

*Шачнева Е.Ю., кандидат химических наук, доцент,  
Астраханский государственный университет*

## МЕТОДЫ СОРБЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

**Аннотация:** дефицит водных ресурсов и их загрязнение говорит о необходимости обеспечения населения экологически безопасной питьевой водой. Данная проблема весьма актуальна в настоящее время. Накапливаясь в водоемах, поверхностно-активные вещества оказывают сильное токсическое действие на флору и фауну, ухудшают органолептические показатели воды, препятствуют процессам самоочищения водных объектов. Процессы деструкции большинства ПАВ в природных водах происходят достаточно медленно. Одним из эффективных способов борьбы с загрязнением воды поверхностно-активными веществами является предупреждение попадания их в водоемы. Многие из методик достаточно трудоемки, требуют дорогостоящего оборудования, недостаточно точны и экспрессны. Поэтому разработка простых, экспрессных, доступных методик, пригодных для определения содержания поверхностно-активных веществ различных классов в почвах, сточных водах и других объектах до сих пор остается важной и актуальной задачей. Статья описывает методы сорбционного концентрирования поверхностно-активных веществ с применением неорганических остатков, так и с применением природных и синтетических сорбентов. В методах сорбционного концентрирования поверхностно-активных веществ с применением неорганических остатков в качестве осаждающих агентов и сорбентов одновременно могут быть использованы оксиды кальция, магния, алюминия, мраморная крошка, бишофит, сульфат магния. Применяется также метод с использованием электрохимического деструктивного окисления. К природным сорбентам относятся различные природные пористые гидрофобные материалы, которые вследствие своей структуры обладают значительной сорбционной способностью. Природные сорбенты весьма многообразны из-за различия строения и условий их образования. К ним можно отнести неорганические продукты природных реакций осаждения (бокситы, латериты, ферролиты и др.), глины (гидроалюмосиликаты), активные земли (силикаты), а также органические осадки и продукты превращения органических веществ растительного и животного происхождения (илы озер и морей, гумус, торф, лигнит и др.). Процесс применения достаточно дорогостоящий процесс, что существенно снижает экономическую эффективность применения природных сорбентов.

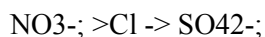
**Ключевые слова:** сорбция, неорганические остатки, природные и сорбенты, синтетические сорбенты

Дефицит водных ресурсов и их загрязнение говорит о необходимости обеспечения населения экологически безопасной питьевой водой. Данная проблема весьма актуальна в настоящее время. Обращение внимания общественности к этому вопросу связано с увеличением частоты заболеваний, возникающих при употреблении некачественной питьевой воды. Накапливаясь в водоемах, ПАВ оказывают сильное токсическое действие на флору и фауну, ухудшают органолептические показатели воды, препятствуют процессам самоочищения водных объектов. Добиться полной очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ практически невозможно. Так как процессы деструкции большинства ПАВ в природных водах происходят очень медленно, то у микробного населения водоемов отсутствует адаптация к данным веществам, а массообмен в указанных условиях очень слабый. Одним из эффективных способов борьбы с загрязнением воды поверхностно-активными веществами является предупреждение попадания их в водоемы. Для этого необходимо контролировать содержание ПАВ в сточных водах, промышленных и бытовых отходах, а также в самих водоемах. Многие из имеющихся в распоряжении химиков-аналитиков методик либо достаточно трудоемки и требуют дорого-

стоящего оборудования, либо недостаточно точны и экспрессны. Поэтому разработка простых, экспрессных, доступных методик, пригодных для определения содержания поверхностно-активных веществ различных классов в почвах, сточных водах и других объектах до сих пор остается важной и актуальной задачей. Применяются процессы адсорбции с применением неорганических остатков, так и с применением природных и синтетических сорбентов.

Молекулы поверхностно-активных веществ имеют длинные углеводородные радикалы, характеризующиеся большой энергией сорбционного взаимодействия (26-35 кДж/моль), поэтому они могут сорбироваться на различных поверхностях, даже гидрофильных [1, 2].

