

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Химиктер күніне орай және кафедра профессорлары Тәшенов Әуезхан  
Кәріпханұлы мен Рахмадиева Слукен Бигалиқызын еске алуға арналған  
«Химиялық білім мен химия ғылымының өзекті мәселелері» атты  
халықаралық ғылыми-практикалық конференция  
МАТЕРИАЛДАРЫ  
27 мамыр 2022 ж.**

**МАТЕРИАЛЫ**

**Международной научно-практической конференции «Актуальные  
проблемы химического образования и химической науки», приуроченной  
ко Дню Химика и посвященной памяти профессоров Ташенова Ауэзхана  
Карипхановича и Рахмадиевой Слукен Бигалиевны  
27 мая 2022 г.**



**ТАШЕНОВ АУЭЗХАН  
КАРИПХАНОВИЧ  
(04.04.1950-11.07.2021)**



**РАХМАДИЕВА СЛУКЕН  
БИГАЛИЕВНА  
(21.01.1952-11.07.2021)**

**27 мамыр 2022  
Нұр-Сұлтан**

УДК 54

ББК 24

**G99 Химиктер күніне орай және кафедра профессорлары Тәшенов Әуезхан Кәріпханұлы мен Рахмадиева Слукен Бигалиқызын еске алуға арналған «Химиялық білім мен химия ғылымының өзекті мәселелері» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференция=Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы химического образования и химической науки», приуроченной ко Дню Химика и посвященной памяти профессоров Ташенова Ауэзхана Карипхановича и Рахмадиевой Слукен Бигалиевны. – Нұр-Сұлтан: – .....б. - қазақша, орысша.**

**ISBN 978-601-337-690-5**

Жинақта 2022 жылғы 27 мамырда Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ-де (Нұр-Сұлтан қ.) өткен Химиктер күніне орай және кафедра профессорлары Тәшенов Әуезхан Кәріпханұлы мен Рахмадиева Слукен Бигалиқызын еске алуға арналған «Химиялық білім мен химия ғылымының өзекті мәселелері» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары жинақталған. Конференция материалдары химия ғылымы мен білім берудің әртүрлі мәселелеріне арналған және секцияларға бөлінген. Жинаққа ақымдағы мамандарға арналған.

Сборник содержит материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы химического образования и химической науки», приуроченной ко Дню Химика и посвященной памяти профессоров Ташенова Ауэзхана Карипхановича и Рахмадиевой Слукен Бигалиевны, проходившей 27 мая 2022 г. в ЕНУ им. Л.Н.Гумилева (г.Нур-Султан). Материалы конференции посвящены различным проблемам химической науки и образования и распределены по секциям. Сборник предназначен для широкого круга специалистов.

***РЕДКОЛЛЕГИЯ:***

***Еркасов Р.Ш., д.х.н., профессор;  
Амерханова Ш.К., д.х.н., профессор;  
Султанова Н.А., д.х.н., профессор;  
Машан Т.Т., к.х.н., и.о.профессора;  
Суюндикова Ф.О., к.х.н., доцент;  
Копишев Э.Е., к.х.н., и.о.доцента***

**УДК 54**

**ББК 24**

**ISBN 978-601-337-690-5**

**Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2022**

4. WEBSTER H. L., ROBERTSON A. The Rapid Determination of Total Fatty Acid in Unbuilt Soap Products// University of Connecticut, 2014.
5. Оспанов Х. К. Лекции по кинетике гомогенных и гетерогенных химических процессов.- Алма-Ата: Изд-во Ғылым, 1991.-215 с.
6. Москва В. В. Понятие кислоты и основания в органической химии// Соросовский образовательный журнал. — 1996. — № 12. — С. 33—40.

## МРНТИ 31.23

**Ш.К.Амерханова, Р. М.Шляпов, А.Оспанова**

*Евразийский национальный университет им Л.Н. Гумилева, ул.  
Кажымукана 13, г Нур-Султан, 010000, Республика Казахстан  
(E- mail: [amerkhanovashk@gmail.com](mailto:amerkhanovashk@gmail.com))*

### **Исследование сорбционных свойств кремнезема к ионам меди (II)**

**Аннотация:** Определена адсорбционная способность кремнезема по отношению к ионам меди в статических условиях. получены математические модели процесса очистки модельных растворов от ионов меди (II). Установлено, что при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов может быть эффективно использован кремнезем. Работы по изучению процесса сорбции проводились в статических условиях. Определены кинетические параметры сорбционного обезвреживания медьсодержащих растворов: константы скорости пленочной диффузии, энергии активации, энтальпии активации, энтропии активации.

