

УДК 546.294

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ И РАЗРЯДОВ ГАЗА НА АДСОРБЦИОННО-ДЕСОРБЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

ТАРАНА ФИРГАТ кызы ЮСИБОВА, РАЙИХА ШАМСАДДИН кызы АГАЕВА

Мингячевирский Государственный Университет, улица Д. Алиева, 21 Мингячевир,
AZ4500 Азербайджан

Аннотация. В статье рассматриваются физико-химические механизмы, реализующиеся при очистке промышленных сточных вод от тяжелых металлов, образование электрических заряженных состояний в адсорбентах, причины интенсификации адсорбционно-десорбционных процессов в результате воздействия кислотных растворов и высоковольтных газоразрядов, возникновение реакций химического окисления и взаимодействия сорбентов с электронно-ионными процессами, протекающими на их поверхности и в объеме объяснение было истолковано. За счет электрического воздействия на пористые твердые тела, повышения их адсорбционной способности, происходит успешное использование жидких и газообразных материалов для очистки от добавок. С помощью электрических воздействий становится возможным разделение жидкостей и газов на составные части. При воздействии на материалы сильных электрических полей и электрических разрядов в них происходит ряд качественных изменений, под которыми понимается абстракция модификации материалов.

Ключевые слова. Адсорбционно-десорбционных процессы, выражением Ленгмюра, электрические поля, физико-химические механизмы, газоразряды.

Date of Submission: 12-01-2023

Date of Acceptance: 28-01-2023

ВВЕДЕНИЕ.

Процессы усиления сорбционных способностей адсорбентов. За счет электрического воздействия на пористые твердые тела, повышения их адсорбционной способности, происходит успешное использование жидких и газообразных материалов для очистки от добавок. С помощью электрических воздействий становится возможным разделение жидкостей и газов на составные части.

При воздействии на материалы сильных электрических полей и электрических разрядов в них происходит ряд качественных изменений, под которыми понимается абстракция модификации материалов.

Теоретические исследования адсорбционных процессов проводились в разных направлениях. Учет сил взаимодействия молекул газа с поверхностью адсорбента привел к невозможности прямого приложения процессов адсорбции.

В качестве другого направления были разработаны феноменологические теории, формально объясняющие адсорбционные процессы. В качестве примеров таких теорий можно привести теории, данные Ленгмюром и Поляни независимо друг от друга и примерно в одно и то же время.

На основе теории Ленгмюра была принята гипотеза о однослойности атомов и молекул газа, адсорбированных на поверхностях. Согласно теории Ленгмюра, атомы и молекулы газа могут сталкиваться с адсорбционными поверхностями, упругими и неупругими, и в последнем случае молекула может оставаться в контакте с поверхностью в течение определенного периода времени. По истечении определенного времени молекула покидает поверхность и переходит в газовую фазу [1-5]. По Ленгмюру, замедление молекулы на поверхностях до определенного промежутка времени составляет суть процесса адсорбции. Скорость процесса адсорбции в этом случае определяется как:

$$\frac{da}{dt} = \alpha\mu - \nu \quad (1)$$

Здесь

a – поверхностная плотность молекул газа (количество молекул газа, адсорбированных на 1 см^2 поверхности),

μ – количество молекул газа, сталкивающихся на поверхности 1 см^2 за единицу времени,

α – коэффициент конденсации,

ν – количество молекул, десорбирующихся с одной поверхности в состоянии равновесия,

В случае равновесия $\frac{da}{dt} = 0$ так как

$$\alpha\mu = \nu \quad \text{бывает} \quad (2)$$

μ – количество в основном на единицу поверхности

$$\mu = \frac{P}{(2\pi mkT)^{1/2}} \quad (3)$$

определяется как. Здесь

m – масса молекулы,

k – Константа Больсмана,

P – давление

T – это температура.

ν – число молекул, десорбированных с единичной поверхности, определяется следующим образом:

$$\nu = ka e^{-\frac{q}{kT}} \quad (4)$$

где q – количество тепла, выделяемого молекулой во время адсорбции.

