

Разработанная присадка химически нейтральна ко всем видам минеральных и полусинтетических масел отечественного и импортного производства. Присадка полностью растворима маслами, не задерживается системами фильтров, не способствует коррозионным процессам.

Разработанная присадка может найти широкий круг применения. Выявленные в ходе экспериментов некоторые качественные показатели, значительно превосходят показатели других аналогичных присадок. Не последним достоинством присадки является простота в применении и относительная дешевизна в изготовлении.

Литература

1. Патент №2233866 (РФ) МПК⁷ С 10 М 159/18// С 10N 10:02. Смазочная композиция / Киселев В.В., Мельников В.Г., Замятина Н.И., Бельцова Е.А. (РФ); Опубл. Бюл. №22, 2004.
2. Киселев В.В., Мельников В.Г. Исследование свойств разработанных присадок на основе солей мягких металлов// Эффект безызносности и триботехнологии. – 2004. – №1. – С. 16 – 20.
3. Киселев В.В. К проблеме улучшения триботехнических свойств смазочных материалов// Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2006. – Т.49. – № 12. – С.113 -114.
4. Киселев В.В. Исследования по выявлению оптимальной концентрации разработанного медно – оловянного комплекса в масле//Депонирована в ВИНТИ 29.04.2003, № 836.
5. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Повышение надежности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19. – №2. – С. 50 – 53.
6. Киселев В.В., Полетаев В.А. Исследование триботехнических характеристик металлосодержащих присадок к маслам, используемым в электрических машинах // Вестник ИГЭУ. – 2011. – Выпуск 2. – С. 65 – 67.
7. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 1999. – 336 с.
8. Пучков П.В., Киселев В.В., Топоров А.В. Разработка конструкции трибологически безопасного резьбового соединения // Вестник ИГЭУ. – 2012. – Выпуск 1. – С. 28 – 31.
9. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Перспективы использования модернизированных смазочных материалов в пожарной и аварийно-спасательной технике // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2011. – №3. – С. 23 – 29.

Определение показателей качества сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества

Проф. д.х.н. Волков В.А.¹, доц., к.б.н. Миташова Н.И.², проф. д.т.н. Агеев А.А.³

¹Московский государственный университет дизайна и технологии,
vav36@mail.ru

²Университет машиностроения, mitanieko@mail.ru

³Российский новый университет
ageev49@bk.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты биотестирования сточных вод предприятий обслуживания населения, содержащих ПАВ, и модельных растворов в сопоставлении с коллоидно-химическими свойствами. Установлено, что предельно допустимая концентрация ПАВ, найденная методом биотестирования, совпадает с концентрацией насыщения адсорбционных слоев, которая определяется по изотерме поверхностного натяжения. Это позволяет заменить утомительное и недостаточно точное биотестирование измерением поверхностного натяжения растворов ПАВ для нормирования показателей сточных вод.

Ключевые слова: биотестирование, токсикологическая безопасность, поверхностное натяжение, поверхностно-активное вещество, сточная вода.

Введение. При мойке автомобилей на станциях по их обслуживанию используются моющие средства, основу которых составляют поверхностно-активные вещества, часто в виде синергетических смесей, состоящих из неионогенных и анионоактивных ПАВ. Хотя существуют различные предложения очистных сооружений по локальной очистке от ПАВ [1], как правило, сточные воды от станций по помыву автомобилей не подвергаются локальной очистке, а попадают на почву окружающих такие станции территорий и оказывают вредное влияние на растительность, поскольку ПАВ обладают токсическими свойствами. А при оказании услуг населению по обслуживанию изделий из текстильных материалов без применения поверхностно-активных веществ невозможно добиться высокого качества очистки текстильных материалов от бытовых и производственных загрязнений. Аналогично, в производстве текстильных материалов поверхностно-активные вещества используются на стадии облагораживания тканей. Все эти технологии связаны со сбросом большого количества сточных вод, содержащих ПАВ. В этой связи возникает необходимость определения токсикологической и экологической безопасности ПАВ, для оценки возможного экологического ущерба окружающей среде как от станций по помыву автомобилей, так и от прачечных и, в особенности от текстильных предприятий.

Чаще всего оценка токсичности ПАВ и сточных вод их содержащих, проводится методом биохимического тестирования [2], точность и воспроизводимость которого, к сожалению, невелика. Проблема аппаратурной оценки токсикологических свойств ПАВ рассматривается в данной статье.