Анионные ПАВ при определенных условиях образуют с  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  нерастворимые комплексные соединения. При этом вместе с химическим взаимодействием происходит и физическая сорбция ПАВ на образующихся осадках. На степень извлечения ПАВ из сточных вод влияет pH, химическая структура ПАВ, природа анионов и катионов, которые образуют комплекс, и их концентрация. По способности извлекать ПАВ из водных растворов анионы и катионы можно расположить в следующей последовательности [3, 4]:



В качестве осаждающих агентов и сорбентов ПАВ одновременно могут быть также использованы оксиды кальция, магния, алюминия, мраморная крошка, бишофит, сульфат магния [5].

Японские исследователи [6] предлагают удалять АПАВ добавлением в сточные воды морской воды в соотношении 1:1, что приводит к образованию нерастворимых соединений ПАВ. Для укрупнения хлопьев добавляют полиакриламид, и среда подщелачивается.

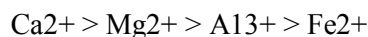
Однако, такой способ улавливания ПАВ приводит к увеличению объема стоков и их интенсивному разбавлению, что значительно снижает эффект очистки.

Наиболее эффективным вариантом очистки воды от органических красителей и ПАВ можно считать поэтапную очистку сорбцией с последующим электрохимическим деструктивным окислением [7, 8]. Но метод требует значительных расходов указанных материалов и решения вопроса утилизации отработанных сорбентов [3, 9].

К природным сорбентам относятся различные природные пористые гидрофобные материалы, которые вследствие своей структуры обладают значительной сорбционной способностью. Эта сорбционная способность может быть обусловлена физической адсорбцией на развитой пористой или слоистой поверхности сорбента, либо вызываться ионным обменом. Чаще всего действуют несколько механизмов одновременно [3, 10]. Иногда поверхность сорбента дополнительно активизируется и модифицируется с целью образования макро-, микро- и мезопор. Однако, этот дорогостоящий процесс существенно снижает экономическую эффективность применения природных сорбентов.

Природные сорбенты весьма многообразны вследствие различия строения и условий их образования и во многих случаях не уступают синтетическим. К ним относят неорганические продукты природных реакций осаждения (бокситы, латериты, ферролиты и др.), глины (гидроалюмосиликаты), активные земли (силикаты), а также органические осадки и продукты превращения органических веществ растительного и животного происхождения (илы озер и морей, гумус, торф, лигнит и др.) [11].

Высокая гидрофильность природных неорганических сорбентов не позволяет использовать их для молекулярной (физической) адсорбции. Однако, в тех случаях, когда адсорбционное взаимодействие дополняется электростатическим или ионообменным, а также при адсорбции высокомолекулярных веществ из субколлоидных растворов,



неорганические природные сорбенты являются достаточно эффективными [3, 10]. Дифильность молекул ПАВ, а также высокая энергия адсорбции ассоциатов ПАВ делают возможным их поглощение такими гидрофильными неорганическими природными сорбентами как глины, шлаки и различные минеральные оксиды. Сорбция дает высокий эффект очистки, но процесс протекает с убывающей скоростью до достижения равновесного состояния, после чего сорбент нужно либо регенерировать, либо заменять на новый, что усложняет процесс и увеличивает стоимость очистки [3, 12].

Наиболее эффективно сорбционным методом улавливаются ПАВ, находящиеся в сточной воде в молекулярном состоянии (то есть неионогенные ПАВ). Эффект улавливания АПАВ (анионоактивных ПАВ) снижается за счет образования вокруг ионов гидратной оболочки воды и придания твердой поверхности сорбента одноименного с АПАВ заряда [7].

Для сорбционной очистки от анионных ПАВ целесообразно использование таких сорбентов, на которых физическая сорбция усиливается кислотно-основным взаимодействием функциональных групп поверхности и анионов ПАВ [13]. В этом отношении представляет несомненный интерес применение доломита ( $\text{MgO}$ ) природного и, особенно, обожженного. Этот сорбент наиболее эффективен при очистке сточных вод с большим содержанием АПАВ. Так при концентрации сульфанола в воде 2 г/дм<sup>3</sup> и эффекте очистки 90% поглощательная емкость окиси магния достигает 1000 мг/дм<sup>3</sup>. В качестве эффективного сорбента для извлечения АПАВ в этой же работе рекомендован суспендированный минеральный порошок – тальк.

