

ДООЧИСТКА МОЮЩИХ РАСТВОРОВ ПОСЛЕ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИИ

Букатенко Н.А.

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
ул. Кирпичова, 2, 61002, г. Харьков
bukanya75@gmail.com

На поверхности автомобиля в условиях эксплуатации накапливаются мелкие частицы пыли, песка, сажи, солей, органических соединений. Многочисленными исследованиями доказано, что удалить эти загрязнения возможно лишь с помощью специальных моющих растворов. Отработанные моющие растворы после мойки автомобилей содержат взвешенные вещества, нефтепродукты и синтетические поверхностно-активные вещества. Проведены экспериментальные исследования по доочистке моющих растворов методом электрокоагуляции. *Ключевые слова:* моющие растворы, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества, метод электрокоагуляции.

Доочищення миючих розчинів після миття автомобілів методом електрокоагуляції. Букатенко Н.О. На поверхні автомобіля в умовах експлуатації накопичуються дрібні частки пилу, піску, сажі, солей, органічних сполук. Численними дослідженнями доведено, що видалити ці забруднення можливо лише за допомогою спеціальних миючих розчинів. Відпрацьовані миючі розчини після миття автомобілів містять зважені речовини, нафтопродукти та синтетичні поверхнево-активні речовини. Проведені експериментальні дослідження по доочищенню миючих розчинів методом електрокоагуляції. *Ключові слова:* миючі розчини, нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини, метод електрокоагуляції.

The pre-purification of detergent solutions after wash of automobiles the method of electro coagulation. Bukatenko N. On automobile in the exploitation are accumulated the particles of dust, sand, carbon, salt, organic compound. These contaminations of automobile surface to remove of special detergent solutions are proved scientifically. Exhaust detergent solutions after wash of automobiles are contained of suspended substances, petroleum products and synthetic surface-active substances. The experiments on the pre-purification of detergent solutions the method of electro coagulation are given. *Keywords:* cleaning solutions, oil products, synthetic surface-active substances, electrocoagulation method.

В условиях возрастающих требований к экологической безопасности на многочисленных автомобильных мойках необходимо проведение целенаправленных работ по сокращению водопотребления и ресурсосбережению дефицитной пресной воды

хозяйственно-питьевого качества. На автомойках Украины ежедневно расходуется около 30 000 м³ питьевой воды, прошедшей дорогостоящую обработку на водопроводных станциях или подаваемой из артезианских скважин. За год расход воды на

городских мойках и автомойках предприятий достигает около 10 млн м³. Поэтому большое значение приобретает разработка и внедрение замкнутых систем водоснабжения, создание которых позволит снизить штрафы, защитить водные объекты от загрязнения, значительно сократить объемы забираемой из них питьевой воды, что приобретает особенно важное значение для регионов Украины, где испытывается дефицит в пресной воде.

Состав сточных вод после мойки автомобилей

Автотранспорт эксплуатируется в различных атмосферных, дорожных и климатических условиях, которые в основном определяют характер и степень загрязнения наружной поверхности автомобиля, которая покрывается мельчайшими частицами атмосферной и дорожной пыли с остатками горюче-смазочных материалов и специальных жидкостей на нефтяной и синтетической основах, образуя масляно-грязевые загрязнения продуктов неполного сгорания горючего [1].

Исследованиями доказано, что удалить эти частицы можно лишь с помощью специальных моющих растворов (МР), отечественного и импортного производства (моющие средства и автошампуни), в составе синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ).

Таким образом, основными загрязняющими компонентами в МР после мойки автомобилей являются: взвешенные вещества (ВВ), к которым относятся углерод технический (сажа), глина, двуокись кремния, цемент глиноземистый и нефтепродукты (дизельное топливо, смазочное

масло, бензин, масло моторное автомобильное для карбюраторных двигателей) и СПАВ.

Для определения влияния изучаемых СПАВ на процессы очистки воды от примесей проведены лабораторные исследования на МР с имитацией процесса мойки автомобиля. Учитывали, что в такие растворы кроме СПАВ попадают частицы глины, песка, почвы, отработанное смазочное масло, бензин. Количество загрязняющих примесей может изменяться в широком диапазоне, однако из всего этого многообразия можно выделить группу веществ, которые являются доминирующими – ВВ, нефтепродукты (НП), СПАВ [2].