Таблица 1

Показатели качества сточной воды и результаты её очистки

№ п/п	Показатели качества воды	Исходная сточная вода прачечной	После очистки К1 и глубокой очистки	Общий эффект очистки, %	После очистки К2 и глубокой очистки	Общий эффект очистки, %	ПДК в ГК
1	Запах (баллы)	3	1		1		0-1
2	Цвет	мутный	б/цв		б/цв		б/цв
3	Цветность по разбавлению	1:9	1:1		Без разбавления		1:16
4	Прозрачность по шрифту, см	5,5	31		33		>20
5	Мутность, мг/дм ³	170	16,3	90,4	12	93	35,1
6	рН	7,5-8,5	7,5	–	7,5		
7	Взвешенные вещества, мг/дм ³	510	41	94,8	19	96,3	500
8	АПАВ, мг/дм ³	15	0,2	98,6	0,1	99,3	0,5
9	НПАВ, мг/дм ³	3	0,2	93	0,3	90	0,5
10	Фосфаты, мг/дм ³	5,5	0,6	89	0,6	89	3,5
11	Сульфаты, мг/дм ³	350	350	–	350	–	350
12	Хлориды, мг/дм ³	50	10	80	50	–	500

Примечание. Коагулянты (350 мг/л): К1 – сульфат алюминия технический (Пермь), К2 – гидроксихлорсульфат алюминия (Пермь). Глубокая очистка производилась на двух фильтрах: первичном из поролонa и вторичном двухслойном зернистом фильтре с загрузкой активированным углем «Каусорб».

Основные результаты и обсуждение

Мы провели исследование по определению показателей качества, по удалению поверхностно-активных веществ из сточных вод предприятий бытового обслуживания населения и определили токсикологическое действие очищенных и исходных сточных вод методом биотестирования, а также выделили концентрат моющих средств из сточных вод методом пенной флотации. Схема технологического процесса очистки представлена на рисунке 1

Был определен состав сточных вод и очищенной воды и показатели качества по стандартным методикам. В таблице 1 приведены показатели качества исходной и очищенной сточной воды.

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает превышение ПДК для сброса в городской коллектор по АПАВ и НПАВ, мутности раствора и взвешенным веществам.

Поскольку основным загрязняющим веществом в сточных водах предприятий стирки и аквачистки, от помыва автомобилей являются ПАВ, то были исследованы модельные растворы различных ПАВ для определения их токсикологического действия в сточных водах и растворах методом биотестирования по стандартной методике (МР 2.1.7.2297-07 РФ) [2] на проростках пшеницы и было установлено:

- все исследованные ПАВ (независимо от их природы и строения) угнетают рост корневой системы и зеленой части проростков пшеницы;

- очистка сточных вод прачечных и аквачистки текстильных изделий позволяет снизить токсическое действие ПАВ (по результатам биотестирования), но не удаляет его полностью. Даже после очистки сточных вод методом пенной флотации и равновесной адсорбции на различных адсорбентах остаточного количества ПАВ в сточной воде достаточно для подавления проращивания зерен пшеницы;

- исследование фторсодержащего ПАВ Фторона 301, которое считается совершенно безвредным для теплокровных животных, показало, что это ПАВ улучшает проращивание зерен пшеницы в водопроводной воде на начальном этапе их роста, но в дальнейшем угнетает рост как корневой системы, так и зеленой части проростков аналогично тому, как это происходит у углеводородных ПАВ. Этот факт свидетельствует о неспецифическом токсикологическом действии ПАВ.

После фильтрации и дезинфекции пеноконденсата предлагается использовать его повторно для замены части СМС, применяемых для стирки и аквачистки.