Учитывая, что молекулы расположены на части поверхности в состоянии равновесия, мы можем написать следующее выражение для адсорбированных и десорбированных молекул:

$$\alpha_0(1-\theta)\mu = \theta\nu_1, \quad (5)$$

где: θ – часть поверхности, покрытая молекулами,

$$\theta = \frac{a}{a_M}$$

a_M – объем монослоя,

α_0 – коэффициент конденсации на свободной поверхности,

ν_1 – скорость десорбции молекул с поверхности, полностью покрытой молекулами ($\nu = \theta\nu_1$) отсюда

$$\theta = \frac{\frac{\alpha_0}{\nu_1} \mu}{1 + \frac{\alpha_0}{\nu_1} \nu} \quad (6)$$

запишем значение μ вместо

$$\theta = \frac{\nu P}{1 + \nu P} \quad \text{или} \quad a = a_M \frac{\nu P}{1 + \nu P} \quad (7)$$

мы бы получили,

здесь:

$$\nu = \frac{a_0 e^{q/kT}}{K_0 (2\pi mkT)^{1/2}} \quad (8)$$

Полученное выражение называется выражением Ленгмюра. Это выражение характеризует процессы мономолекулярной адсорбции при всех значениях давления.

Следует отметить, что при малых значениях адсорбции величину νP на единицу в знаменателе можно не учитывать. Тогда получается следующее выражение

$$a = a_M \nu P$$

Отсюда видно, что при малых давлениях адсорбция повышается линейно в зависимости от давления. При высоких значениях адсорбции, однако, если рассматривать величину νP , а не единицу в знаменателе, то мы получим выражение $a = a_M$.

Это показывает, что теория Ленгмюра охватывает принципы исследования адсорбционных процессов. На основании этих принципов поверхность твердых тел представляется как сумма центров адсорбции. В этих центрах молекулы газа адсорбируются. Поскольку выражение Ленгмюра не включает адсорбционные силы, это выражение широко используется в процессах физической и даже химической адсорбции.

Теория процесса адсорбции Брунауэра, Эммета, Теллера, как развитие теории Ленгмюра, состоит в применении основ теории Ленгмюра к полимолекулярной адсорбции.

В регулировании процессов адсорбции атомов и молекул газа на поверхности твердых тел широко используются различные виды внешних факторов воздействия. Примерами таких эффектов являются эффекты гамма- (γ) и рентгеновских(R) лучей, ультрафиолетового света, α и β лучей, а в последние годы-сильные электрические поля и электрические разряды.

Известные преимущества методов использования эффектов электрических газоразрядов в процессах адсорбции:-возможность прямого вмешательства в процессы сорбции, низкое энергопотребление и связанная с этим экономическая рентабельность, отсутствие включения дополнительных новых атомов и молекул в адсорбционную систему, а также наличие положительных результатов, демонстрируемых в ряде технологических процессов, и другие преимущества, обеспечили широкое применение данного метода в различных технологических процессах, основанных на процессах адсорбции.

В ряде исследовательских работ, посвященных изучению изменения эффективности адсорбционных процессов в условиях воздействия сильных электрических полей и различных видов электрических разрядов, были получены различные результаты в процессах адсорбции в зависимости от типа газа и адсорбентов, давления, температуры, электрического поля и величины электрических параметров, характеризующих газоразряд. В указанных работах отмечается, что повышение эффективности адсорбционных процессов в условиях электрических воздействий происходит, в частности, выше, чем в условиях воздействия электрических разрядов, и это объясняется, с одной стороны, возбуждением атомов и молекул газа, его ионизацией и разложением молекул на составляющие, а с другой-образованием в адсорбентах электрически заряженных состояний и, в связи с этим, образованием дополнительных центров адсорбции в адсорбентах.

В исследованиях отмечено, что при определенных условиях электрические воздействия приводят к усилению процессов десорбции, что противоположно процессам адсорбции.

Следует отметить, что при выяснении физико-химической природы процессов, вызывающих качественные и количественные изменения, наблюдаемые в процессах адсорбции в условиях электрических воздействий, наблюдаются определенные трудности. Однозначное уточнение механизмов процессов создает возможности для управления процессами адсорбции.

В настоящее время комплексные исследования влияния сильных электрических полей и разрядов газа на адсорбционные процессы продолжают интенсивно, изучается эффективность адсорбционных процессов, их зависимости от параметров действующего электрического поля и разрядов газа. Важное научно-практическое значение имеет изучение особенностей изменения Изотерм адсорбции в условиях электрических воздействий в данной посылке, определение основных параметров электрических воздействий, влияющих на эффективность адсорбционных процессов, определение оптимального метода исследования процессов, характеризующих эффективность действия электрических разрядов, и др.

В ряде исследований установлено, что в условиях электрических воздействий в различных газообразных состояниях существуют критические давления, так что при значениях давления выше критического электрическое воздействие приводит к усилению десорбционных процессов.

Начиная со второй половины XX века широкое место в производственных процессах занимают технологические процессы, в которых используются воздействия сильных электрических полей и разрядов газа.