При проведении исследований моющих растворов ограничились средним количеством основных загрязняющих веществ в растворах, включающих пять различных типов СПАВ (НсрВсрСср_н) [3, 4].

В эксперименте использовались СПАВ, которые наиболее часто применяются для приготовления моющих средств технического назначения, и компоненты, входящие в состав этих моющих средств в наибольшем процентном соотношении. Использовались типы СПАВ: С₁ – натриевая соль вторичных С₁₀-С₁₈ алкилсульфатов; С₂ – Лабомид 101; С₃ – Синтаид-5; С₄ – натриевая соль вторичных С₁₀-С₁₈ алкилсульфатов + 12% моноэтаноламина; С₅ – соль триэтаноламина [2]. Таким образом, получилось пять разных МР: НсрВсрСср₁, НсрВсрСср₂, НсрВсрСср₃, НсрВсрСср₄, НсрВсрСср₅ со СПАВ и для сравнения исследовали один МР без СПАВ НсрВср.

Результаты доочистки моющих растворов после мойки автомобилей

Исследования эффективных способов доочистки сточных вод (СВ) автотранспортных предприятий показали, что наиболее рационально для этих целей применять электрохимические методы – электрокоагуляцию, электрофлотацию. При постоянном применении синтетических моющих средств, например, на моечных постах станций технического обслуживания и ремонтных автомобилей, электрохимический метод очистки следует применять в качестве основного [5].

Для доведения МР до уровня требований, позволяющих сбрасывать эти растворы в городскую канализацию, проведены исследования их доочистки методом электрокоагуляции [6].

Растворы подвергали электрокоагуляции в течение от 1 до 6 минут с интервалом времени 1 минута и плотностью тока 0,0285 А/см². По окончании электрокоагуляции растворы отстаивались в течение различных периодов времени.

Результаты полученных исследований приведены в табл. 1, 2 и 3. Из таблиц видно, что тенденция изменения содержания НП, ВВ и СПАВ с увеличением времени электрокоагуляционной обработки и времени отстаивания для всех изучаемых растворов аналогична: содержание этих веществ в растворах уменьшается. Причем, уменьшение особенно значительно происходит в начальные моменты электрокоагуляционной обработки, а затем, с увеличением времени электрокоагуляции, снижение растворенных примесей в растворах происходит плавно и после времени электрокоагуляции около 3–4-х минут и периода отстаивания 22 часа оно практически не изменяется. Однако, все изученные растворы после этого периода отстаивания не удовлетворяют требованиям к составу производственных СВ, сбрасываемых в городскую канализацию.

Таблица 1

Зависимость содержания НП, ВВ и СПАВ для растворов НсрВсрСср₁ и НсрВсрСср₂ от времени электрокоагуляции после периодов отстаивания 22 и 44 часа

Время электро-коагуляции, мин	Раствор НсрВсрСср ₁			Раствор НсрВсрСср ₂		
	Концентрация, мг/дм ³					
	НП	ВВ	СПАВ	НП	ВВ	СПАВ
	после 22 часов					
0	98,60	42,00	0,03	55,40	46,00	0,02
1	28,41	22,38	0,01	10,04	17,95	менее 0,01
2	19,82	18,61	менее 0,01	7,17	12,82	
3	18,73	18,22		6,28	11,22	
4	17,91	18,01		5,74	10,26	
5	17,06	17,93		4,66	8,33	
6	16,83	17,86		4,52	8,13	
	после 44 часов					
0	98,60	42,00	0,03	55,40	46,00	0,02

Окончание таблицы 1

1	14,48	13,64	менее 0,01	6,46	11,54	менее 0,01
2	5,66	5,81		6,09	7,35	
3	4,05	3,68		4,48	5,61	
4	2,52	2,34		1,64	2,88	
5	1,80	1,70		0,89	1,60	
6	0,92	1,05		0,82	1,55	