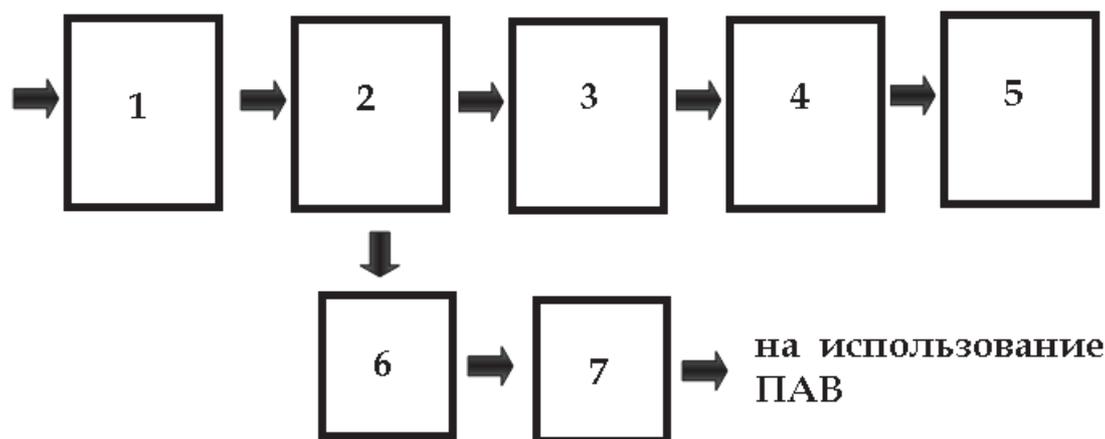


Рисунок 1. Схема очистки сточных вод прачечной: 1 – сборник сточной воды прачечной и аквачистки, 2 – флотация и коагуляция, 3 – отстаивание, 4 – фильтрация, 5 – адсорбция, 6 – сбор пеноконденсата, 7 – фильтрация и дезинфекция пеноконденсата

Когда белье или одежду сдают на стирку в прачечную, то вместе с чистыми текстильными изделиями домой приносят некоторое, порой достаточно значительное количество синтетических моющих средств, в основном неионогенных, в качестве которых в СМС

включают чаще всего оксиэтилированный нонилфенол. Мы утверждаем это на том основании, что по технологическому регламенту на промышленных прачечных полагается проводить три полоскания стираного белья чистой водой. За эту стадию стирки (полоскание) практически все анионоактивные вещества переходят из волокон в воду, но только примерно третья часть неионогенных [3]. Особенно это касается химической чистки, поскольку адсорбция ПАВ из неводной среды оказывается неравновесной и необратимой [4], в связи с тем что ткани представляют собой капиллярно-пористую структуру [5], в порах которой могут концентрироваться молекулы ПАВ [6]. Из смеси ПАВ, входящей в состав синтетических моющих средств, в большем количестве адсорбируется неионогенное вещество [7 – 9], причем в результате его адсорбции из щелочной среды повышается гидрофильность поверхности волокон, что, конечно, положительно сказывается на гигиенических свойствах тканей, но чревато выделением молекул неионогенных ПАВ из волокон на кожу человека в результате десорбции и миграции по капиллярам [10] на поверхность волокон ткани. Все эти закономерности характерны и при домашней стирке в бытовых стиральных машинах.

Ранее было найдено [11], что на образцах бязи после стирки содержится до $0,19 \text{ мг/см}^2$ АПАВ, а на кожаной ткани после влажной очистки – до $1,2 \text{ мг/см}^2$, что свидетельствует о значительном превышении концентрации АПАВ на изделиях после их обработки при стирке и влажной чистке. Соответствующий норматив в России составляет $0,05 \text{ мг/см}^2$ поверхности изделия.

Поэтому организм человека, контактируя с постельным бельем или другими текстильными изделиями, получает поверхностно-активные вещества, компоненты моющих средств в результате их миграции из волокон текстильных материалов и пенетрации через кожу.

В этой связи нами было проведено токсикологическое исследование модельных растворов различных ПАВ, с целью определения их возможного негативного воздействия на окружающую среду. Определяли влияние концентрации растворов ПАВ на проращивание зерен пшеницы по методике МР 2.1.7.2297-07 [2].

Как установил В.В. Бочаров [12], предельно допустимую концентрацию ПАВ в растворах можно инструментально определить по величине концентрации, при которой происходит насыщение адсорбционного слоя на поверхности водного раствора. Именно при этой концентрации максимально заполняется адсорбционный слой на поверхности мембран клеток живых организмов и начинается формирование мицелл в растворе.

Здесь хотелось бы остановиться на результатах исследований мембранного разделения растворов ПАВ, проведенных В.М. Саенко в 80-х годах прошлого столетия [13-15].

Исследовалось влияние концентрации растворов ПАВ на селективность мембран (φ) и их производительность (проницаемость) (G). Селективность мембран рассчитывается как

$$\varphi = \left(1 - \frac{C_n}{C_p}\right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где φ – селективность мембраны; C_p , C_n – концентрация ПАВ в растворе и пермеате.

