

УДК 542.973:546.93'56:543.422.8

# УЛЬТРАМЕЛКИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ НАНОЧАСТИЦЫ Ir–Cu ТИПА ЯДРО–ОБОЛОЧКА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КАТАЛИТИЧЕСКОМ ОКИСЛЕНИИ ТЕКСТИЛЬНОГО КРАСИТЕЛЯ, КОНГО КРАСНОГО, ИОНАМИ ГЕКСАЦИАНОФЕРРАТА(III): КИНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД<sup>1</sup>

© 2021 г. Pooja<sup>a</sup>, \*, Anjali Goel<sup>a</sup>, \*\*

<sup>a</sup>Department of Chemistry, KGC, Gurukul Kangri University, Haridwar, Uttarakhand, 249407 India

\*e-mail: barmanpooja18@gmail.com

\*\*e-mail: anjaligoel10@gmail.com

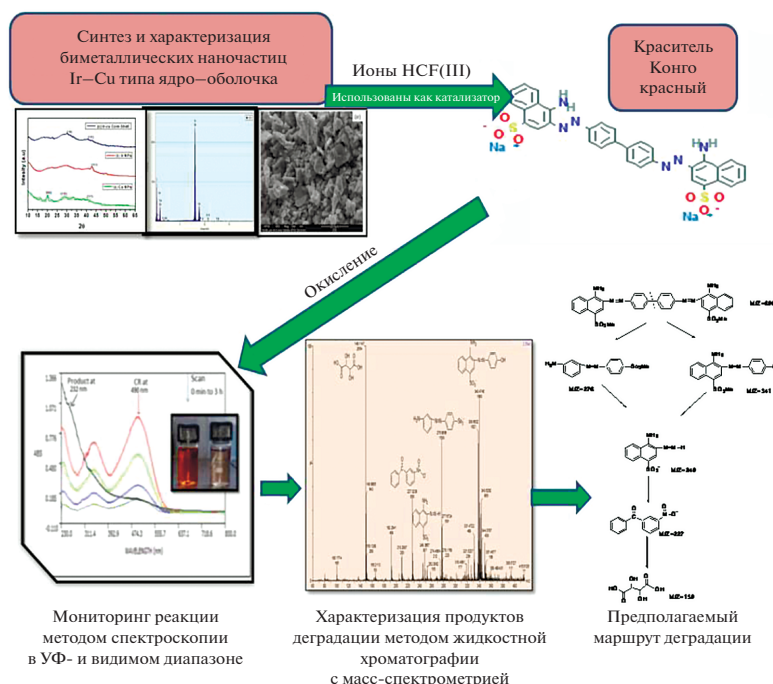
Поступила в редакцию 17.12.2020 г.

После доработки 18.03.2021 г.

Принята к публикации 22.04.2021 г.

Подробно изучены биметаллические наночастицы (БМНЧ) – актуальный объект в области исследования материалов для катализа. Сообщается об универсальном катализаторе реакций окисления органических веществ – биметаллических наночастицах типа ядро–оболочка (CS)@Ir–Cu. БМНЧ (CS)@Ir–Cu с соотношением Ir : Cu = 1 : 1 синтезированы методом модифицированного восстановления полиола из раствора трихлорида иридия и хлорида меди в этиленгликоле как восстановителе и стабилизированы с использованием поверхностно-активного вещества поливинилпирролидона. Синтезированные (CS)@БМНЧ охарактеризованы различными аналитическими методами. Спектры в УФ и видимой области и рентгеноструктурный анализ подтверждают образование солей-предшественников металлов в наночастицах. Данные рентгеновской дифракции также свидетельствуют о ГЦК–структуре наночастиц и их аморфной природе. Распределение частиц по размерам определено с помощью ПЭМ и РФА, а морфология поверхности – методом сканирующей электронной микроскопии с полевой эмиссией (FE–СЭМ). Элементный состав полученных частиц проанализирован методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (ЭРС). Данные ПЭМ и ЭРС подтверждают, что полученные частицы имеют структуру ядро–оболочка (CS) с оболочкой из Ir(0) на ядре из Cu(0) (Ir–Cu БМНЧ). Синтезированные БМНЧ (CS)@Ir–Cu испытаны в качестве катализатора окисления красителя Конго красный ионами гексацианоферрата (III) в водно-щелочной среде. Найдено, что каталитические характеристики БМНЧ (CS)@Ir–Cu лучше, чем характеристики наночастиц Ir или Cu.