Сравнение растворов, содержащих в своем составе СПАВ показало, что снижение в них НП в процессе электрокоагуляции происходит не равномерно. Так, при начальной концентрации НП 55,40 мг/дм³ у раствора НсрВсрСср₂, содержащего в своем составе в качестве СПАВ Лабомид-101, снижение концентрации НП после электрокоагуляционной обработки в течении 6 мин происходит до 4,52 мг/дм³. В то же время у раствора НсрВсрСср₄, содержащего в качестве СПАВ натриевую соль вторичных C₁₀–C₁₈ алкилсульфатов + 12% моноэтаноламина при исходной концентрации НП 77,90 мг/дм³, сни-

жение концентрации этих веществ происходит при одинаковом времени электрокоагуляции и одинаковом периоде отстаивания – до 2,62 мг/дм³. Следовательно, натриевая соль вторичных C₁₀–C₁₈ алкилсульфатов + 12% моноэтаноламина оказывает более благоприятное воздействие на очистку МР от содержания в нем НП в процессе электрокоагуляции. Что касается других изучаемых растворов, то сравнительную оценку их по этому показателю трудно проводить, поскольку исходное содержание в растворах НсрВсрСср₁ и НсрВсрСср₅ НП значительно больше, чем у сравниваемых.

Таблица 2

**Зависимость содержания НП, ВВ и СПАВ для растворов
НсрВсрСср₃ и НсрВсрСср₄ от времени электрокоагуляции
после периодов отстаивания 22, 44 и 68 часов**

Время электро-коагуляции, мин	Раствор НсрВсрСср ₃			Раствор НсрВсрСср ₄		
	Концентрация, мг/дм ³					
	НП	ВВ	СПАВ	НП	ВВ	СПАВ
	после 22 часов					
0	77,70	36,00	0,03	77,90	31,00	0,13
1	7,56	10,43	менее 0,01	8,38	9,61	0,01
2	5,68	7,82		6,42	8,65	
3	3,78	5,21		5,26	7,74	
4	3,36	4,68		4,75	5,76	
5	3,15	4,52		3,98	4,88	
6	3,05	4,30		2,62	4,02	
	после 44 часов					
0	77,70	36,00	0,03	77,90	31,00	0,13

Окончание таблицы 2

1	2,73	3,76	не обнаружены	2,53	2,87	менее 0,01
2	2,52	3,47		2,13	2,68	
3	2,10	2,89		1,70	2,21	
4	1,89	2,61		1,49	2,01	
5	1,68	2,42		1,28	1,72	
6	1,60	2,32		1,28	1,72	
	после 68 часов					
0	77,70	36,00	0,03	77,90	31,00	0,13
1	1,47	2,03	не обнаружены	1,49	2,01	не обнаружены
2	1,26	1,74		1,26	1,63	
3	1,05	1,48		1,06	1,23	
4	1,05	1,45		1,06	1,05	
5	0,84	1,26		0,84	0,86	
6	0,80	1,16		0,64	0,86	

Сравнительная оценка изученных растворов, содержащих в своем составе СПАВ, показывает, что и снижение концентрации у них ВВ в процессе электрокоагуляции также происходит неравномерно. Так, при начальной концентрации 46,00 мг/дм³ этих веществ у раствора НсрВсрСср₂, содержащего в своем составе Лабо-мид-101, снижение концентрации ВВ после электрокоагуляционной обработки происходит до 8,13 мг/дм³. У растворов НсрВсрСср₃, содержащего Синтамид-5, и НсрВсрСср₄, содержащего в качестве СПАВ натриевую соль вторичных С10 – С18 алкил-сульфатов + 12% моноэтаноламина, при исходных концентрациях ВВ соответственно 36,00 и 31,00 мг/дм³, это снижение концентрации составляет 4,30 и 4,02 мг/дм³. Следовательно, присутствие в растворе в качестве СПАВ Лабомида-101, при электрокоагуляционной обработки МР, менее благоприятно сказывается на процесс очистки его как от содержания НП, так и от ВВ.