**Ключевые слова:** адсорбция, кремнезем, энтальпия активации, энтропия активации, пленочная диффузия

**Актуальность.** Нехватка питьевой воды является актуальной проблемой в настоящее время. Всем нам известно значение воды для растений и животных, для повседневных потребностей человека. В связи с загрязнением воды в настоящее время возникают серьезные проблемы. Попадание

неправильно очищенных сточных вод в различные водоемы может привести к различным биологическим проблемам и даже остановке жизни в экосистемах. После использования воды на производственных предприятиях, в животноводстве, ее сливают в реки в качестве сточной воды. Загрязнение водных ресурсов беспокоит все человечество. Загрязнение сточных вод в конечном итоге заканчивается разрушением водной экосистемы. Эта проблема характерна и для Казахстана. В настоящее время одной из самых сложных и важных проблем является химическое загрязнение окружающей среды ионами тяжелых металлов, в профилактике которого принимают участие не только химики–аналитики, но и биологи, экологи и медики. Вода считается одним из важнейших природных ресурсов. Он играет важную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизнедеятельности человека. В сельском хозяйстве и на известных предприятиях большую роль играет вода. Всем известно значение воды для растений и животных, для повседневных потребностей человека. Для мировых водоемов ежегодно расходуется 3200-3600 км<sup>3</sup> воды. Из них 65% используется в сельской местности. На втором месте черная и цветная металлургия, кроме того, в больших количествах расходуется вода для химического и целлюлозно - бумажного производства. После использования воды на производственных предприятиях, в животноводстве, ее сливают в реки как сточную воду

Установлено, что загрязнение воды ионами тяжелых металлов наносит вред организму человека. Кроме того, во многих странах агрессия детей определялась высоким содержанием ионов тяжелых металлов в их организме. Количество людей, совершивших самоубийство во всем мире, увеличилось, что обусловлено наличием в организме этих вредных элементов. Известно, что в организме человека имеются несменяемые элементы: наличие свинца в пломбе на зубе человека, наличие мышьяка в типографских изданиях и др. распространение d-металлов в окружающую среду происходит интенсивно не только в природных условиях, но и антропогенным путем. К ним можно отнести отходы производства, горнодобывающая промышленность, транспорт, производство цветных и черных металлов, хаотичное использование удобрений, содержащих тяжелые металлы, теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) или общую урбанизацию.

На производствах используется 500 тыс. химических соединений, из них более 50 тыс. являются вредными для окружающей среды и жизни человека. В периодической системе к числу тяжелых металлов относятся более 30 химических элементов. К ним относятся металлы: хром (Cr), марганец (Mn), кобальт (Co), никель (Ni), кадмий (Cd), железо (Fe), цинк (Zn) и др. [1]. Из загрязняющих металлов можно отметить металлы цинк, свинец, кадмий и медь, представляющие большую опасность для здоровья и жизни человека [2].

Они имеют следующие особенности от других загрязнителей: d-металлы не относятся к группе специальных загрязняющих веществ, так как в отличие от специальных загрязнителей (например, пестицидов и бензапирена) встречаются в биосфере как в умеренных, так и в экологически чистых регионах.

В сточной воде часто наблюдается превышение предельно допустимых d-металлов. Загрязняющими веществами в Аральской воде являются d-металлы, нефтепродукты и фенолы, карбоновые кислоты. По этой причине в воду поступает большое количество токсичных веществ, нефтепродуктов, органических соединений, тяжелых металлов.

К основным показателям химических загрязнителей сточных вод относятся:

- температура;
- запах, цвет;
- прозрачность;
- реакция среды;
- плотные или высохшие остатки;
- содержание твердых примесей;
- вредные вещества;
- биологические загрязнения.

Выбросы загрязняющих веществ- это отходы, образующиеся в результате деятельности человека, поступающие в окружающую среду, неотъемлемые последствия техногенеза. Отходы делятся на газовые, пылевидные, жидкие, твердые, парообразные. Когда количество тяжелых металлов чрезмерно увеличивается в окружающей среде, то воздействие на живой организм становится губительным. Поэтому оценка возможности сорбционного обезвреживания сточных вод, содержащих ионы металлов, с помощью

минеральных сорбентов является весьма актуальной как с теоретических, так и с практических позиций.

**Экспериментальная часть.** Эксперименты по сорбции ионов меди на кремнеземе проводили по следующей методике. В исследуемый раствор объемом 50 см<sup>3</sup> при интенсивном перемешивании вносили 1 г SiO<sub>2</sub>. После установления адсорбционного равновесия в системе при медленном перемешивании в течение 30 - 120 мин твердую фазу отделяли фильтрованием, остаточное содержание ионов меди (II) в фильтрате определяли объемным комплексонометрическим титрованием раствором трилона Б концентрацией 9,0\*10<sup>-3</sup> М. Интервал температур 298-303 К, температуру раствора поддерживали с точностью ± 0,5 °С.

