшпулатова М.В. Получение жидких удобрений комплексного действия на основе сульфата калия 78

Н.З. Эргашев, А.С. Тогашаров, М.Х. Икрамов, А.А. Сидиков, С.У. Тиллаев Изучение соленого состава образцов почвы, взятых с орошаемых поля сирдарийского района 83

Кулдошов Ш.М., Адинаев Х.Ф., Соатбоева М.У., Расулова С.Н., Юлдашев Ш.У., Эркинбоева Ш.С. Гидрометаллургическое извлечение золота из концентрата кальцинированного пирита в системе тиома 89

Соатбоева М.У., Адинаев Х.Ф., Кулдошов Ш.М., Расулова С.Н., Юлдашев Ш.У., Эркинбоева Ш.С. Извлечение оксида алюминия из золы с использованием карбоната натрия 97

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

О.Ю. Исмаилов, Т.М. Жураев, Й.Ю. Якубов, З.М. Сатторов Регенерация отработанных моторных масел с использованием алюмосиликата и кислотных реагентов 104

Г.И. Хамраева, А.У. Бердиев, У.М. Якубов, Б.Ж. Элмурадов Синтоны тиено[2,3-d]пиримидин-6-карбогидразида: синтез и бифункциональные свойства 110

Алимбаева Ш.Б., Режепов К.Ж., Эсанов Р.С. Синтез и спектральный анализ иминопроизводных 2-гидрокси-1-нафтальдегида 116