Следует отметить, что электроэнергия напрямую влияет на перерабатываемое сырье. Можно заряжать огромные объемы тел природы электрическим зарядом и подвергать их электрическому воздействию. Именно поэтому электронно – ионная технология является универсальной технологией и может применяться в самых разных сферах производства. На отдельные частицы материала любого малого размера действует электрическое поле.

Таким образом, электронно – ионная технология может не только обеспечить бесперебойность и плавность производственного процесса, но и полностью автоматизировать его. Преимущества, о которых мы говорили выше, характерны не только для электронно – ионной технологии, но и для использования электрических полей и газоразрядов в технологических процессах в целом.

Когда на твердотельные полимерные диэлектрики действуют сильные электрические поля и электрические разряды, на поверхности и объеме диэлектриков происходят определенные физико-

химические процессы, которые в конечном итоге оказывают фундаментальное влияние на важные электрофизические свойства диэлектриков. Регулируя эти процессы, появляются возможности управления некоторыми свойствами диэлектриков, что имеет важное значение с точки зрения техники.

Процессы очистки компонентов жидких диэлектриков от ряда присадок посредством действия электрических газоразрядов уже нашли свое производственное применение в ряде процессов. Электрические эффекты успешно используются в технологических процессах очистки трансформаторных масел и вообще жидкостей преимущественно углеводородного происхождения, промышленных сточных вод, питьевой воды, мономеров и других материалов от присадок.

Технологические процессы, основанные на электрических воздействиях, являются экономически эффективными, технологически применимыми, простыми, экологически безопасными, во многих случаях на уровне, способном удовлетворить требованиям международных сертификационных норм. Поэтому в последние годы исследователи интенсивно проводят научно-исследовательские работы в этой области, и в настоящее время в этой области достигнут ряд важных результатов.

При очистке природных газов, жидкостей углеводородного происхождения, питьевых и промышленных сточных вод успешно применяется ряд технологических процессов, основанных на электрическом воздействии, эти технологические процессы находятся на стадии разработки, требуют проведения новых исследований и совершенствуются с течением времени.

Существует два метода получения материалов, которые применяются в современной технике и отвечают высоким требованиям:

Первый способ: - синтез свежих материалов с новым химическим составом; - как второй способ-прививка новых свойств уже имеющимся материалам, в соответствии с требованиями техники.

Первый метод-синтез новых материалов, принятый исследователями, широко разрабатываемый специалистами в области технологии материалов, химиками, физиками, в мировом масштабе синтезируются сотни новых материалов под названием композиционные материалы. Следует отметить, что все свойства каждого нового материала, полученного данным методом, должны быть изучены в комплексе, подвергнуты испытательным опытам, а его паспортные показатели после испытаний в реальных промышленных условиях должны быть уточнены. С помощью этого метода получение материалов, отвечающих требованиям техники, является не только перспективным методом, но и во многих случаях экономически дорогостоящим.

Второй метод-это привитие новых свойств за счет определенных воздействий на существующие материалы, экономически эффективный и быстро затратный метод.

В последние годы в качестве электрофизического воздействия широко используется воздействие сильных электрических полей и электрических разрядов на ряд, различные агрегатные материалы.

За счет электрического воздействия на пористые твердые тела, повышения их адсорбционной способности, происходит успешное использование жидких и газообразных материалов для очистки от добавок. С помощью электрических воздействий становится возможным разделение жидкостей и газов на составные части.

При промывке нефти через воду на нефтеперерабатывающих предприятиях, освобождении нефти от воды на другой стадии технологического процесса, за счет действия сильных электрических полей, удается собрать капли воды в массу и за счет увеличения ее плотности отделить ее от нефти. Технологическая установка, основанная на этом процессе, уже много лет применяется в нефтеперерабатывающей промышленности по всему миру.

Также с целью очистки трансформаторных масел от влаги, соединений атомов железа, механических присадок, кислотных остатков и т.п. разработан ряд технологических процессов, в основе которых лежат электрические эффекты.

Таким образом, существование ряда технологических процессов, описанных выше, доказывает реальность того, что при воздействии на материалы сильных электрических полей и электрических разрядов в них происходит ряд качественных изменений, под которыми понимается абстракция модификации материалов.

Следует отметить, что при воздействии на материалы посредством сильных электрических полей в них происходят какие – то процессы, а при воздействии электрических разрядов-иные физико-химические процессы. Поэтому в зависимости от поставленного вопроса выбирается то или иное средство воздействия.