При исследовании процесса сорбции получены кинетические кривые в координатах  $F - t$ , где  $F = A_t/A_{max}$  – относительная степень сорбции;  $a_{max}$  и  $a_t$  – количество сорбата (ммоль/г) на единицу массы смолы в состоянии равновесия и в момент времени  $t$  ( $t$  – продолжительность процесса) [3]. Для обработки полученных экспериментальных данных использовали уравнения, учитывающие влияние внешней (пленочной) диффузии. Расчет энергии активации, энтальпии активации проводили по формулам [4]. Учитывая особую «роль» энтропии активации переходного состояния, рассчитывали величину  $A_0$  из экспериментальных данных, используя уравнение

$$\lg K = \lg A_0 - E_a / 2,303RT. \quad (1)$$

$$\Delta H^\# = E_a - 2RT \quad (2)$$

Затем находили величину  $\Delta S^\#$  по уравнению:

$$\Delta S^\# = [R \cdot 2,303 \lg A_0 - 2,303 \lg(\frac{kT}{h}) - n]. \quad (3)$$

### Результаты и обсуждение

На основании полученных данных по изменению величины сорбции от времени были определены значения относительной степени сорбции при влиянии температуры (рисунок 1),

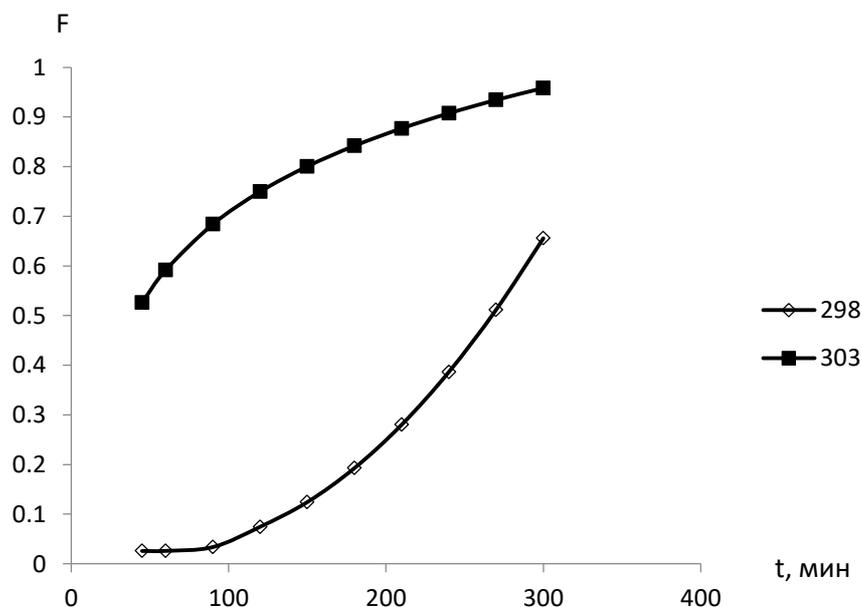


Рисунок 1 Интегральные кинетические кривые сорбции ионов меди на  $\text{SiO}_2$  при различных температурах

Как видно из рисунка 1 поглощение ионов  $\text{Cu}(\text{II})$  при  $T=298\text{ K}$  в начальный период времени было менее интенсивным, а затем скорость сорбции возросла. Это связано с активацией поверхностных групп кремнезема, за счет гидролиза. Тогда как при  $T=303\text{ K}$  в интервале 30-90 мин процесс связывания ионов металлов протекает более интенсивно, а затем замедляется. Это можно объяснить тем, что на поверхности адсорбента происходит накопление определенного количества ионов металла и возникает равновесие между ионами. Далее с целью установления особенностей сорбционного накопления ионов меди (II) были построены графические зависимости в координатах  $F-t^{1/2}$  (рисунок 2).

