

*Н. А. БУКАТЕНКО*, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков

## **ВЛИЯНИЕ pH СРЕДЫ НА ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ МОЮЩИХ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ ПЕННОЙ ФЛОТАЦИИ**

В данной статье приведены экспериментальные исследования по влиянию величины водородных показателей на процесс очистки моющих растворов. Из.: 2. Библиогр.: 5 назв.

**Ключевые слова:** пенная флотация, степень очистки.

### **Введение**

Одним из возможных методов очистки сточных вод (СВ) после мойки автомобилей от синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), нефтепродуктов (НП) и взвешенных веществ является метод пенообразования [1]. Сущность метода пенного фракционирования различных веществ заключается в адсорбции поверхностно-активных веществ (ПАВ) границей раздела фаз раствор–газ и в непрерывном снятии поверхностного слоя. При этом необходимо соблюдение двух условий: выделяемые ПАВ должны обладать хорошими пенообразующими свойствами и пена должна быть стабильной. Однако, нужно учесть возможности выделения тех веществ, которые сами не образуют устойчивой пены, но благодаря взаимодействию с имеющимися в растворе ПАВ, обладают способностью концентрироваться в пенном продукте [2, 3].

На эффективность процесса понижения концентрации СПАВ, НП и остаточного содержания взвешенных частиц (ВЧ) значительно влияет pH моющих растворов (МР). От концентрации водородных ионов косвенно зависит скорость фильтрования и отстаивания, т.к. при ее изменении изменяется степень агрегитирования частиц. Существует связь между водородным показателем жидкости и электрокинетическим потенциалом на поверхности твердых частиц, образующих суспензию [4].

### **Основное содержание работы**

Результаты влияния величины водородного показателя на процесс очистки МР от малорастворимых загрязнений, в процессе пенной флотации, в интервале изменений  $\text{pH} = 4 \div 9$ , приведены на рис.1 и 2. Исследования проводились по методике, изложенной в научной работе [5].

Рассмотрим поведение натриевой соли вторичных  $\text{C}_{10}\text{-C}_{18}$  алкилсульфатов в МР  $\text{H}_{\text{cp}}\text{V}_{\text{cp}}\text{C}_{\text{cp1}}$ , представленное на рис.1. В кислой среде ( $\text{pH} = 4\div 5$ ) степень пенного извлечения загрязнений увеличивается с 8 до 20 %. Появление максимума на кривой в этом диапазоне величины pH происходит, очевидно, из-за того, что на характер поведения данного ПАВ накладывают свой отпечаток структурные особенности образующейся пены.

При увеличении pH до величины равной шести, степень очистки в этом растворе возвращается до первоначального значения. Зависимость степени

очистки от величины рН в этом диапазоне почти идеально симметрична относительно рН = 5.

Начиная с рН = 6 характерно закономерное увеличение степени очистки. При рН = 7 ÷ 8,2 степень пенного извлечения загрязнений

снижается, что связано, очевидно, с увеличением концентрации ионов натрия в исследуемом растворе, так как значение рН раствора изменяли с помощью NaOH. При дальнейшем увеличении величины рН, степень очистки резко возрастает до величины равной около 80 %.

Аналогичное поведение проявляют МР  $H_{cp}V_{cp}C_{cp3}$ , содержащий в своем составе Синтаמיד-5 и МР  $H_{cp}V_{cp}C_{cp4}$ , содержащий натриевую соль вторичных  $C_{10}$ - $C_{18}$  алкилсульфатов + 12% МЭА. Однако, кривые этих МР в диапазоне значений рН=4÷6 располагаются значительно выше кривой  $H_{cp}V_{cp}C_{cp1}$ .

Зависимость степени очистки от величины рН в этом диапазоне уже далеко несимметрична относительно рН=5. При увеличении величины рН от шести до восьми данные растворы, в отличие от раствора  $H_{cp}V_{cp}C_{cp1}$ , не имеют такого явно выраженного максимума и изменение степени очистки на этих участках кривых у них происходит более плавно. При дальнейшем увеличении рН, степень очистки этих растворов также увеличивается. Однако, у раствора  $H_{cp}V_{cp}C_{cp3}$  это увеличение происходит до величины равной более 85 %, а у раствора  $H_{cp}V_{cp}C_{cp4}$  – до 55 %.