В ряде случаев для очистки промышленных сточных вод от ПАВ и нефтепродуктов достаточно эффективно использование различных отходов производства, особенно шлаков и золы котельных и ТЭЦ. Их сорбционная емкость определяется величиной pH среды. В случае поглощения анионных ПАВ она максимальна в кислой среде [14].

В нейтральной среде анионные ПАВ хорошо сорбируются на шлаках котельных. Минеральные шлаки чаще всего применяют для очистки сточных вод с высокой начальной концентрацией ПАВ (до 1000 мг/дм<sup>3</sup>). При этом, остаточное содержание ПАВ в осветленной воде не опускается ниже 90 мг/дм<sup>3</sup>. Однако, присутствие в воде сопутствующих загрязнителей и влияние их на эффект очистки в работе не рассмотрено. Сорбенты на основе отходов производства отличаются низкой прочностью и повышенной зольностью.

Вышеописанные дешевые сорбенты, по мнению авторов [4], могут быть эффективно использованы для очистки сточных вод с высокой концентрацией ПАВ, в которых ПАВ находятся в мицеллярном состоянии, так как энергия сорбции их равна или превышает 42 Дж/г–мицелл. Однако в работе [12] отмечается отрицательное влияние мицеллообразования ПАВ на сорбционную очистку, так как в единице объема воды при этом снижается число подвижных активных частиц. Авторы работы [15] отмечают, что ассоциация молекул и ионов ПАВ в водной среде, а также их мицеллообразование, чрезвычайно сильно отражается на процессе сорбционной очистки через степень использования объема пор сорбента, что приводит к смещению сорбционного равновесия в сторону десорбции.

Эффективными сорбентами органических веществ из водных растворов являются активированные угли. Они гидрофобны, обладают достаточно жесткой пористой структурой, определяющей их значительную механическую прочность, высокой химической и термической стойкостью, избирательной сорбционной способностью по отношению к различным органическим соединениям. Их изготавливают из древесины, торфа, каменного угля, лигнина путем обугливания в нейтральной среде при температуре 600-900°C, что приводит к образованию микропористой структуры. Они могут с успехом применяться на различных стадиях процесса обработки производственных, бытовых сточных вод и их смесей [1, 16].

При очистке производственных сточных вод на локальных цеховых установках активные угли могут выполнять две задачи – очистка сточных вод и концентрирование на своей поверхности веществ, имеющих техническую ценность. В первом случае очистку сточных вод удобнее всего осуществлять в аппаратах с непрерывной или периодической подачей сорбента. В тех случаях, когда задачей сорбции является концентрирование веществ, рекомендуется применение аппаратов с неподвижным слоем активного угля. При этом в одном аппарате весьма удачно сочетаются сорбция и десорбция, так как последняя производится паром или химическими растворителями и не требует выгрузки сорбента. Извлекаемое при регенерации активного угля вещество возвращается в производственный цикл и частично окупает затраты на очистку сточных вод.

Использование активных углей в качестве сорбентов часто является невыгодным из-за их повышенной микропористости, малого удельного веса, высокой стоимости, низкой механической прочности гранул и необходимости восстановления сорбционной емкости. Поэтому в последние годы по-

лучили распространение активные угли из полимеров и из отходов производств [17, 18]. Они различаются видом сырья, а, следовательно, и свойствами.

Отличительной особенностью полимерных материалов является более регулярная структура, а также возможность повышения сорбционной активности в области малых концентраций загрязнений сточных вод. Преимуществом этих сорбентов является недефицитность сырья, недостатками – дорогой способ приготовления и необходимость гигиенической оценки полученных углей [11].

Однако ввиду их высокой стоимости, поглоители данного класса целесообразно применять для низкоконцентрированных сточных вод или на стадиях доочистки, когда концентрация ПАВ не превышает критическую концентрацию мицеллообразования (ККМ) [19, 20].