## Графический реферат



**Ключевые слова:** ядро–оболочка, биметаллические наночастицы Ir–Cu (БМНЧ), окислительная деструкция, Конго красный, гексацианоферрат(III)

DOI: 10.31857/S0453881121050051

# A Highly Ultrafine Core–Shell Ir–Cu Bimetallic Nanoparticles and Their Application in Catalytic Oxidation of Textile Dye, Congo Red, by Hexacyanoferrate(III) Ions: a Kinetic Approach

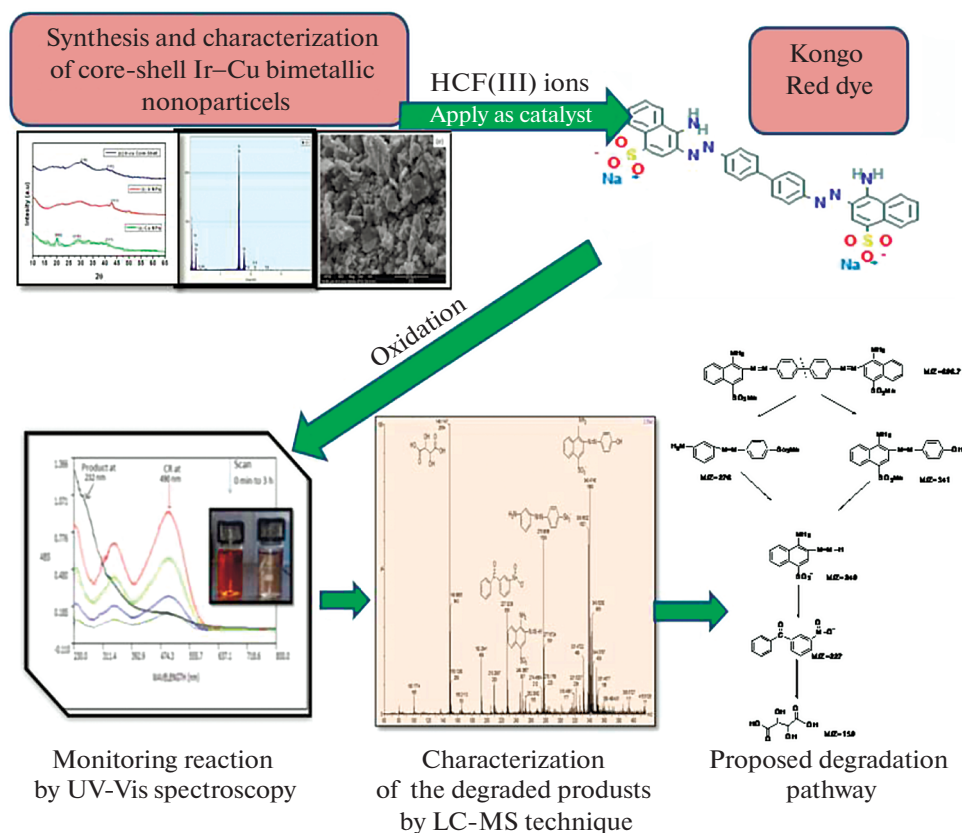
Pooja<sup>1,\*</sup> and Anjali Goel<sup>1,\*\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemistry, KGC, Gurukul Kangri University, Haridwar, Uttarakhand, 249407 India

\*e-mail: barmanpooja18@gmail.com

\*\*e-mail: anjaligoel10@gmail.com

Bimetallic nanoparticles (BMNPs), a pioneer class of material research for catalysis, were intensively explored. We report a versatile catalyst, core–shell (CS)@Ir–Cu bimetallic nanoparticles for organic oxidation reactions. (CS)@Ir–Cu BMNPs of Ir–Cu with a 1 : 1 ratio were synthesized by modified polyol reduction method from the solution of iridium trichloride and copper chloride in ethylene glycol (EG) as reducing agent and stabilized using polyvinylpyrrolidone surfactant (PVP). The synthesized (CS)@BMNPs were characterized using various analytical techniques. UV-Vis spectra and XRD analysis confirmed the formation of metallic precursor salts in nanoparticles. XRD also confirmed a FCC structure of the nanoparticles and their amorphous nature. Particle size distribution was determined by TEM and XRD; surface morphology was studied by FE-SEM techniques. Elemental composition of resultant particles was analyzed by EDX technique. Data from TEM and EDX confirmed that the resultant particles have a core–shell (CS) structure with Ir(0) shell on Cu(0) core (Ir–Cu BMNPs). As synthesized (CS)@Ir–Cu BMNPs were explored as catalyst for the oxidation of Congo red dye by HCF(III) ion in an aqueous alkaline medium. In terms of catalytic performance, the (CS)@Ir–Cu BMNPs are better catalyst as compared with Ir as well as Cu nanoparticles.



**Keywords:** core–Shell, Ir–Cu bimetallic nanoparticles (BMNPs), oxidative degradation, Congo red (CR), HCF(III)

<sup>1</sup> Полная версия будет опубликована в “Kinetics and Catalysis” 2021.Т.62.№5.