Что касается поведения растворов  $H_{cp}V_{cp}C_{cp2}$ , содержащего Лабомид 101 и  $H_{cp}V_{cp}C_{cp5}$ , содержащего соль триэтаноламина (см. рис.2), то в отличие от ранее

рассмотренных растворов, в диапазоне изменения величины рН=4÷6, они ведут себя совершенно по другому. Оба раствора в этом диапазоне рН имеют минимумы. Для раствора  $H_{cp}V_{cp}C_{cp2}$  происходит снижение степени очистки с 67 до 20, а для раствора  $H_{cp}V_{cp}C_{cp5}$  – с 57 до 18 %. Появление минимума у этих растворов объясняется, очевидно, тем, что в кислой среде происходит образование недиссоциированных молекул алкилсульфатов натрия и молекул сульфокислот. С увеличением щелочности растворов степень очистки

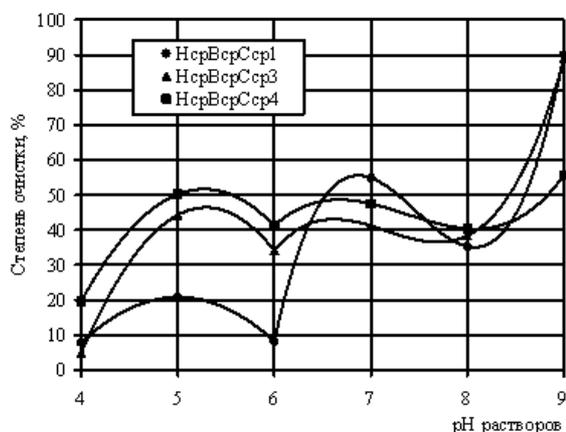


Рис. 1. Зависимость степени очистки от рН моющих растворов  $H_{cp}V_{cp}C_{cp1}$ ,  $H_{cp}V_{cp}C_{cp3}$ ,  $H_{cp}V_{cp}C_{cp4}$  при пенной флотации

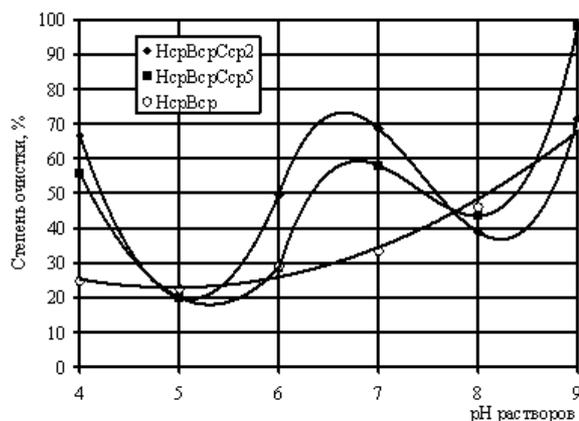


Рис. 2. Зависимость степени очистки от рН моющих растворов  $H_{cp}V_{cp}C_{cp2}$ ,  $H_{cp}V_{cp}C_{cp5}$ ,  $H_{cp}V_{cp}$  при пенной флотации

возрастает, а затем при  $pH \approx 7,2$  снижается. Это снижение связано, по-видимому, с тем, что также как и для ранее рассмотренных растворов  $H_{cp}V_{cp}C_{cp1}$ ,  $H_{cp}V_{cp}C_{cp3}$ ,  $H_{cp}V_{cp}C_{cp4}$ , в этом диапазоне значений  $pH$  происходит увеличение концентрации ионов натрия в исследуемых растворах.

Из рис. 1 и 2 видно, что для всех пяти изученных растворов, содержащих СПАВ, при  $pH \approx 8,5$  степень очистки у них составляет около 40 %. Наибольшая степень очистки для всех пяти изученных растворов достигается при  $pH=9$  и колеблется от 55 %, для раствора  $H_{cp}V_{cp}C_{cp4}$ , содержащего натриевую соль вторичных  $C_{10}-C_{18}$  алкилсульфатов + 12% МЭА, до 98 % для раствора  $H_{cp}V_{cp}C_{cp5}$ , содержащего соль триэтаноламина. В ходе экспериментов было также установлено, что в этом диапазоне значений  $pH$  во всех изучаемых растворах выпадает осадок в виде "мыльной стружки".

