

Тульский государственный университет
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева
Тульское отделение Российского химического общества им. Д.И. Менделеева
ТООО Научно-технический центр
ООО «ТУЛЬСКИЙ ДНТ»

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

**ДОКЛАДЫ
XXX МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

Тула
«Иновационные технологии»
2022

УДК 61
УДК 658.5
УДК 67

ББК 91.9

Приоритетные направления развития науки и технологий:
доклады XXX международной науч.-практич. конф.; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2022. – 234 с.

Рассмотрены теоретические и прикладные вопросы развития инновационной деятельности, науки и технологий. Изложены аспекты современных энергосберегающих и ресурсосберегающих производственных технологий, рационального природопользования и экологии. Рассмотрены вопросы разработки информационных и образовательных технологий для решения научных и прикладных задач.

Материал предназначен для научных сотрудников, инженерно-технических работников, студентов и аспирантов, занимающихся широким кругом современных проблем *развития науки и технологий*.

Рецензенты:

Вольхин Сергей Николаевич, доктор педагогических наук, профессор, ректор АНО ДПО «Академия профессионального развития»;

Рылеева Евгения Михайловна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры охраны труда и окружающей среды ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет».

Редакционная коллегия

Академик РАН В.П. Мешалкин; проф., д.т.н. В.М. Панарин; доц., д.т.н. А.А. Маслова; проф., д.т.н. Л.Э. Шейнкман, доц., к.т.н. А.Е. Коряков.

Техническая редакция Жукова Н.Н., Путилина Л.П.

ISBN 978-5-6045071-8-6

© Авторы докладов, 2022

© Издательство «Инновационные технологии», 2022

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МОДИФИКАЦИЙ ДИОКСИДА МАРГАНЦА

Д.А. Новикова, О.М. Флисюк, Н.А. Марцулевич
Санкт-Петербургский государственный Технологический институт
(Технический университет),
г. Санкт-Петербург

Аннотация. Изучены характеристики различных кристаллических модификаций диоксида марганца и области их применения. Рассмотрен способ очистки газов от двуокиси серы и монооксида азота с помощью диоксида марганца.

Марганец и его соединения лежат в основе множества материалов, необходимых для современной промышленности. Одно из таких соединений – диоксид марганца – используется во многих технических отраслях из-за большого разнообразия свойств, связанных с различными типами структуры. Благодаря развитой пористой структуре этот материал может быть применен в качестве сорбента.

На данный момент исследовано несколько полиморфных форм диоксида марганца. Используемыми в промышленности являются α -, β -, γ -, δ -, R- MnO_2 формы. Все микроструктуры имеют различное строение (рис.1-4), однако в основе каждой структуры лежит октаэдр, в котором находятся шесть кислородных ионов, скоординированных вокруг атома марганца и соединённых вершинами и рёбрами в ленты. Способ получения полиморфной модификации, как правило, определяет ее фазовый состав.

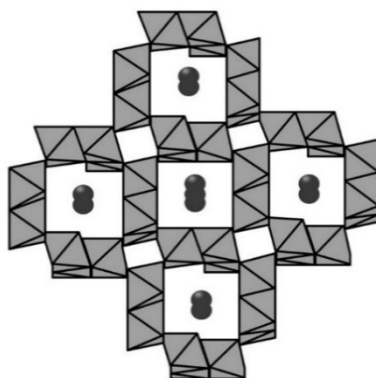


Рис. 1. Каналы в структуре MnO_2 α -модификации [1]

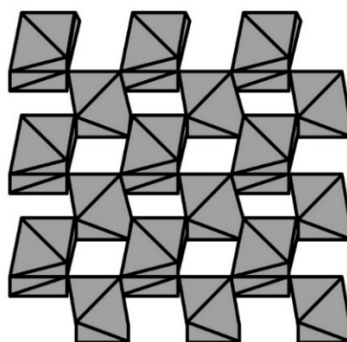


Рис. 2. Каналы в структуре MnO_2 β -модификации [1]

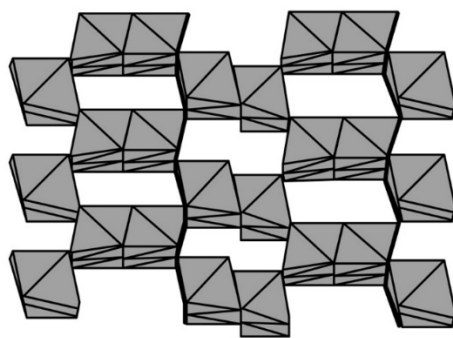


Рис. 3. Каналы в структуре MnO_2 R –модификации [1]