Если величина φ растет, то это значит, что концентрация ПАВ в пермеате убывает, т.е. количество прошедшего через мембрану вещества снижается в результате изменения характеристик мембраны при адсорбции ПАВ в порах.

На рисунке 2 приведены результаты исследования мембранного разделения растворов анионоактивного ПАВ Некаля-НФ и неионогенного ПАВ ОП-10. Аналогичные результаты были получены для других ПАВ различных классов [13].

Можно видеть из данных рисунке 2, что при увеличении концентрации раствора ПАВ первоначально селективность мембраны снижается, т.е. растет концентрация в пермеате, что закономерно, поскольку растет градиент концентрации ПАВ, который является одной из главных движущих сил разделения раствора на компоненты при мембранных технологиях. Но по мере формирования адсорбционного слоя ПАВ на поверхности пор в мембране коэф-

фициент селективности начинает расти, что при увеличении концентрации раствора выглядит странным, но это связано с завершением структуры адсорбционного слоя, который способен приводить к гидрофобизации поверхности, уменьшать размер пор и, следовательно, подавлять диффузию, как ПАВ, так и других веществ через поры мембраны из раствора в пермеат.

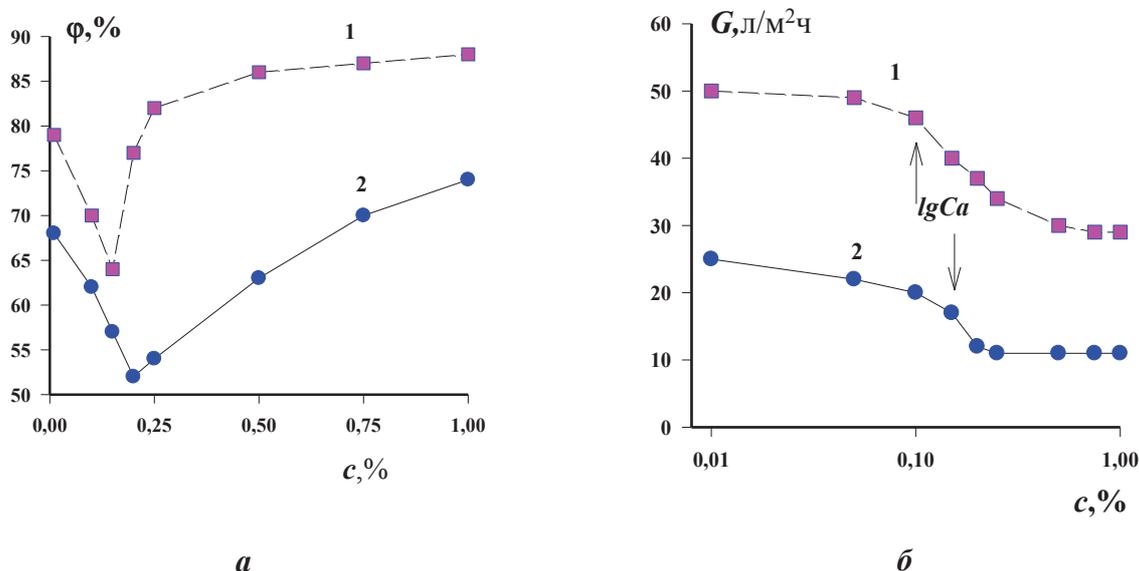


Рисунок 2. Влияние концентрации растворов ПАВ на селективность (φ) и производительность (G) мембраны УФ-582 при обратноосмотическом разделении раствора при давлении $P=3$ МПа и числе оборотов мешалки $n=300$. ПАВ: 1 – Некаль-НФ, 2 – ОП-10

Можно видеть также, что характер зависимости производительности (проницаемости) мембраны идентичен таковой для поверхностного натяжения растворов, что позволяет заключить, что проницаемость мембраны зависит от адсорбции ПАВ в порах. Действительно, до насыщения адсорбционного слоя производительность изменяется незначительно. А после насыщения адсорбционного слоя резко снижается и при концентрации, примерно соответствующей ККМ, становится постоянной.