Уголь-сырец вследствие малой удельной поверхности, а также заполненности пор смолами и продуктами неполного сгорания имеет сравнительно небольшую сорбционную емкость. Поэтому для очистки сточных вод рекомендуется использовать полученный из сырья активный (активированный) уголь. Активирование угля заключается в его термической обработке, в результате которой продукты неполного сгорания угля частично выгорают и улетучиваются, обеспечивая увеличение удельной поверхности угля [21].

Окисление радикалов и части функциональных групп карбонизированного органического материала приводит к образованию относительно крупных пор. В процессе парафазовой активации угля пары воды и диоксид углерода диффундируют в поры карбонизированного материала и вступают в реакции окисления. При этом, прежде всего, окисляется до газообразных продуктов наименее плотная часть материала зоны аморфного углерода, и образуются поры молекулярных размеров нерегулярного строения. Вследствие низкой плотности аморфного углерода выгорание относительно небольшой его массы приводит к возникновению довольно значительного объема таких пор.

Поры сорбента, имеющие радиус менее 1,1-1,2 нм, полностью недоступны для проникновения в них неассоциированных молекул или ионов большинства ПАВ. Адсорбция таких молекул (особенно мицелл) протекает в основном на поверхности мезопор с полушириной пор 2,5-4 нм [22]. Если же концентрация ПАВ в растворе ниже ККМ, то используется практически вся поверхность мезопор и часть поверхности наиболее крупных супермикропор.

Пористая структура сорбента в значительной мере определяет его удельный расход при адсорбции растворенных веществ и, следовательно, вли-

яет на экономичность технологии [23]. Очевидно, что микропоры, размеры которых меньше молекул растворенных веществ, не участвуют в процессе сорбции, и поэтому при адсорбции сложных молекул органических веществ (например, ПАВ) являются бесполезной частью пористой структуры, тогда как при адсорбции относительно небольших молекул объем микропор составляет основную часть адсорбционного объема пор сорбента.

Одним из наиболее простых по аппаратурному оформлению методов сорбционной очистки сточных вод активированным углем является фильтрование воды снизу вверх через слой сорбента, загруженного в колонну. Необходимое условие этого метода – предварительное удаление взвешенных примесей отстаиванием или фильтрованием [23]. Однако, сточные воды, содержащие небольшие количества ПАВ (до 30-35 мг/дм<sup>3</sup>), нефтепродуктов (1-12 мг/дм<sup>3</sup>) и взвешенных веществ (40-120 мг/дм<sup>3</sup>) самостоятельно практически не отстаиваются и очень плохо фильтруются. Поэтому метод фильтрования через слой активированного угля в данном случае нецелесообразен.

В общем, сорбция на активированных углях обеспечивает высокую степень очистки воды от ПАВ, но требует частых промывок и регенерации, а нередко и замены загрузки, что делает этот метод в целом неэкономичным. Кроме того, возникает проблема обработки промывных вод, содержащих ПАВ.

Исследования, проведенные Куянцевой Э.Э. [24] на модельных стоках показали, что при исходном содержании АПАВ (сульфонола) 80 мг/дм<sup>3</sup>, дозе угля 2-3 г/дм<sup>3</sup> и времени контакта 60 мин при комнатной температуре, остаточное содержание АПАВ в стоках достигает 3 мг/дм<sup>3</sup>. Присутствие нефтепродуктов в сточных водах в количестве до 50 мг/дм<sup>3</sup> ухудшает сорбцию на угле. Установлено также, что неионогенные ПАВ сорбируются на поверхности угля лучше анионных ПАВ, ввиду того, что отрицательно заряженные частицы последних препятствуют эффективной сорбции на отрицательно заряженной поверхности угля. Кроме того, при обработке сточной воды активированным углем в статических условиях вода насыщается мелкодисперсными угольными частичками, что приводит к повышению мутности, и технологический процесс очистки усложняется.

В работе [25] описан процесс адсорбции неионогенного ПАВ Тритон Х-100 на твердых поверхностях из водных и неводных сред. В качестве сорбента в этом методе рассматривается кварцевый песок и метилированный кварцевый песок.

