N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
ISSN 2224-5286
Volume 1, Number 421 (2017), 59 – 66

UDC 54.7642

M.S. Zhumamurat, A.B. Ahmetova

al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: kak.pro93@gmail.com, akhmetova.aigul83@mail.ru

SELECTION OF NATURAL SORBENTS FOR WASTEWATER TREATMENT

Annotation. With the development of heavy and light industry we have passed the technical revolution that lifted us to another level of global human evolution, but nothing is going so smoothly without any reason of consequences.

For example, nowadays, 80% of industrial companies merge their waste in natural waters (rivers, lakes, and even the soil), thereby forming the wastewater. Wastewater pollution problem is not less important than air pollution, because the water ecosystem is deteriorating, which will entail a large-scale ecological catastrophe, from exhaustion and losing of aquatic fauna and flora to fatal human diseases due to drinking water. In this connection, a question about effective ways of wastewater treatment appeared. This review article describes the wastewater pollution problems and examines the effectiveness of the using the natural sorbents for cleaning. Also the role of the porous structure in adsorption processes has been considered. There were results of identified using peat, bentonite, marl as sorbents for purification of wastewaters on an example of electroplating industry with different contents of copper ions. The mechanisms of interaction of copper ions with bentonite for more efficient use was identified by experiments.

Keywords: bentonite, natural sorbents, waste water, heavy metals, copper, filter, peat, tailings.

УДК54.7642

М.С. Жумамурат, А.Б. Ахметова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

ВЫБОР ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация. С развитием тяжелой и легкой промышленности прошли технические революции которые подняли нас на еще одну степень глобальной человеческой эволюции, но ничто так гладко без причин последствий не проходит.

Так например, на сегодняшний день 80% предприятий сливают свои отходы в природные воды (реки, озера и даже почва), тем самым образуя сточные воды. Проблема загрязнения сточных вод является не менее актуальнымчем загрязнение воздуха, так как ухудшается экосистема воды, которые повлекут за собой масштабную экологическую катастрофу, от истощения и потери водной фауны и флоры до смертельных заболеваний человека из за питьевой воды. В связи с этим встал острый вопрос по очистке сточных вод эффективными способами.

В данной обзорной статье описывается проблемы загрязнения сточных вод и рассматривается эффективность использования природных сорбентов для ее очистки. Так же рассматривается роли пористой структуры в адсорбционных процессах. Были выявлены результаты использования торфа, бентонита, мергеля в качестве сорбентов для очистки сточных водах на примере гальванического производства с различным содержанием ионов меди. Установлены механизмы взаимодействия ионов меди с бентонитом для более эффективного использования.

Ключевые слова: бентонит, природные сорбенты, сточные воды, медь, фильтр, торф, отходы.

Введение

Экологические изменения во многих водных объектах носят деградационный характер, поскольку на протяжении многих лет в водоемы попадают неочищенные или недостаточно очищенные сточные воды различных отраслей промышленности. Особенно ощутимыми на сегодняшний день являются антропогенные нагрузки на небольшие реки, ручьи и другие малые водные объекты[8].

Львиную долю этих изменений приходит на агропромышленные комплексы, которые одни из наибольших водопользователей, водопотребителей и одновременно загрязнителей поверхностных и грунтовых вод. В частности, мясоперерабатывающие предприятия для своей деятельности нуждаются в значительном количестве свежей воды, 95% которой затем сбрасывается из производственных цехов в виде сильнозагрязненных сточных вод. Они характеризуются высокой мутностью, а также содержат ряд веществ органического и минерального происхождения, патогенные микроорганизмы [8].

Около 95% загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах агропромышленных и мясоперерабатывающих предприятий, по биологической потребности кислорода (БПК) составляют белковые вещества, концентрация которых, как известно, достигает 0,9 – 7 г/дм^3,к таким веществам относят алифатические кислоты, некоторые эфиры, амины, спирты[9]. Поэтому недостаточная очистка сточных вод от белка наносит определенный ущерб окружающей среде. Наиболее опасными для людей, животных и растений являются окисленные соединения азота, особенно нитраты и их производные. Вредное влияние нитратов связано с их накоплением в поверхностных и грунтовых водах, а также в воздухе.

Одним из достаточно эффективных методов очистки сточных вод от соединений азота, фосфора и белковых фракций является адсорбция природными минеральными сорбентамитакими как **шунгит, кремень, глауконитовый известняк.**

Природные глинистые минералы и биопродукты продолжительное время изучаются с целью использования в качестве сорбентов для очистки питьевых, технологических и сточных вод [1–3] и как эффективные биоиндикаторы.В качестве биоиндикаторов часто выступают лишайники, в водных объектах — сообщества бактерио-, фито-, зоопланктона, зообентоса, перефитона[4], чувствительные к экологической чистоте лито-, гидро- и атмосферы. Глинистые минералы активно сорбируют пестициды и другие низкомолекулярные органические загрязнители. Механизм сорбции и ее интенсивность зависят от химического строения молекул и водных молекулярных комплексов пестицидов, в частности наличия у них ионогенных и неионогенных групп. Рассмотрим на примере природный сорбент бентонит.