Это говорит о том, что адсорбция преобладает над мицеллообразованием и через мембрану проходит молекулярный раствор ПАВ с постоянной концентрацией, а мицеллы служат как бы источником (резервуаром) молекул, распадаясь в результате уменьшения концентрации растворов при адсорбции на поверхности пор мембраны и миграции по их поверхности по направлению градиента концентрации. Селективность мембраны имеет ярко выраженный минимум концентрации, примерно соответствующей ККМ исследованных ПАВ, т.е. в той же области концентраций, при которых происходит завершение структуры адсорбционного слоя в порах мембраны.

Таким образом, становится очевидным, что в результате адсорбции ПАВ в порах мембран изменяется характер их обмена с окружающим раствором, уменьшается проницаемость мембран, а также ухудшается проникновение других растворенных веществ через мембрану в присутствии ПАВ [13].

Такие результаты позволили сделать предположение, что ПАВ, изменяя проницаемость мембран, в результате гидрофобизации поверхности (особенно в присутствии катионных веществ и НПАВ в слабокислой среде), образования или изменения структуры двойного электрического слоя и уменьшения размера пор в мембранах клеток живых организмов, способны оказывать негативное влияние на их развитие. Впоследствии такое предположение было подтверждено результатами исследований С.А. Остроумова [16].

Поскольку именно процесс адсорбции является причиной неспецифического токсического действия ПАВ, то можно подобрать такие количественные критерии аппаратурного определения поверхностных свойств ПАВ, которые значительно легче позволят находить концентрационные параметры токсичности ПАВ [12].

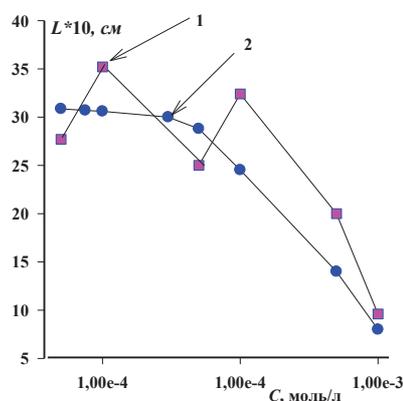


Рисунок 3. Зависимость длины проростков пшеницы (корешки) от концентрации раствора DDSNa. 1 – экспериментальные данные; 2 – данные, рассчитанные после статистической обработки результатов эксперимента

Коэффициент распределения ПАВ между адсорбционным слоем и равновесным раствором [17]

$$K = \Gamma_i / c_i, \quad (2)$$

где Γ_i – адсорбция, c_i – равновесная концентрация i -того компонента раствора ПАВ.

При малых концентрациях коэффициент распределения остается постоянным до тех пор, пока величина адсорбции не становится постоянной, достигая предела, при увеличении равновесной концентрации. Тогда константа распределения будет уменьшаться с увеличением концентрации раствора (адсорбция постоянна, а концентрация растет).

Поскольку неспецифическое токсическое действие ПАВ зависит от их адсорбции на поверхности мембран клеток, то при снижении коэффициента распределения, но при постоянстве величины адсорбции, неспецифическое токсическое действие должно увеличиваться с увеличением концентрации раствора, оставаясь постоянным до той точки (на изотерме зависимости коэффициента распределения от концентрации), при которой завершается постоянство коэффициента распределения. Это та концентрация, при которой на изотерме поверхностного натяжения в полулогарифмических координатах зависимость (кривая) выходит на линейный участок (концентрация c_a) [18]. На рисунке 3 показана зависимость длины проростков пшеницы (корешки) от концентрации раствора ПАВ, который использовался в качестве среды. Каждая экспериментальная точка на этой зависимости – это среднее значение из 25 измерений. Поскольку погрешность определения среднего значения составляет 10–15%, то экспериментальные зависимости обрабатывались на ПЭВМ и результаты расчета в виде зависимости (2) от концентрации раствора также приведены на этом графике.

На рисунке 4 показан пример зависимости коэффициента распределения от равновесной концентрации раствора ПАВ, а также приведена зависимость длины проростков пшеницы от концентрации растворов. Можно видеть, что эти зависимости практически идентичны по форме. При достижении концентрации растворов c_a происходит резкое уменьшение длины проростков, что можно объяснить завершением заполнения адсорбционных слоев на поверхности пор в мембранах клеток. Следовательно, можно считать эту концентрацию растворов как предельно допустимую (ПДК).