Хорошим природным сорбентом органического происхождения является торф. Благодаря своей развитой пористой структуре торф обладает удельной поверхностью примерно 200 м<sup>2</sup>/г. Химическое разложение гуминовых кислот, содержащихся в торфе, придает ему катионообменные свойства [26]. Торф может использоваться для поглощения из сточных вод нефти, красящих веществ, СПАВ.

В настоящее время значительное внимание уделяется изучению сорбционных характеристик цеолитов и цеолитсодержащих пород. Цеолиты представляют собой типичные молекулярные сита. Способность отделять друг от друга молекулы и ионы разного размера, которая характерна цеолитам, называется молекулярно- или ионно-ситовым действием. Оно обусловлено наличием в кристалле пустот и каналов объемом до 50% его собственного объема. Формой и размерами входных отверстий определяются величины ионов и молекул, которые могут проникнуть в полости. На этом и основано применение цеолитов как сорбентов. Исследования А.А. Рязанцева, Л.А. Цыцкуевой и других показали, что использование природных цеолитов для доочистки сточных вод позволяет существенно повысить эффективность работы очистных сооружений. В настоящее время цеолиты также активно используются и для очистки природных вод [27, 28].

В Астраханском Государственном Университете и Астраханском инженерно-строительном институте ведется изучение сорбентов марок СВ и С из опок (природных алюмосиликатов) Каменнорского месторождения Астраханской области [25, 29].

При всем разнообразии существующих сорбентов и методов их модифицирования остается актуальным поиск новых сорбентов, а также способов увеличения сорбционной емкости и улучшения кинетических показателей сорбционных материалов.

В настоящее время в научных журналах появляется всё больше публикаций, посвященных применению природных сорбентов для очистки питьевой воды, бытовых стоков, сточных вод целлюлозно-бумажной, текстильной, горнодобывающей и других отраслей промышленности.

В связи с этим применение сорбентов для очистки воды заставляет особое внимание уделять физико-химическому обоснованию рационального использования природных сорбентов для очистки воды от коллоидно-, молекулярно- и ионно-растворённых веществ.