Для сравнения рассмотрим поведение раствора  $H_{cp}V_{cp}$  без СПАВ. Зависимость степени очистки от величины  $pH$  для данного раствора приведена также на рис.2. Из рисунка видно, что в кислой среде степень очистки практически не изменяется. В щелочной среде это изменение уже существенно. Объяснить это изменение, по-видимому, можно увеличением концентрации ионов натрия в исследуемом растворе, которые в водных растворах могут претерпевать определенные изменения при изменении реакции среды [3].

Сравнивая полученные экспериментальные данные, представленные на рис.1 и 2, с литературными данными зависимости пенного извлечения загрязнений от  $pH$  раствора для неионогенного ПАВ типа ОП-7, пальмитата калия и тетрадецилсульфата натрия [3] следует отметить, что характер изменения полученных экспериментальных данных аналогичен литературным. Как полученные кривые, так и кривые, приведенные в литературе, имеют, примерно, одинаковое количество точек явно выраженного перегиба при соответствующих значениях  $pH$ . Однако, кривые, приведенные в литературе, значительно выше по оси ординат, т.к. получены для растворов с содержанием СПАВ от 48 до 80 мг/дм<sup>3</sup>. Аналогичных сведений по изучаемым в данной работе МР в литературе не обнаружено.

Для каждой кривой, представленной на рис.1 и 2, получены уравнения зависимости степени очистки исследуемых МР в процессе пенной флотации от величины  $pH$  этих растворов. Так как МР, содержащие СПАВ, имеют явные точки перегиба, то для этих растворов были получены уравнения справедливые только для различных сред (соответственно для интервала  $pH = 4 \div 6$  и интервала  $pH = 6 \div 9$ ). Для раствора  $H_{cp}V_{cp}$ , полученное уравнение справедливо для всего исследуемого интервала изменения величины  $pH = 4 \div 9$ . Уравнения имеют вид:

$$\text{для раствора } H_{cp}V_{cp}C_{cp1} \\ S_1 = -12,8pH^2 + 128,2pH - 300,2; \quad (1)$$

$$S_2 = 23,467pH^3 - 525,95pH^2 + 3903,8pH - 9549,1; \quad (2)$$

$$\text{для раствора } H_{cp}V_{cp}C_{cp2} \\ S_1 = 38,25pH^2 - 390,95pH + 1018,5; \quad (3)$$

$$S_2 = 18,5pH^3 - 412,8pH^2 + 3035,7pH - 7299,6; \quad (4)$$

$$\text{для раствора } H_{cp}V_{cp}C_{cp3} \\ S_1 = -24,85pH^2 + 263,15pH - 650,2; \quad (5)$$

$$S_2 = 10,55pH^3 - 226,5pH^2 + 1611,8 pH - 3761,2; \quad (6)$$

для раствора  $H_{cp}V_{cp}C_{cp4}$

$$S_1 = -19,8pH^2 + 208,8pH - 498,8; \quad (7)$$

$$S_2 = 5,967pH^3 - 132,0pH^2 + 964,53pH - 2282,8; \quad (8)$$

для раствора  $H_{cp}V_{cp}C_{cp5}$

$$S_1 = 22,15pH^2 - 235,05pH + 641,5; \quad (9)$$

$$S_2 = 18,817pH^3 - 417,1pH^2 + 3062pH - 7392,1; \quad (10)$$

для раствора  $H_{cp}V_{cp}$

$$S = 2,732pH^2 - 26,995pH + 89,516, \quad (11)$$

где  $S$  – степень очистки, %.

Погрешность аппроксимации полученных экспериментальных данных по уравнениям (1 – 11) не превышает 2%.

### Выводы

Проведенные экспериментальные исследования, по влиянию рН среды на процесс очистки изучаемых МР методом пенной флотации, позволили установить, что оптимальным значением водородного показателя для данного процесса является величина  $pH > 9$ . В этом интервале значений водородного показателя, практически все изучаемые растворы со СПАВ, после дополнительного отстаивания и фильтрования, имеют наибольшую степень очистки от тонкодисперсных ВЧ. Однако, такое значение рН не отвечает требованиям, предъявляемым к оборотной воде для мойки автомобилей и к СВ, сбрасываемым в городскую канализацию.