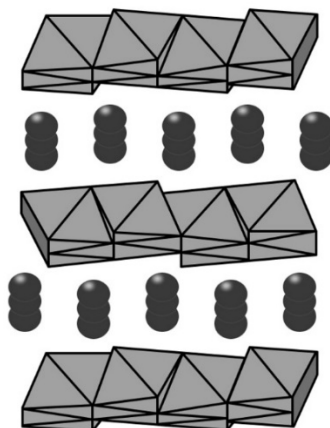


Рис. 4. Кристаллическая структура MnO_2 δ -модификации [1]

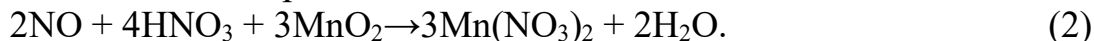
β - MnO_2 – пиролюзит – наиболее распространенная в природе модификация. Применяется, как и α - MnO_2 , в производстве аккумуляторов, суперконденсаторов и других устройств. R-модификация обладает большей каталитической и окислительной активностью по сравнению с пиролюзитом. γ -модификация находит свое применение в основном в качестве катодного материала в батареях с сухими элементами. δ - MnO_2 – бирнессит – материал со слоистой структурой, данная модификация используется как сорбент для радионуклидов и тяжёлых металлов, в процессах каталитического окисления различного вида органических и неорганических загрязнителей [2].

Таким образом, все изученные микроструктуры диоксида марганца могут быть использованы для решения ряда технических и технологических задач.

Одной из перспективных отраслей применения является использование диоксида марганца как сорбента при поглощении вредных газов NO и SO_2 . Экспериментально было показано [3, 4], что процессы целесообразно проводить в условиях барботажа газовой смеси через слой суспензии с частицами диоксида марганца. Поглощение двуокиси серы протекает согласно реакции:



а сорбция оксида азота – по реакции:



Для второй реакции обязательна кислая среда, так как монооксид азота NO практически не растворим в воде и не поглощается водной суспензией диоксида марганца при нейтральной среде. В ходе экспериментов показано, что суспензия

мелких частиц (порядка 1 мкм) диоксида марганца позволяет извлечь до 95 % диоксида серы SO₂ и до 86 % монооксида азота NO из соответствующих газовых смесей. При этом сорбенты из оксида марганца (IV) просты в регенерации и относительно недороги.

Одним из важных факторов промышленного применения MnO₂ является возможность регенерации отработанного диоксида марганца. В работе [4] описано применение MnO₂ для поглощения монооксида азота NO и дальнейшая переработка образовавшегося марганцевого продукта до диоксида марганца, с целью возвращения последнего обратно в процесс сорбции. Также перспективными направлениями являются исследования в поисках разработки конкурентоспособных технологий переработки бедных марганцевых руд и регенерации и переработки отработанных катализаторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 21-79-30029).

Список литературы

1. Robinson D.M., Go Y.B., Mui M., Gardner G., Zhang Z., Mastrogiovanni D., Garfunkel E., Li J., Greenblatt M., Dismukes G.C. Photochemical Water Oxidation by Crystalline Polymorphs of Manganese Oxides: Structural Requirements for Catalysis // *Journal of the American Chemical Society*. – 2013. – V. 35 (9). – P. 3494-3501. <https://doi.org/10.1021/ja310286h>

2. Julien C.M., Mauger A. Nanostructured MnO₂ as Electrode Materials for Energy Storage // *Nanomaterials*. – 2017. – V. 7(11). <https://doi.org/10.3390/nano7110396>

3. Новикова Д.А., Борисова Е.И., Константинов В.А. Исследование возможности поглощения оксида серы (IV) железомарганцевыми конкрециями // Тезисы докл. IX научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках мероприятий, посвящённых 150-летию открытия Периодического закона химических элементов Д.И. Менделеевым «НЕДЕЛЯ НАУКИ-2019» (с международным участием). – Санкт-Петербург, 2019. – С. 228.

4. Новикова Д.А. Сорбция окислов азота из отходящих нитрозных газов с применением различных реагентов (Обзор) / Д.А. Новикова, О.М. Флисюк, Н.А. Марцулевич, А.В. Гарабаджю // *Журнал общей химии*. – 2021. – Т.91, № 7. – С. 1387-1392. <https://doi.org/10.1134/S1070363221070173> [Novikova D.A., Flisyuk O.M., Martsulevich N.A., Garabadzhiu A.V. Sorption of Nitric Oxides from Exhaust Nitrous Gases Using Different Reagents (A Review) // *Russ. J. Gen. Chem.* – 2021. – V. 91, № 7. – P. 1387-1392. <https://doi.org/10.1134/S1070363221070173>]