## Литература

1. Дрозд А.В., Климов В.Г., Моисеева И.В. Экстракционно-спектрофотометрическое определение АПАВ с родамином 6Ж // Зав. лабор. Диагност. матер. 1998. Т. 64. №5. С. 6.
2. Когановский А.М., Клименко Н.А. Физико-химические методы очистки промышленных сточных вод от поверхностно-активных веществ. Киев.: Наук. Думка. 1974. 157 с.
3. Интенсификация очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ. Терехова Екатерина Львовна: Дис. канд. техн. наук. Хабаровск. 2004. 175 с.
4. Пушкарев В.В., Трофимов Д.И. Физико-химические особенности очистки сточных вод от ПАВ. М.: Химия. 1975. 144 с.
5. Проблемы очистки сточных вод, содержащих высокие концентрации анионных ПАВ / Л.И. Гущина, А.С. Грищенко, И.Л. Евлахова и др. М.: ЦНИИТЭНефтехим. 1991. 39 с.
6. Removal efficiency of anionic surfactants from chemical wastewater by treatment plant using coagulation precipitation process / A. Adachi, M. Kamide, T. Kodayshi & other // Env. Tech. 1990. V. 11. P. 133 – 140.
7. Гаузер Е.А. Коллоидная химия глинистых минералов и пленок / Е.А.Гаузер, Д.Л. Лебо. М: Гостехиздат. – 1947. – 323 с.
8. Мамедов Э.А. Очистка воды от красителей // Водоснабжение и санитарная техника. 2000. №9. С. 15 – 16.
9. Боев В.Ф., Чучалин И.С., Колганова Л.В. Технология обработки воды оборотных систем моек автотранспорта, содержащих ПАВ // Материалы академических чтений. СПб.: ГУПС. 2001. С. 66 – 69.
10. Тарасевич Ю.И. Физико-химические принципы рационального подбора природных сорбентов для адсорбционной очистки сточных вод от ПАВ // Укр.химический журнал. 1977. №9. С. 935 – 950.
11. Сорбционная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с применением брусита. Бобылева Светлана Анатольевна: Дис. канд. техн. наук. Новосибирск. 2005. 156 с.
12. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. Л.: Химия. 1982. 169 с.
13. Когановский А.М., Клименко Н.А. Физико-химические основы извлечения поверхностно-активных веществ из водных растворов и сточных вод. Киев.: Наук. Думка. 1978. 176 с.
14. Соколов В.П., Чукунов Л.А. Физико-химические методы глубокой очистки сточных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. М.: ЦНИИТЭНефтехим. 1978. 46 с.
15. Физическая адсорбция из многокомпонентных фаз // Труды второй Всесоюзной конференции по теоретическим вопросам адсорбции. М.: Наука. 1972. 252 с.
16. Медяник В.С. Получение и применение углеродных сорбентов из ископаемых углей Кузнецкого бассейна: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Кемерово. 2000. 30 с.
17. Crist Ray H., Martin J.R. Use of a novel formulation of kraft lignin for toxic metal removal from process waters // Separ. Sci. and Technol. 2004. V. 39. №7. P. 1535 – 1545.
18. Palma G., Freer J., Baeza J. Removal of metal ions by modified Pinus radiata bark and tannins from water solutions // Water Res. 2003. V. 37. №20. P. 4974 – 4980.
19. А.С. 1198013 СССР, МКИ С 02 F 1/28. Способ очистки сточных вод от органических соединений / Н.А. Конькова, Е.Д. Рушайло, В.Н. Клушин и др. Оpubл.1985. Бюл. №4.
20. Страженко Д.Н., Тарковская И.А. Адсорбция и адсорбенты. Киев: Наук. Думка. 1972. Вып. 1. С. 32 – 35.
21. Когановский А.М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод. Киев: Наук. думка. 1983. 239. с.
22. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия. 1971. 574 с.
23. Когановский А.М., Клименко Н.А. Физико-химические методы очистки промышленных сточных вод от поверхностно-активных веществ. Киев.: Наук. Думка. 1974. 157 с.
24. Куянцева Э.Э. Разработка технологии очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ и нефтепродуктов: Дис. канд. тех. наук:11.00.11. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева. 1994. 186 с.
25. Соболева О.А., Бадун Г.А., и др. Адсорбция неионогенного поверхностно-активного вещества тритон X-100 на твердых поверхностях из водных и неводных сред. // Вестник МУ. Сер. 2: Химия. 2007. Т. 48. №1. С.17.
26. Ho Y.S., McKay G. Sorption of copper (II) from aqueous solution by peat // Water, Air and Soil Pollut. 2004. V. 158. №1-4. P. 77 – 97.
27. Рязанцев А.А., Цыцктуева Л.А. Доочистка сточных вод на фильтрах с цеолитовой загрузкой // Водоснабжение и санитарная техника. 1994. №2. С. 28 – 29.

28. Разделение анионных, катионных, неионогенных поверхностно-активных веществ в гомологических рядах с использованием молекулярных сит / Е.Г. Кулапина, Р.К. Чернова, А.И. Кулапин, С.А. Митрохина и др. // Журн. аналит. химии. 2003. Т. 58. №7. С. 735 – 736.

29. Рубановская С.Г., Величко Л.Н. Технологическая схема очистки сточных вод промышленных предприятий с использованием ирлитов // Тр. Сев.-Кавк. гос. технол. ун-та. 2002. №9. С. 51 – 53.

### References

1. Drozd A.V., Klimov V.G., Moiseeva I.V. EHkstrakcionno-spektrfotometricheskoe opredelenie APAV s ro-daminom 6ZH // Zav. labor. Diagnost. mater. 1998. Т. 64. №5. С. 6.

2. Koganovskij A.M., Klimenko N.A. Fiziko-himicheskie metody ochistki promyshlennyh stochnyh vod ot poverhnostno-aktivnyh veshchestv. Kiev.: Nauk. Dumka. 1974. 157 s.