Такие же результаты были получены нами для фторсодержащего ПАВ Неофлон 301, для которого C_a составляет 10^{-4} моль/л, в то время как LD_{50} , найденное по пероральному

введению препарата белым мышам составляет ~ 19 г/кг [19], что позволяет отнести это вещество к классу безопасных для теплокровных, но оно, как мы видим, обладает токсичностью для растений.

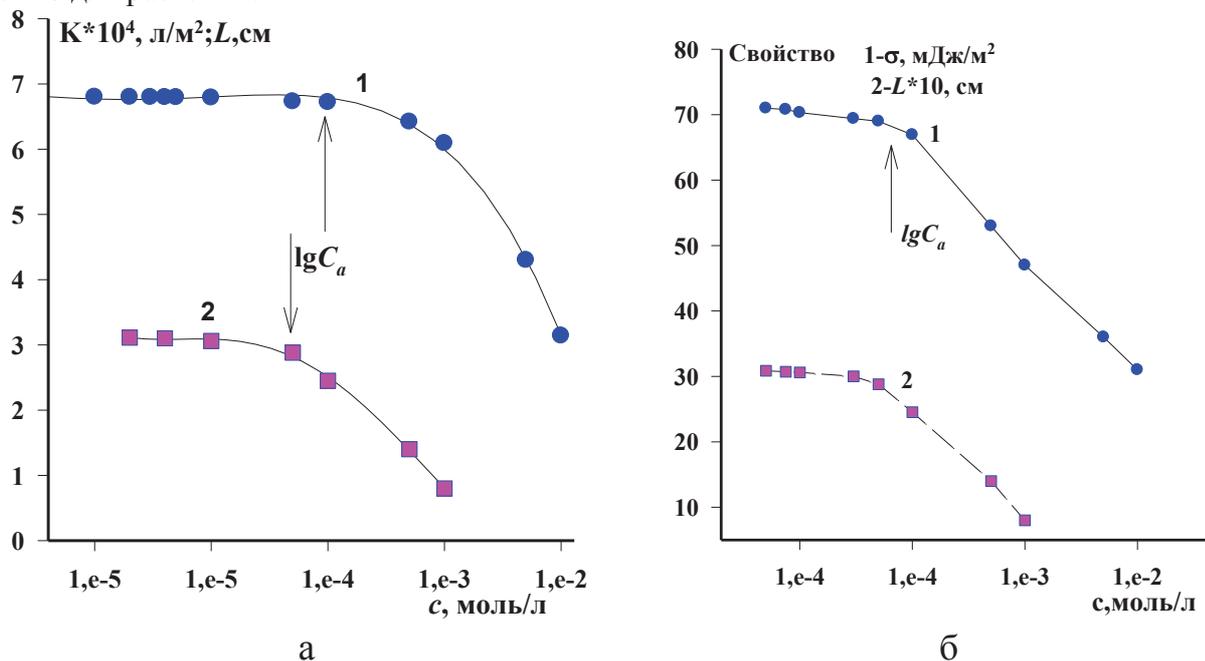


Рисунок 4 Влияние концентрации растворов DDSNa:
 а) на коэффициент распределения (1) и длину проростков (2);
 б) на поверхностное натяжение (1) и длину проростков пшеницы (2)

Хотелось бы отметить тот факт, что токсическое действие сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества, проявляется при существенно меньших концентрациях [20, 21], нежели у растворов индивидуальных ПАВ. По нашему мнению это связано с проявлением синергизма, поскольку моющие средства содержат смеси анионоактивных и неионогенных ПАВ в наиболее оптимальном для моющего действия соотношении. Конечно, эти соотношения при переходе в сточные воды после осуществления моющего процесса нарушаются [3], но присутствие различных по природе ПАВ в сточных водах способно вызывать явление синергизма.