В экспериментах природный бентонит сначала подвергали нагреванию и вакуумированию при температуре $t=2500^{\circ}\text{C}$ в течение 5 часов. Бентонит Сначала измельчаем и измельчаем в порошок, затем сушим и формируем для использования в виде шаровидных или цилиндрических таблеток. Мы можем использовать аморфную каолиновую глину, чтобы гранулы приобрели форму цилиндрических таблеток. В некоторых случаях в качестве связующего используется металлический порошок. Оказалось, что под

воздействием тепла и высокого давления натуральный цеолитный порошок способен принимать форму таблеток, которые после прокаливания приобретают высокую активность и механическую прочность. Здесь одновременно с термической обработкой при температуре $T=2500^{\circ}\text{C}$ образец помещают в вакуум на 3 часа, а затем выдерживают под действием коронного электрического разряда. Затем на обе поверхности бентонитовых таблеток методом разделения тепла в вакууме выдувают 5 мм алюминиевый электрод со слоем пара, равным $(6-5)=\Delta\lambda$. Образец помещается в специальную печь. Для электрического разряда адсорбентов их помещают в специальные пустотелые камеры, структура которых вводится в пространство между электродами для электрического разряда коронного типа (рис.1.). Обработка через электрический разряд производилась в 25 кВт, ток разряда 120 мА, а обработка в течение 30 минут.

Важным моментом здесь является сборка адсорбента и адсорбента, через которые происходит очистка воды, а очищенный продукт втягивается обратно через ее верхнюю часть. Схема электрообработки веществ электрическим разрядом факельного типа Рисунок 2. Это указано в рисунке 3 - схема последовательности очистки подземных вод от железа и марганца. Первичная обработка адсорбента проходила в следующих условиях.

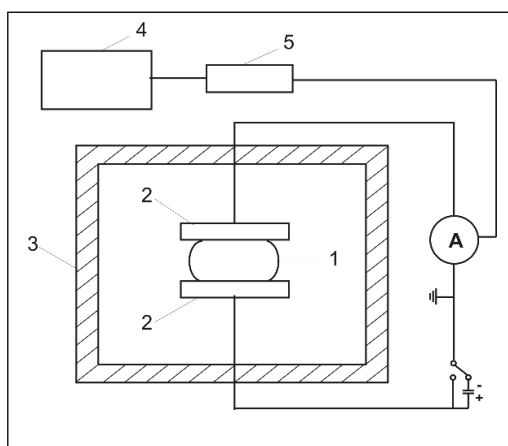


Рисунок 1. Аппарат для электрификации образца: 1-Образец, 2-электроды, 3-термостат, 4-регулятор температуры, 5-двухкоординатный потенциометр.

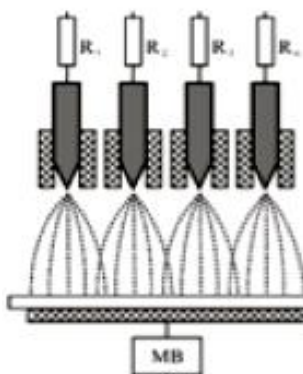


Рисунок 2. Схема электрического поля.

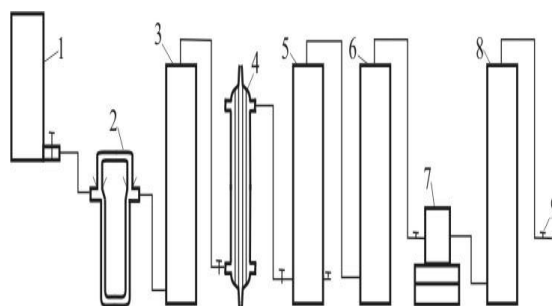


Рисунок 3. Схема технологического процесса: 1-резервуар для воды, 2-реометр, 3-объем отстойника, 4-азонатор, 5-реактор, 6-реактор, 7-насос, 8-регулятор, 9-кран.

Магнитное напряжение $U=25$ кв, средняя сила тока $I=120$ мА. Сначала внутри реактора помещается натуральный бентонит, который обрабатывается электрическим разрядом горелки. Здесь электричество использовалось для анализа обоих типов обработанного и необработанного бентонита. Подземные воды пропускались через реактор, в результате чего ток подавался к целлитовому фильтру с постоянной скоростью. После очистки каждого вида воды первичными смешанными образцами измерение количества примесей в ней производилось посредством химического анализа.

Процесс очистки и разделения жидкостей от электрических воздействий должен быть предусмотрен применением в системе “адсорбент – адсорбат”. Изучение закономерностей сильного электрического поля имеет важное значение для определения физических и химических свойств веществ. Известно, что воздействие электрического разряда на адсорбент изменяет его свойства.