3. Intensifikaciya ochistki stochnyh vod ot poverhnostno-aktivnykh veshchestv. Terekhova Ekaterina L'vovna: Dis. kand. tekhn. nauk. Habarovsk. 2004. 175 s.

4. Pushkarev V.V., Trofimov D.I. Fiziko-himicheskie osobennosti ochistki stochnyh vod ot PAV. M.: Himiya. 1975. 144 s.

5. Problemy ochistki stochnyh vod, sodержashchih vysokie koncentracii anionnyh PAV / L.I. Gushchina, A.S. Grishchenko, I.L. Evlahova i dr. M.: CNIITEHNeftekhim. 1991. 39 s.

6. Removal efficiency of anionic surfactants from chemical wastewater by treatment plant using coagulation precipitation process / A. Adachi, M. Kamide, T. Kodayshi & other // Env. Tech. 1990. V. 11. P. 133 – 140.

7. Gauzer E.A. Kolloidnaya himiya glinistyh mineralov i plenok / E.A.Gauzer, D.L. Lebo. M: Gostekhizdat. – 1947. – 323 s.

8. Mamedov E.H.A. Ochistka vody ot krasitelej // Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 2000. №9. S. 15 – 16.

9. Boev V.F., Chuchalin I.S., Kolganova L.V. Tekhnologiya obrabotki vody oborotnyh sistem moek avtotransporta, sodержashchih PAV // Materialy akademicheskikh chtenij. SPb.: GUPS. 2001. S. 66 – 69.

10. Tarasevich YU.I. Fiziko-himicheskie principy racional'nogo podbora prirodnyh sorbentov dlya adsorbcionnoj ochistki stochnyh vod ot PAV // Ukr.himicheskij zhurnal. 1977. №9. S. 935 – 950.

11. Sorbcionnaya ochistka stochnyh vod ot ionov tyazhelyh metallov s primeneniem brusita. Bobyleva Svetlana Anatol'evna: Dis. kand. tekhn. nauk. Novosibirsk. 2005. 156 s.

12. Smirnov A.D. Sorbcionnaya ochistka vody. L.: Himiya. 1982. 169 s.

13. Koganovskij A.M., Klimenko N.A. Fiziko-himicheskie osnovy izvlecheniya poverhnostno-aktivnyh veshchestv iz vodnyh rastvorov i stochnyh vod. Kiev.: Nauk. Dumka. 1978. 176 s.

14. Sokolov V.P., Chikunov L.A. Fiziko-himicheskie metody glubokoj ochistki stochnyh vod neftepererabatyvayushchih i neftekhimicheskikh predpriyatij. M.: CNIITEHNeftekhim. 1978. 46 s.

15. Fizicheskaya adsorbciya iz mnogokomponentnyh faz // Trudy vtoroj Vsesoyuznoj konferencii po teoreticheskim voprosam adsorbicii. M.: Nauka. 1972. 252 s.

16. Medyanik B.C. Poluchenie i primeneniye uglerodnyh sorbentov iz iskopaemyh uglej Kuzneckogo bassejna: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Kemerovo. 2000. 30 s.

17. Crist Ray H., Martin J.R. Use of a novel formulation of kraft lignin for toxic metal removal from process waters // Separ. Sci. and Technol. 2004. V. 39. №7. P. 1535 – 1545.

18. Palma G., Freer J., Baeza J. Removal of metal ions by modified Pinus radiata bark and tannins from water solutions // Water Res. 2003. V. 37. №20. P. 4974 – 4980.

19. A.S. 1198013 SSSR, MKI S 02 F 1/28. Sposob ochistki stochnyh vod ot organicheskikh soedinenij / N.A. Kon'kova, E.D. Rushajlo, V.N. Klushin i dr. Opubl.1985. Byul. №4.

20. Strazhenko D.N., Tarkovskaya I.A. Adsorbciya i adsorbenty. Kiev: Nauk. Dumka. 1972. Vyp. 1. S. 32 – 35.

21. Koganovskij A.M. Adsorbciya i ionnyj obmen v processah vodopodgotovki i ochistki stochnyh vod. Kiev: Nauk. dumka. 1983. 239. s.