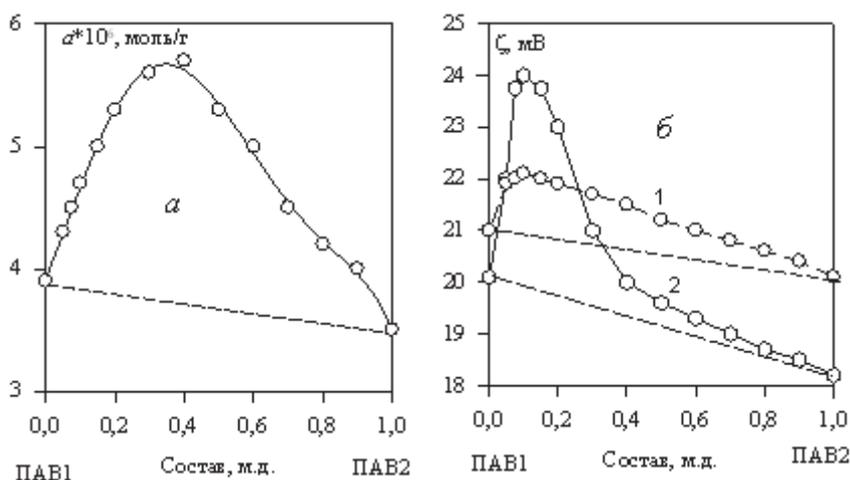


Рисунок 5. Влияние состава смесей ПАВ на адсорбционные свойства смесей ПАВ. Влияние состава смеси ДДБС-ДДС: а- адсорбция на х/б ткани, б – электрокинетический потенциал х/б ткани (1) и загрязнителя WFK (2)

Наши многочисленные исследования этого явления [22 – 24] показывают, что адсорбция на различных поверхностях раздела фаз является синергетическим свойством от состава смеси ПАВ, различных по химической природе.

При этом синергетически изменяется не только величина адсорбции, но и свойства самой поверхности, например электрокинетический потенциал, что видно, из данных, приведенных на рисунке 5 [21]. Поэтому смеси ПАВ должны оказывать синергетическое влияние и на их токсичность.

Выводы

1. Проведено исследование по многоступенчатой очистке сточных вод прачечных от поверхностно-активных веществ. Установлено, что такая очистка позволяет снизить загрязнение по ПАВ до норм, позволяющих сбрасывать очищенные сточные воды прачечных в городскую канализацию.

2. Проведено исследование по определению показателей качества сточных вод от помыва автомобилей и установлено, что перед сбрасыванием их в горколлектор требуется локальная очистка.

3. Предложено использовать те ПАВ, которые выделяются из стоков, для повторного использования в моющем процессе (рециклинг), на прачечных – на стадии замачивания, после дезинфекции пеноконденсата, что позволит не только уменьшить расходы моющих средств, но и снизить экологическую нагрузку прачечных. На станциях по помыву автомобилей выделенные ПАВ можно использовать для замены части моющих средств.

4. Установлено, что даже после очистки сточных вод до значения ПДК, они остаются токсичными для растений, что связывается с проявлением синергизма в результате присутствия ПАВ различных классов.

5. Проведено исследование токсического действия ПАВ на растения и установлено, что это действие связано с адсорбцией ПАВ на поверхности мембран клеток. Предложен инструментальный метод определения ПДК по коллоидным свойствам растворов ПАВ.

Литература

1. Кочетов О.С., Волков В.А., Колаева Л.В. Флотационно-фильтрационная установка// Патент № 2357926 от 29.11.2007 опубл. 10.026.09.
2. Волков В.А., Грибач Е.А., Миташова Н.И., Назарова Е.М., Смирнова В.А., Щукина Е.Л. Экологическая и токсикологическая безопасность сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества// В сб. материалов III Всероссийской конференции с международным участием «Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды», Чебоксары, ЧГУ, 2013. С.161-162
3. Волков В.А., Агеев А.А., Миташова Н.И., Кибалов М.К. Адсорбция и моющее действие поверхностно-активных веществ в процессе стирки// Вісник Хмельницького національного університету (Вісник ХНУ). - 2011. - № 4. - С. 147-154.
4. Волков, В.А. Мицеллообразование и адсорбция дифильных веществ в неполярных средах // Успехи коллоидной химии: сборник. -Л.: Химия, 1991. -С. 185-199.
5. Волков В.А., Булушев Б.В., Агеев А.А. Определение размера капилляров и угла смачивания волокон по кинетике подъема жидкости по вертикальным образцам тканей и нетканых материалов // Коллоидный журнал. 2003. Т. 65. № 4. С. 569-572.
6. Ageev A.A., Volkov V.A. Thermodynamics of adsorption from solution onto cloth fibers and determination of the chemical affinity of dyes to fibers// Fibre Chemistry. 2012. Bd. 44. № 3. P. 175-179.
7. Сафонов В.В., Атрепьева Л.В., Волков В.А. Роль ПАВ в процессе щелочной отварки хлопковых волокон// Химическая промышленность, 1990, №2, с.15-17.
8. Агеев А.А., Волков В.А., Щукина Е.Л., Егорова О.С. Адсорбция неионогенных ПАВ на поверхности волокон и ее влияние на электрокинетический потенциал // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2010. № 1. С. 59-64.