Бентонит – это глина, которая содержит не меньше 70 процентов минерала группы монтмориллонита, являющегося высокодисперсным слоистым алюмосиликатом, в котором за счет присутствия нестехиометрических замещений катионов кристаллической решетки, появляется отрицательный заряд, компенсирующийся обменными катионами, расположенными в межслоевом пространстве. Этим и обусловлена его достаточно высокая гидрофильность. Она, при затворении водой бентонита, проникает в межслоевое пространство монтмориллонита, гидратируя при этом его поверхность, а также еще имеющиеся обменные катионы, что затем вызывает набухание минерала[23]. Бентонит в случае дальнейшего разбавления с водой образует устойчивую вязкую суспензию, имеющую выраженные тиксотропные свойства. Вместе с тем, монтмориллонит обладает также высокими адсорбционными и катионообменными свойствами. Пористость различных в генетическом отношении бентонитов неодинакова. Она отображает колебания гранулярного и минерального составов пород. Там, где больше содержится мелкопелитовых частиц, всегда больше породообразующего монтмориллонита и в соответствии с этим изменяется пористость. В рассматриваемом случае наибольшая пористость (44,4%) присуща элювиальным бентонитам. Близкими значениями пористости характеризуются осадочные (32,4%) и вулканогенно-осадочные (34,2%) бентониты. Гидротермальные бентониты обладают пористостью в среднем 32,9%. В средних значениях набухаемость для гидротермальных бентонитов составляет 12,8 раз, вулканогенно-осадочных 8,1 раз, в том числе щелочных разновидностей 10и щелочноземельных 3 раза[23]. Осадочные и элювиальные бентониты набухают незначительно – в среднем не более чем в 3 раза. Набухаемость, при всем различии показателей не зависит ни от

емкости обменных катионов, ни от заряда тетраэдрического слоя кристаллической решетки. Она связана с замещениями катионов в октаэдрах. Чем больше таких замещений, тем выше набухаемость монтмориллонита. Это свойство связывается с диссоциацией монтмориллонита, и чем она выше, тем больше набухаемость. Следовательно, наибольшая набухаемость натриевых монтмориллонитов по сравнению с кальциевыми объясняется наибольшей степенью диссоциации, в результате чего большое количество структурных единиц остается с отрицательным зарядом [23].Но недостатком природных глинистых минералов является их малая сорбционная емкость, находящаяся для катионов металлов в следующих пределах, ммоль/л: 0,09–0,12 (Ca) [5]; 0,048–0,107 (Mg) [5]; 0,02–0,034 (Sr) [5]; 0,163 (Fe^{3+}) [5]; 0,12 (Mn) [5]; 0,11–0,16 (Zn^{2+}) [5]; 0,06 (Fe^{2+}) [5]. Однако это компенсируется низкой себестоимостью подобных сорбентов, богатой сырьевой базой, технологичностью их использования, экологической чистотой, отсутствием проблем с заменой сорбента при удалении нетоксичных катионов (Ca^{2+}, Mg^{2+}). Кроме того, для существенного повышения удельной адсорбции природные минералы модифицируют [6,7].

Глинистые сорбенты представляют собой высокопористые образования, что в свою очередь во многом может определять кинетику сорбции и их сорбционную емкость.

Согласно [10], уже многие годы в огромном числе публикаций приводятся данные об удельной поверхности, объеме и размерах пор и их распределении на многих сорбентах. Однако используется почти исключительно модель цилиндрических пор. Это существенно затрудняет понимание механизма, вызванного разного рода воздействиями, включая химические, механические, термохимические, гидротермальные. Строение глинистых минералов показывает, что слоистые продукты могут иметь жесткую (каолинит, диккит, слюдапирофиллит, тальк) или расширяющуюся (монтмориллонит, вермикулит) решетку. Схема образования пор в пластических минералах приведена на рис. 1 [21].

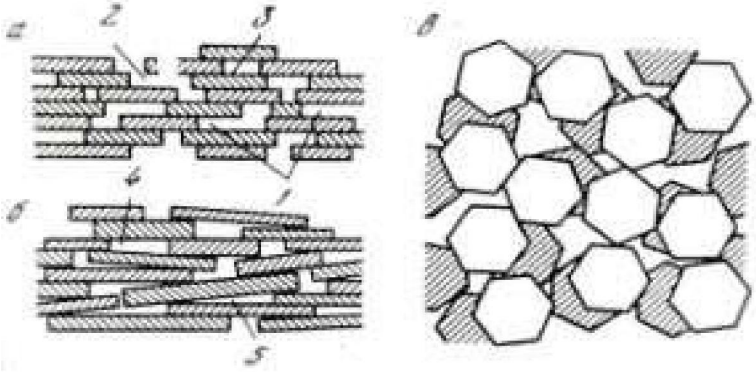

Рисунок 1 - Схема образования пор в пластинчатых минералах:а,б–разрез минерала; в – вид сверху; 1 – щелевидные поры; 2 – лабиринтообразные поры; 3 – замкнутые поры; 4, 5 – клиновидные поры [21]

В любой пористой системе промежутки между частицами образуют извилистую систему пор с чередующимися расширениями и сужениями. В расширения ведут несколько проходов (горло поры) из соседних подобных объемов. В [11] отмечается, что неоднородность структуры адсорбента оказывает существенное влияние на кинетику адсорбции. Вместе с тем кинетические измерения позволяют получить важную информацию о пористой структуре адсорбента.

Также для придания природным сорбентам оптимальных физико-химических, каталитических и адсорбционных свойств их активируют или модифицируют. Среди методов активации природных сорбентов широкое применение нашли термическая активация, обработка кислотами и щелочами, неорганическими и органическими веществами, гидротермальная обработка [19,20].В данном случае был рассмотрен метод термической активации. При термической обработке бентонита и диатомита основное внимание исследователей [21] было обращено на определение оптимальной температуры активации. Однако среди изученных работ нет четко установленной температуры активации сорбентов, она колеблется в широких пределах – от 110 до 700^{0}С. Это вполне объяснимо, поскольку сорбенты имеют различную природу, исходный минералогический состав и генезис. Что касается механизма термической активации, общепризнано, что повышение