Численные значения табл. 1, 2 и 3 по содержанию НП и ВВ растворов,

содержащих изучаемые СПАВы, и раствора НсрВср без СПАВ показывают, что наличие в изучаемых растворах СПАВ в большинстве случаев не ухудшает процесс очистки растворов от растворимых примесей электрокоагуляцией. Исключением можно считать растворы НсрВсрСср₁, содержащий в своем составе в качестве СПАВ натриевую соль вторичных С₁₀–С₁₈ алкилсульфатов, и НсрВсрСср₅, содержащий соль триэтаноламина. Но у этих растворов начальное содержание растворимых НП гораздо больше, чем у раствора без СПАВ, соответственно, равными 98,60 и 180,40 у растворов со СПАВ против НП 31,50 мг/дм³ у раствора без СПАВ.

Зависимость всех изучаемых растворов от периодов отстаивания, приведенная в этих же таблицах, показывает, что с увеличением времениотстаивания концентрация растворимых примесей при одной и той же электрокоагуляционной обработки снижается. Для получения необходимой степени очистки оптимальное время отстаивания для

Таблица 3

**Зависимость содержания НП, ВВ и СПАВ для растворов
НсрВсрСср₅, НсрВср от времени электрокоагуляции
после периодов отстаивания 22 и 44 часов**

Время электроко- агуляции, мин	Раствор НсрВсрСср ₅			Раствор НсрВср	
	Концентрация, мг/дм ³				
	НП	ВВ	СПАВ	НП	ВВ
	после 22 часов				
0	180,40	36,00	0,02	31,50	36,00
1	39,83	22,66	менее 0,01	10,00	26,99
2	31,88	19,62		8,25	22,25
3	29,40	18,59		7,98	21,52
4	28,90	18,00		7,71	20,79
5	28,47	17,52		7,25	19,55
6	28,00	15,05		7,05	19,05
	после 44 часов				
0	180,40	36,0	0,02	31,50	36,00
1	14,55	8,95	не обнаружено	3,65	9,85
2	10,20	7,05		2,59	8,03
3	6,82	4,57		2,07	6,93
4	4,25	3,12		1,48	5,47
5	2,52	2,28		1,12	3,55
6	0,93	1,15		0,76	2,04

растворов НсрВсрСср₁, НсрВсрСср₂, НсрВсрСср₅, НсрВср составляет от 22 до 44-х часов, а для растворов НсрВсрСср₃ и НсрВсрСср₄ оно должно быть большим.

Приведенные в табл.2 значения для растворов НсрВсрСср₃ и НсрВсрСср₄ после электрокоагуляции в течении 6 мин и после отстаивания в течении 68 часов показывают, что с увеличением времени отстаивания концентрации всех растворенных примесей в очищаемых растворах, при одном и

том же времени электрокоагуляции, снижается примерно в два раза.

Выводы

Результаты экспериментальных исследований, свидетельствуют о том, что все типы моющих растворов после электрокоагуляционной доочистки удовлетворяют требованиям к составу производственных сточных вод, сбрасываемых в городскую канализацию с предприятий и организаций города Харькова.

Литература

- Бедрик, Б. Г. Растворители и составы для очистки машин и механизмов / Бедрик Б. Г., Чулков П. В., Калашников С. И. – М.: Химия, 1989. – 176 с.
- Букатенко, Н. А. Исследование отработанных моющих растворов после мойки автомобилей / Н. А. Букатенко // Науковий вісник будівництва. – Х., 2001. – Вип. 15. – С. 279–282.

3. Основы научных исследований [Текст] / [Глущенко И. М., Пинскер А. Е., Полянчиков О. И., Трикило А. И.]. – К.: Вища школа, 1983. – 158 с.
4. Бондарь А. Г. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры) / Бондарь А. Г., Статюха Г. А., Потяженко И. А. – К.: Вища школа, 1980. – 264 с.
5. Молодов, П. В. Разработка и внедрение в производство оборотной системы водоснабжения автотранспортных предприятий: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.23.04 „Водоснабжение, канализация” / П. В. Молодов. – Л., 1984. – 16 с.
6. Букатенко, Н.А. Усовершенствование процессов мойки автомобилей с обеспечением экологической безопасности и рационального использования водных ресурсов: дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: 21.06.01 / Букатенко Н. А. – Х., 2009. – 164 с.