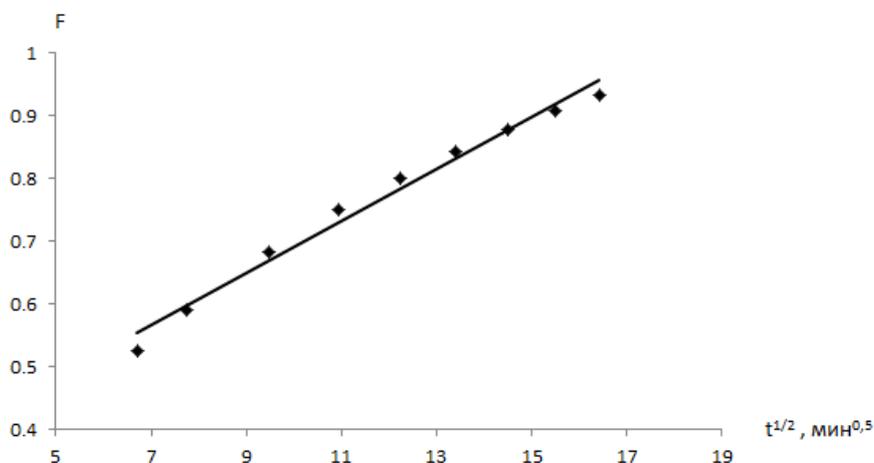


Рисунок 2 Взаимосвязь  $F$  и  $t^{0.5}$  для процесса сорбции ионов  $\text{Cu}(\text{II})$  на  $\text{SiO}_2$ .

Анализ рисунка 2 показал, что стадией, лимитирующей сорбцию, является внутренняя диффузия. Также были рассчитаны величины константы скорости диффузии, энергия активации, энтальпия и энтропия активации (таблица 1)

Таблица 1 Кинетические характеристики процесса сорбции ионов меди (II) на кремнеземе

Т, К	$\lg \gamma$	$E_a$ , кДж/моль	$\Delta H^\ddagger$ , кДж/моль	$\Delta S^\ddagger$ , Дж/моль К
298	-5,38	230,85	225,90	260,18
303	-4,71		225,82	260,16

Диффузионный характер процесса сорбции ионов меди(II) также подтверждается высокими величинами энергии активации. Наиболее информативной величиной среди указанных выше, является изменение энтропии активации, поскольку позволяет судить о влиянии гидратации на процесс закрепления иона металла на поверхности кремнезема. Высокие значения энтропии активации свидетельствуют о менее сольватированном активированном комплексе на поверхности сорбента [5].

На скорость диффузии ионов металлов в фазе сорбента влияют радиус гидратированного иона, его заряд и подвижность. Сродство ионов к сорбенту снижается с уменьшением кристаллографического размера, повышением заряда и, как следствие, с увеличением радиуса гидратированного иона, возрастанием энтальпии гидратации иона металла [6]. С повышением температуры возрастает доля гидролизированных участков на поверхности кремнезема, тем самым увеличивается отрицательный заряд поверхности и степень связывания ионов меди в адсорбционный комплекс, на что указывает повышение скорости диффузии.

## Выводы.

Таким образом, показана возможность использования модели псевдо-первого порядка с константами скорости для описания химической стадии процесса сорбции ионов меди(II) на кремнеземе. В результате проведенных исследований установлен характер процессов сорбции ионов меди на кремнеземе. Выявлено, что закрепление ионов металлов лимитируется внутренней диффузией в порах сорбента в составе пленки. На основании температурной зависимости констант скорости диффузии были определены термодинамические характеристики активированного комплекса ионов меди с гидролизованной силанольными группами на поверхности сорбента. Показана преобладающая роль гидратационных процессов как в отношении иона металла, так и кремнезема. Поэтому кремнезем может быть использован в качестве сорбента для очистки сточных вод содержащих ионы меди при температурах окружающей среды.

### **Список литературы**

- 1 Шарипова А.В. Обезвреживание сточных вод от тяжелых металлов под действием ультразвука и утилизация противобледенительных жидкостей с применением природных сорбентов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук, 2015.-9с.
- 2 Процай А.А., Привалова Н.М., Полуляхова Н.Н. Оценка сорбционной способности ионитов при извлечении свинца из сточных вод // Успехи современного естествознания.- 2005. - № 11. –С. 84.
- 3 Крижановская О.О. Кинетические модели при описании сорбции жирорастворимых физиологически активных веществ высокоупорядоченными неорганическими кремнийсодержащими материалами// / Сорбционные и хроматографические процессы. 2014. Т. 14. Вып. 5. – С. 784-794.
- 4 Оспанов Х. К., Оспанов А. Х. Физико – химические основы переработки золотосодержащего сырья методом мокрого хлорирования. - Алматы: Изд-во Қазақ университеті, 2002.- 201 с.
- 5 Оспанов Х. К. Лекции по кинетике гомогенных и гетерогенных химических процессов.- Алма-Ата: Изд-во Ғылым, 1991.-215 с.
- 6 Бакеев М.И. Теория гидратации и свойства растворов электролитов. Караганда, 2007- 221 с.