**Список литературы:** 1. Букаченко, Н. О. Очищення стічних вод після миття автомобілів методом флотації [Текст] / Н. О. Букаченко // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XII міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 травня 2004 р. : анотації доповідей. – Х., 2004 – С.680. 2. Очистка сточных вод с применением поверхностно-активных веществ [Текст] / В. Г. Березюк, О. В. Евтюхова, Ю. П. Беличенко, А. М. Касимов. – М.: Металлургия, 1987. – 96 с. 3. Пушкарев, В. В. Физико-химические особенности очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ [Текст] / В. В. Пушкарев, Д. И. Трофимов. – М.: "Химия", 1975. – 144 с. 4. Унифицированные методы исследования качества вод. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран – членов СЭВ : в 5 ч. [Текст] / [Разраб. Атасов А.]. – М.: Секретариат СЭВ, 1987 – . – Ч. 1: Методы химического анализа вод. Т. 1: Основные методы. – 1987. – 592 с. 5. Букаченко, Н. А. Исследования физико-химических методов очистки моющих растворов после мойки автомобилей [Текст] / Н. А. Букаченко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Х., 2012. – Вип. 1. – С. 90 – 100.

УДК 628.31

**Вплив рН середовища на процес очищення миючих розчинів методом пінної флотації/ Букаченко Н. О. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. - № 44(950). С. 123-127**

У даній статті наведені експериментальні дослідження по впливу величини водневих показників на процес очищення миючих розчинів. Іл.: 2. Бібліогр.:5. назв.

**Ключові слова:** пінна флотація, ступінь очищення.

UDK 628.31

**Effect of pH on the purification process of detergent solutions of the flotation of soap-suds/**

**Bukatenko N.** // Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - №44(950), P.123-127

In this article the experimental data about an influence of hydrogen indices on the purification process of detergent solutions are given. Im.:2 : Bibliogr.: 5.

**Key words:** flotation of soap-suds, to a great extent of purification.

*Надійшла до редакції 10.09.2012*

**УДК 628.16:676.12:628.3:676.088**

**М. Д. ГОМЕЛЯ**, д-р техн. наук, проф., НТУУ «КПІ», Київ;

**Т. О. ШАБЛІЙ**, канд. техн. наук, доц., НТУУ «КПІ», Київ

## **РОЗРОБКА МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ КАТІОННИХ ФЛОКУЛЯНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ СТІЧНИХ ВОД**

Вивчено процеси катіонування поліакриламід амінами та аміаком, визначено умови ефективної поліконденсації амінів з епіхлоргідрином з отриманням полікатіонітів, розроблено процеси гідрофобізації при етерофікації оцтовою та акриловою кислотами. Дані флокулянти підвищують ефективність освітлення вод. Іл.: 4. Бібліогр.: 7 назв.

**Ключові слова:** флокулянт, флокуляція, освітлення, поліконденсація, полікатіоніт.

### **Вступ**

Вирішення проблеми очищення стічних вод в значній мірі визначає стан поверхневих водойм, якість води в централізованих системах водопостачання, так як водні об'єкти – місця скиду стічних вод в більшості випадків є джерелами водопостачання.

В ряду задач, що вирішуються в процесах очищення стічних вод є інтенсифікація освітлення стічних вод перед їх біохімічним очищенням на міських очисних спорудах. Особливо гостро стоїть проблема при освітленні стоків з високою концентрацією завислих речовин. Наприклад, на паперових виробництвах при використанні макулатури (особливо макулатури низької якості) концентрація завислих речовин в стічних водах сягає 3000-4000 (а інколи і більше) мг/дм<sup>3</sup>. ХСК такої води також сягає тисяч мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Очевидно, що без значного освітлення такої води не можна очікувати ефективного її очищення на міських очисних спорудах, не можна сподіватися на повторне використання її у виробництві.

Вирішити дану проблему в значній мірі можна при використанні ефективних флокулянтів. А враховуючи те, що завислі речовини та колоїдні домішки в даних стоках характеризуються негативними значеннями в нейтральному середовищі, то найбільш перспективними є катіонні флокулянти.

### **Постановка проблеми, мета роботи**

Не дивлячись на широкий асортимент синтетичних флокулянтів, які сьогодні пропонуються на ринку України, проблема пошуку нових способів синтезу ефективних флокулянтів є досить актуальною. Головна причина цьому – високі ціни на існуючі полімери та значна їх токсичність. Так, найкращим катіонним флокулянтом, який забезпечує високу ефективність очищення стічних та

© М. Д. ГОМЕЛЯ, Т. О. ШАБЛІЙ, 2012