Они подвергают адсорбент различным воздействиям для повышения эффективности сорбции в жидкостях. Наиболее эффективным из этих эффектов является воздействие через различные разряды электрического поля. Под действием электрического поля адсорбент поляризуется и влияет на объем и поверхность материала. Этот так называемый процесс создает электрические заряды на поверхности и объеме вещества, то есть в материале образуются заряженные участки. Электрические заряды становятся центром высокой адсорбции. Между такими аддитивными частицами и адсорбентом возникают силы Ван-дер-Ваальса. За счет действия электрических разрядов получается адсорбент с новыми свойствами. Посредством электрического газоразряда осуществляется процесс регенерации адсорбента. Адсорбент

С помощью стандартных растворов, содержащих большое количество ионов металлов (смесь, состоящая из исследуемых ионов).

- бентонитовая регенерация нагревается до температуры 1800°C в условиях вакуума, и образец разделяется на две части по 1300 мг каждая. Затем 350 мг мономера добавляют в ампулу бентонита весом 1300 мг. В другую ампулу добавляется 82 мг мономера, и обе системы хранятся 24 часа.

Таблица 1.

FAAS данные калибровки прибора, линейные уравнения и коэффициенты корреляции.

Pb	Mn	Ni	Cd	Cu	Твердость (мг/л)
0/0199	0/0322	0/0505	0/1331	0/0506	0/5
0/0376	0/0683	0/0954	0/2489	0/1082	1/0
0/0805	0/1366	0/2117	0/4630	0/2269	2/0
0/1196	0/2054	0/3025	0/6107	0/3263	3/0
0/1637	0/2770	0/3986	0/7468	0/4668	4/0
0/1967	0/3458	0/4967	0/8539	0/5559	5/0
$A=0/040C-$ 0/000	$A=0/069C-$ 0/002	$A=0/099C+0$ /002	$A=0/160C-$ 0/095	$A=0/113C-$ /005	Линейное уравнение
0/998	1/000	0/998	0/981	0/997	R^2

Проведенные опыты доказывают, что при электрическом воздействии адсорбента их адсорбционная способность увеличивается в несколько раз.

Таким образом, доказано, что с помощью электрического разряда достигается высокий процесс регенерации. За счет электрического воздействия на адсорбент область применения бентонита расширяется.

Были также разработаны стандартные твердые вещества, упомянутые ранее, градуированные дуги для каждого из исследуемых катионов были нарисованы в направлении калибровки аппарата атомного адсорбционного спектрометра (FAAS). Таблица 1. уравнения, опубликованные в Mn^{2+} Pb^{2+} Cu^{2+} Ni^{2+} CD^{2+} , показывают линейную связь атомного катиона С с адсорбционным знаком этого металла А. Эти линейные уравнения также показывают хорошую корреляцию, когда данные об адсорбции, используемые в стандартном твердом теле, сосредоточены на коэффициенте корреляции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

На каждом этапе исследования калибровка аппарата перед инъекцией образцов проводилась в линейных пределах с использованием стандартных растворов. Следует отметить, что когда концентрация остаточных металлов в растворе превышает этот предел, перед регистрацией величины притяжения образцов выполняется этап разбавления.

Таким образом, экспериментально подтверждено повышение сорбционной способности сорбентов, подвергающихся воздействию электрических разрядов газа. Причина повышения сорбционной способности была объяснена в работе образованием в сорбентах электрически заряженных состояний.

1. С.И. Кривошеев, Г.А. Шнеерсон, В.В. Платонов, В.Д. Селемир, О.М. Таценко, А.В. Филиппов, Е.А. Бычкова. Влияние сильного магнитного поля на адсорбцию газов. Журнал технической физики. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, том 86, вып. 2016.
2. A.M. Gashimov, K.B. Kurbanov, R.N. Mehdizadeh, M.A. Gasanov, B.Q. Mehdiyev, I.G. Akiyeva, I.I. Mustafayeva, N.M. Hosseinahli. "Electrical discharge treatment of zeolites for cleaning wastewater". 12-th International conference on Tehnical and Physical Problems of electrical engineering. Bilbao, Spain, ICTPE, № 43, 7-9 september 2016, p. 218-221.
3. Kianoos. Sh., 2012. Bentonite, a soil with thousands application. Gange Honar, 85. Tehran.
4. N.M. Hosseinahli. "Modification of natural ceolit surface by torch electric discharge", Bilbao -Spain, TPE 2009, p.224-227.
5. A.M. Həşimov, K.B. Qurbanov, H.C. Hüseynov. Energetika sistemlərinin ekoloji problemlərinin həllində elektrofiziki proseslər. Fizika. Cild XVII, №2, 2011. s.3-11.