

УДК 541.145:546.47-31:547.745.3

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ АДСОРБЦИИ МЕТИЛОРАНЖА И КОНГО КРАСНОГО И ИХ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ НА ZnO, ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫМ ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОМ¹

© 2020 г. А. Khan^{a, *}, А. Naeem^a, Т. Mahmood^a

^a National Centre of Excellence in Physical Chemistry, University of Peshawar, Peshawar, 25120 Pakistan

*e-mail: afsarkhan9343@gmail.com

Поступила в редакцию 20.01.2020 г.

После доработки 14.02.2020 г.

Принята к публикации 02.03.2020 г.

Работа посвящена применению нового композитного материала, содержащего оксид цинка (ZnO), модифицированного поливинилпирролидоном (ПВП), для адсорбционного и фотокаталитического удаления метилоранжа и конго красного. После нанесения ПВП на ZnO величина поверхности и размер пор композита ZnO–ПВП увеличиваются. Это показывает важное значение модифицирующей добавки ПВП для проведения композита оксид металла–ПВП. Применение метода Фурье–ИК-спектроскопии установило признаки химического взаимодействия оксида цинка с различными функциональными группами поливинилпирролидона, которое способствует удалению азокрасителей из водной системы. Проведено подробное изучение кинетики сорбционного удаления метилоранжа и конго красного из водных растворов в присутствии композита ZnO–ПВП. Показано, что скорость адсорбции обоих красителей соответствует кинетической модели, описываемой уравнением псевдо-нулевого порядка. Кинетика, описывающая механизм адсорбции, была исследована на основе модели Бойда и внутридиффузионной модели. Было установлено, что адсорбция красителей на нанокompозите ZnO–ПВП контролируется прежде всего диффузией через границу раздела (внешней диффузией), а перенос красителя вглубь зерен играет меньшую роль, чем перенос между зерен. Полученные величины адсорбционной емкости по метилоранжу больше, чем емкости по конго красному, что объясняется наличием дополнительной функциональной группы и различными размерами молекул красителей. Обнаружено также, что каталитическое разложение красителей УФ-облучением значительно возрастает после добавок H₂O₂.

Ключевые слова: оксид цинка, поливинилпирролидон, метилоранж, конго красный, фотокаталитическое разложение

DOI: 10.31857/S0453881120050068

Kinetic Studies of Methyl Orange and Congo Red Adsorption and Photocatalytic Degradation onto PVP-Functionalized ZnO

A. Khan^{1, *}, A. Naeem¹, and T. Mahmood¹

¹ National Centre of Excellence in Physical Chemistry, University of Peshawar, Peshawar, 25120 Pakistan

*e-mail: afsarkhan9343@gmail.com

This study has focused on the applications of newly prepared zinc oxide (ZnO) composite with polyvinyl pyrrolidone (PVP) for adsorption and photocatalytic removal of methyl orange and congo red. Both the surface area and pore size of ZnO–PVP composite are relatively higher than the simple of unmodified ZnO. This finding signifies the role of PVP in the composites of metal oxide–PVP. The FT–IR analysis showed the chemical interactions of zinc oxide and different functional groups of polyvinyl pyrrolidone, which contribute significantly in removing the azo dyes from the aqueous system. A detailed kinetic study of the sorption used to remove methyl orange and congo red from aqueous solutions by ZnO–PVP composite was undertaken. Pseudo second order kinetic model was found to be best applicable for both the dyes. The mechanism governing the adsorption kinetics was examined by employing the Boyd and intraparticle diffusion models. The results confirmed that the adsorption of dyes by ZnO–PVP composite is mainly controlled by film diffusion (external diffusion) and internal transport of dye is inferior to the external transport. The obtained adsorption capacity for methyl orange is higher than that for congo red due to the presence of an additional functional group and size of the dye. The photocatalytic degradation of dyes with UV light was found to increase significantly with the addition of H₂O₂.

Keywords: zinc oxide, polyvinyl pyrrolidone, methyl orange, congo red, photocatalytic degradation

Abbreviations: PVP – polyvinyl pyrrolidone, PZC – the point of zero charge.

¹ Полная версия статьи опубликована в “Kinetics and Catalysis”, № 5, 2020.