22. Voyuckij S.S. Kurs kolloidnoj himii. M.: Himiya. 1971. 574 s.

23. Koganovskij A.M., Klimenko N.A. Fiziko-himicheskie metody ochistki promyshlennyh stochnyh vod ot poverhnostno-aktivnyh veshchestv. Kiev.: Nauk. Dumka. 1974. 157 s.

24. Kuyanceva E.H.EH. Razrabotka tekhnologii ochistki stochnyh vod ot poverhnostno-aktivnyh veshchestv i nefteproduktov: Dis. kand. tekhn. nauk:11.00.11. M.: RHTU im. D.I.Mendeleeva. 1994. 186 s.

25. Soboleva O.A., Badun G.A., i dr. Adsorbciya neionogennogo poverhnostno-aktivnogo veshchestva triton H-100 na tverdyh poverhnostyah iz vodnyh i nevodnyh sred. // Vestnik MU. Ser. 2: Himiya. 2007. T. 48. №1. S.17.

26. Ho Y.S., McKay G. Sorption of copper (II) from aqueous solution by peat // Water, Air and Soil Pollut. 2004. V. 158. №1-4. P. 77 – 97.

27. Ryazancev A.A., Cicyktueva L.A. Doochistka stochnyh vod na fil'trah s ceolitovoj zagruzkoj // Vodospabzhenie i sanitarnaya tekhnika. 1994. №2. S. 28 – 29.

28. Razdelenie anionnyh, kationnyh, neionogennyh poverhnostno-aktivnyh veshchestv v gomologicheskikh ryadah s ispol'zovaniem molekulyarnykh sit / E.G. Kulapina, R.K. Chernova, A.I. Kulapin, S.A. Mitrohina i dr. // ZHurn. analit. himii. 2003. T. 58. №7. S. 735 – 736.

29. Rubanovskaya S.G., Velichko L.N. Tekhnologicheskaya skhema ochistki stochnyh vod promyshlennykh predpriyatij s ispol'zovaniem irlitov // Tr. Sev.-Kavk. gos. tekhnol. un-ta. 2002. №9. S. 51 – 53.

*Shachneva E.Yu., Candidate of Chemical Sciences (Ph.D.), Associate Professor,  
Astrakhan State University*

## METHODS OF SORPTION CONCENTRATION OF SURFACE ACTIVE SUBSTANCES

**Abstract:** the scarcity of water resources and their pollution speaks about the need to provide the population with environmentally safe drinking water. This problem is very relevant at the present time. Accumulating in reservoirs, surface-active substances exert a strong toxic effect on flora and fauna, impair the organoleptic characteristics of water, and hinder the processes of self-purification of water bodies. The processes of destruction of the majority of surfactants in natural waters occur rather slowly. One of the effective ways to combat water pollution by surfactants is to prevent them from entering water. Many of the techniques are laborious enough, they require expensive equipment, they are not precise enough and express. Therefore, the development of simple, rapid, accessible techniques suitable for determining the content of surfactants of different classes in soils, sewage and other objects is still an important and urgent task. The article describes methods of sorption concentration of surface-active substances with the use of inorganic residues, and with the use of natural and synthetic sorbents. In the methods of sorption concentration of surfactants with the use of inorganic residues, as precipitating agents and sorbents, oxides of calcium, magnesium, aluminum, marble chips, bischofite, magnesium sulfate can be simultaneously used. A method using electrochemical destructive oxidation is also used. Natural sorbents include various natural porous hydrophobic materials, which, due to their structure, possess considerable sorption ability. Natural sorbents are very diverse because of the difference in structure and conditions of their formation. These include inorganic products of natural precipitation reactions (bauxites, laterites, ferrolites, etc.), clays (hydroaluminosilicates), active earths (silicates), as well as organic precipitates and products of the transformation of organic substances of plant and animal origin (muds of lakes and seas, humus, peat, lignite, etc.). The process of application is quite expensive, which significantly reduces the economic efficiency of the use of natural sorbents.

**Keywords:** sorption, inorganic residues, natural and sorbents, synthetic sorbents