

**ОТЗЫВ**  
**Официального оппонента**  
**на диссертацию Бразовской Елены Юрьевны «Разработка**  
**магитовосприимчивых сорбентов на основе цеолита Beta для решения**  
**задач медицины и экологии»,**  
**представленную на соискание ученой степени кандидата химических**  
**наук**  
**по специальности 02.00.04 – физическая химия**

**Актуальность темы диссертации.** Диссертационная работа направлена на решение фундаментальной научной задачи разработки физико-химических основ получения композиционных материалов на основе цеолита Beta и наночастиц магнетита со структурой «ядро-оболочка», объединяющих в себе преимущества обоих материалов: магнитные свойства наночастиц магнетита и высокоразвитую активную пористую поверхность синтетических алюмосиликатов. Актуальность работы обусловлена практической значимостью магнитных нанокompозитов для доставки лекарственных препаратов методом магнитного нацеливания, очистки сточных вод от неорганических и органических загрязнителей и др.

**Научная новизна и значимость работы**

Получены новые композиционные материалы со структурой «ядро-оболочка» на основе цеолита Beta и наночастиц магнетита с заданными характеристиками (наличие магнитных свойств, высокая адсорбционная способность, отсутствие токсичности). Установлено влияние на кристаллизацию магнитных нанокompозитов поверхностной модификации наночастиц магнетита. Обнаружено, что магнетит, обработанный катионным полимером, выступает в качестве центра кристаллизации цеолита в процессе гидротермально синтеза. Данный подход позволил получить материалы, сохраняющие сорбционные свойства исходного цеолита Beta за счет того, что наночастицы магнетита внедряясь в структуру цеолита, оставляя при этом пористое пространство свободным. Было показано, что цеолит Beta и магнитных композитов на его основе обладает низкой токсичностью по

отношению к клеткам крови человека, что позволяет рассматривать его для использования в области медицины.

Полученные в работе результаты соответствуют поставленным целям и задачам, обладают научной новизной и **практической значимостью**. Разработанные материалы, могут найти свое применение в качестве носителей для систем адресной доставки цитотоксических лекарственных препаратов, а также имеют потенциал как эффективные сорбенты для очистки сточных вод от органических и неорганических загрязнителей.

**Положения, выводы и рекомендации**, сформулированные в диссертации, **являются полностью научно обоснованными**, базируются на большом объеме согласующихся между собой экспериментальных данных.

**Достоверность результатов** и выводов настоящей работы обусловлена широким набором экспериментальных данных, полученных с применением современных взаимодополняющих физико-химических методов исследования.

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, главы с экспериментальной частью, посвящённой описанию методам синтеза и исследования, главы с результатами (выводами), выводов, списка сокращений и списка используемой литературы, включающего 188 наименований. Работа изложена на 137 страницах и содержит 43 рисунка и 21 таблицу.

**Во введении** к диссертации обоснована актуальность темы работы, поставлена цель и сформулированы задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели, представлены положения, выносимые на защиту, методы, используемые в работе, личный вклад соискателя и приведены сведения об апробации.

**В главе 1** представлены общие сведения о структуре, свойствах, основных методах получения и особенностях стабилизации наночастиц магнетита. Рассмотрены проблемы, связанные с получением магнитных сорбентов со структурой «ядро-оболочка» и способы их решения. Основное

внимание уделено неорганическим оболочкам на основе углеродных наноматериалов, мезопористого кремния и цеолитов. Описаны наиболее важные, по мнению автора, направления применения магнитных сорбентов со структурой «ядро-оболочка» в качестве носителей для адресной доставки лекарственных препаратов и магнитоуправляемых сорбентов для очистки сточных вод. На основе проведенного исследования автором делается вывод о перспективности направления исследования новых композитных материалов на основе алюмосиликатов с заданным составом, физико-химическими характеристиками и свойствами поверхности решения задач медицины и экологии.