9. Жиронкин А.Н., Волков В. А., Гордеев А.С. Адсорбция фторсодержащих поверхностно-активных веществ на поверхности полиамидных волокон// Коллоидный журнал. 1997. Т. 59. № 4. С. 478-481.
10. Ageev A.A. Kinetic laws of detergent action./ Ageev A.A., Emel'yanov P.R., Volkov V.A. Fibre Chemistry. 2013. Bd. 44. № 5. P. 293-298.
11. Волков В.А., Миташова Н.И. Чистый клининг для природы. Экологическая и токсикологическая безопасность сточных вод предприятий бытового обслуживания населения// Вода magazine, 2011, № 7, с. 44-46.
12. Бочаров В.В. Оценка и прогноз эколого-гигиенических свойств ПАВ с позиций физической и коллоидной химии // В сб. материалов научной сессии научного совета РАН по ПАВ «Экологические проблемы производства и потребления поверхностно-активных веществ». Научный редактор В.А.Волков. –М.; МГТУ, 2007. С.6-10.
13. Саенко В.М., Велешко Н.А. Очистка сточных вод от ПАВ мембранным методом // В сб. науч. трудов. Проблемы химической чистки и крашения одежды. Под ред. В.А.Волкова.– М.: ЦНИИбыт. 1983, С. 130-137.
14. Саенко В.М., Хвостович Т.Н. Очистка сточных вод, содержащих красители, методом обратного осмоса // В сб. научн. трудов. Химия и химическая технология в бытовом обслуживании населения . Под ред. В.А. Волкова. –М.: ЦНИИбыт. 1983, С.107-112..
15. Саенко В.М., Хвостович Т.Н. Очистка сточных вод, содержащих стиральные порошки, методом обратного осмоса./ В сб. научн. трудов. Химия и химическая технология в бытовом обслуживании населения. Под ред. В.А.Волкова. –М.:ЦНИИбыт. 1983, С.112-118.
16. Остроумов С. А.. Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы. М.: МАКС Пресс, 2001. — 334 с
17. Агеев А.А. О термодинамике адсорбции на волокнах тканей и определении химического сродства красителей к волокнам Адсорбция и химсродство./ Агеев А.А., Волков В.А. Химические волокна, 2012, №3, С.39-43.
18. Волков В.А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. –М. МГТУ им. А.Н.Косыгина. 2001. 646 с.
19. Хохлов С.С., Дунаев А.В., Герасимов К.Н., Елеев А.Ф. Трибопрепараты на основе 1,1-дигидроперфтор-4,7-диокса-3,6-диметилдеканон-2-сульфо кислоты// В сб. тез. докл. 9-ой Всероссийской конференции «Химия фтора», посвященной 100-летию со дня рождения академика А.В. Фокина, -М.: ИНЭОС.2012.
20. Смирнова В.А., Миташова Н.И., Волков В.А. Смирнова В.А. Экологическая и токсикологическая безопасность сточных вод предприятий бытового обслуживания населения// Вестник молодых ученых Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Выпуск 1. «Естественные и технические науки». Петербург, СПбГУТД. 2012, с. 73-79.
21. Миташова Н.И., Волков В.А., Агеев А.А., Смирнова В.А. Экологическая и токсикологическая безопасность сточных вод предприятий бытового обслуживания населения// Вестник Российского нового университета. -М.: РосНОУ. 2012, №4, с.6-11
22. Волков В.А. Поверхностно-активные вещества в моющих средствах и усилителях химической чистки. -М.: Легбытпромиздат, 1985. 200с.
23. Агеев А.А. Поверхностные явления и дисперсные системы в производстве текстильных материалов и химических волокон//Агеев А.А., Волков В.А. -М.:Совьяж Бево. 2004. 465 с.
24. Агеев А.А., Волков В.А. Зависимость поверхностного натяжения водных растворов от строения поверхностно-активных веществ и состава адсорбционного слоя// Вестник ассоциации ВУЗОВ туризма и сервиса. Сер. Техника и технология сервиса, 2008, №4 (7), с.55-61.