**В главе 2** представлены приборы и методы, которые были использованы в данной работе. Представлены методики синтеза наночастиц магнетита, цеолита со структурой Beta и магнитного нанокompозита на их основе. Приведены физико-химические методы исследования синтезированных образцов: рентгенофазовый анализ, сканирующая и просвечивающая электронные микроскопии, ИК-спектроскопия, УФ-спектрофотометрия, термогравиметрический и дифференциально-термический анализы, энергодисперсионная рентгеновская спектрометрия, метод динамического рассеяния света и атомно-адсорбционная спектрофотометрия. Подробно описаны методики исследования гемолитической активности, биodeградации и сорбционной емкости.

**В главе 3** представлены результаты исследования синтезированных образцов. **Раздел 3.1** посвящен синтезу наночастиц магнетита и магнитного цеолита с заданным размером частиц и изучению структуры и морфологии полученных образцов. В **разделе 3.2** и **3.3** представлены результаты исследования фазового и элементного составов, структурных, магнитных и сорбционных свойств цеолита с различным содержанием наночастиц магнетита. Оценена способность магнитных нанокompозитов разрушаться под действием биологической среды, а также исследована гемолитическая

активность цеолита Beta, допированного наночастицами магнита по отношению к клеткам крови человека.

В конце представлены основные **выводы** по диссертационной работе.

По работе имеются следующие **замечания**:

1. Нет ссылок на происхождение ряда рисунков, например, рис.1, 2 и др.
2. Не ясно, в чем была необходимость использования десятичных логарифмов при описании результатов кинетических исследований (С. 47)
3. Применение любого сорбента для очистки сточных вод от вредных примесей всегда вызывает вопросы о последующей регенерации сорбента, куда же, в конечном итоге, попадут эти примеси. В диссертационной работе (С. 99-108) ответы на эти вопросы не нашли отражение.
4. В Выводах (С.112) говорится о композиционных материалах, «поверхность которых была модифицированная катионным полимером — полидиаллилдиметиаммонием хлоридом». Не совсем понятна цель модифицирования.
5. Выражение «механизм высвобождения лекарственного препарата контролируется классической диффузией Фика» (С.112) скорее представляется жаргонным.

Сделанные замечания не затрагивают основное содержание, положения и выводы диссертационной работы, не снижают научную и практическую значимость работы. Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, выполненное с привлечением современных методов, что обуславливает достоверность полученных результатов. Материал изложен логично и последовательно. Автореферат соответствует основным идеям и выводам диссертационной работы. Материалы диссертации прошли необходимую апробацию. Результаты диссертационной работы Бразовской Е.Ю. опубликованы в 6 статьях, входящих в Перечень ВАК, а также 14 текстах тезисов докладов российских и международных конференций.

Диссертационная работа Бразовской Елены Юрьевны «Разработка магнитовосприимчивых сорбентов на основе цеолита Beta для решения задач медицины и экологии» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, а именно синтез новых магнитовосприимчивых сорбентов, исследование их структуры и физико-химических свойств. В работе разработаны физико-химические основы направленного синтеза пористых алюмосиликатов с заданными характеристиками, осуществлен синтез цеолита Beta, допированного наночастицами магнетита, исследовано влияние допирования цеолитного геля модифицированными и немодифицированными наночастицами магнетита на ход гидротермальной кристаллизации цеолитов, исследованы физико-химические и сорбционные свойства, а также биологическая активность синтезированных образцов. Установлена связь между составом полученных образцов и их сорбционной способностью, и биологической активностью.

Работа соответствует паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия. Положения, выносимые на защиту, и полученные результаты отражают связь между структурой, химическим составом и свойствами изучаемых образцов и устанавливают общие закономерности химической кинетики, что соответствует формуле специальности.

Результаты диссертационной работы соответствуют следующим пунктам паспорта специальности:

- п. 5. Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в условиях высоких температур и давлений;
- п. 7. Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физикохимическая гидродинамика, растворение и кристаллизация;
- п. 11. Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями осуществления химической реакции;
- п. 12. Физико-химические основы процессов химической технологии.

