

УДК 628.337: 637.1

# ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Н. Баран, к.т.н., доцент; М.В. Герасцин, аспирант (УО БГАТУ)

В настоящее время стоки перерабатывающих предприятий, в том числе и молокозаводов, содержат большое количество различных отходов. Применение сложных очистительных сооружений малоэффективно, однако сброс таких отходов загрязняет окружающую среду, так как средний уровень загрязненности стоков составляет 1200...2000 мг/л по БПК (биологическая потребность кислорода), содержание взвешенных веществ колеблется от 40 до 1100 мг/л. Сточные воды молокоперерабатывающих предприятий подвергают механической, электрохимической и биологической очистке.

Недостатками электрохимической очистки являются: большая энергоемкость, большие токи; недостатки установок биологической очистки – длительное время обработки стоков, необходимость строительства дополнительных вторичных отстойников, высокие капитальные затраты на строительство сооружений, высокая стоимость очистки 1 м<sup>3</sup> сточных вод. Механическую очистку сточных вод можно применить, как самостоятельный метод, предшествующий химической или биологической очистке, при этом обеспечивается выделение взвешенных веществ из потока на 40-60% и снижение органического загрязнения (по показателю БПК) на 20-30% [1,2].

Вышеуказанные недостатки можно устранить сочетанием электрической и биологической очистки – электробиологической очисткой сточных вод.

Теория устойчивости и коагуляции лиофобных дисперсных систем Дерягина – Ландау – Фервеля – Овербека рассматривает агрегативную устойчивость как результат баланса сил молекулярного (вандерваальсового) притяжения и сил электростатического отталкивания между дисперсными частицами. Силы отталкивания могут преобладать над силами притяжения, предотвращая тем самым слипание сближающихся дисперсных частиц. Между ними возникает положительное «расклеивающее»

давление, препятствующее агрегатированию частиц.

Агрегативная устойчивость частиц (микроорганизмов) во многом зависит от их электрического заряда, который обуславливает целый ряд свойств, например, их электрофоретическую подвижность, склонность к спонтанной агглютинации и некоторые другие. Белки, входящие в состав бактериальной клетки, обуславливают ряд ее особенностей, свойственных белковым частицам. Бактериальная клетка ведет себя как амфотерный электролит благодаря большому количеству аминокислот, входящих в состав ее бактериального белка. Поэтому диссоциация определенных групп в белковой структуре позволяет каждой белковой частице проявлять себя в качестве кислоты и в качестве основания.

При диссоциации карбоксильной группы происходит образование ионов водорода, вследствие чего белок приобретает слабокислый характер и в электрическом поле будет двигаться к аноду. В свою очередь, аминогруппа (NH<sub>2</sub>-), присоединяя протоны, придает белку щелочной характер и тем самым обуславливает передвижение белка к катоду.

В воде ионы водорода (протоны) растворенного белка присоединяются к аминогруппам. Таким образом, частицы находятся в ионизированной форме, несущей одновременно положительный и отрицательный заряды.

В электрическом поле эти частицы электрически нейтральны и не передвигаются ни к аноду, ни к катоду. Это явление имеет место в нейтральной среде. При изменении pH среды значительно изменяется величина электрического заряда. Макромолекулы, расположенные на поверхности клеточной стенки (или капсулы) микроорганизма, содержат заряженные группы, в результате чего этот организм имеет поверхностный заряд. Поверхность большинства микробных клеток заряжена отрицательно, так как среди клеточных компонентов, образующих эту

поверхность, присутствуют соединения, изоэлектрическая точка которых (то значение рН, при котором белковая частица ведет себя как амфион и остается неподвижной в электрическом поле вследствие того, что потенциал ее равен 0) лежит в кислой зоне ( $pH < 7$ ). За небольшим исключением отдельные организмы не поляризованы, так как заряд распределяется равномерно по всей поверхности клетки.

Электрофоретическая подвижность микроорганизма зависит от штамма или его вида, а также от ионной силы и значения рН окружающей среды. Подобно белковым частицам бактериальные клетки, суспендированные в водной среде с различным рН, при наложении электрического поля также перемещаются или в сторону анода, или в сторону катода. В водной нейтральной среде они движутся по направлению к аноду, что указывает на то, что бактериальные клетки заряжены отрицательно. Это связано с щелочной диссоциацией белка бактерии. При постепенном подкислении среды потенциал снижается до нуля, при дальнейшем подкислении бактерии перезаряжаются и приобретают положительный электрический заряд и поэтому под действием электрического поля перемещаются к катоду.

Направление движения бактерий в электрическом поле, спонтанная агглютинация, которую они часто проявляют при кислой реакции среды, указывает, что у бактерий при их естественных (без наложения электрического поля) значениях рН наблюдается перевес кислых групп над основными. Вследствие отрицательного заряда и коллоидных размеров бактерий их взаимодействие с положительно заряженными ионами окружающей среды представляет особенный интерес. Между клеткой и средой все время происходит обмен ионами, интенсивность которого зависит как от концентрации этих ионов, так и от их способности к адсорбции [3-5].

Все вышеизложенное, а также результаты исследований в смежных направлениях позволяют предполагать влияние электрического тока на степень очистки сточных вод. Нами были проведены поисковые исследования на Пружанском молокозаводе по выявлению влияния электрического тока на очистку сточных вод, которые очищаются с помощью микроорганизмов. Исследования проводились в текстолитовой ячейке объемом рабочей

камеры 0,001 м<sup>3</sup> с плоскопараллельными графитовыми электродами.

При изменении подаваемого на электроды напряжения отслеживались изменения факторов, определяющих степень очистки сточных вод – рН и БПК.

Исследования подтвердили влияние электрического тока на изменение рН сточных вод. Результаты представлены в таблицах №1 и №2.

Начальная температура среды  $t_n = 18^\circ C$ .

Таким образом, при обработке стоков применение электрического тока способствовало увеличению их окисления, так как рН исходной сточной воды был 7,11. Изменение рН возрастает с ростом продолжительности и напряжения на электродах, при этом окисление более значительно при переменном токе.

При циклической электрообработке (чередование: обработка, пауза) исследуемой среды выявилось значительное изменение БПК-стоков.

Условия опытов:

Опыт 1. На электроды экспериментальной ячейки подавалось напряжение различной величины в течение определенного периода времени:  $\phi_1 = 10$  мин,  $\phi_2 = 10$  мин и  $\phi_3 = 10$  мин,  $U_1 = 23$ В,  $U_2 = 17.5$ В,  $U_3 = 23$ В соответственно, при этом величина проходящего тока равнялась  $I_1 = 0.5$ А,  $I_2 = 0.3$ А,  $I_3 = 0.5$ А; общая продолжительность опыта  $\phi_{он} = 30$  мин, температура среды  $t = 17^\circ C$ .

Опыт 2. На электроды экспериментальной ячейки подавалось напряжение  $U = 23$ В в течение времени  $\phi_{обр} = 5$  мин, при этом ток, протекавший по среде, был равен  $I = 0.5$ А; затем выдерживалась пауза  $\phi_n = 5$  мин, где  $\phi_{обр}$ ,  $\phi_n$  – время обработки среды и время паузы соответственно, мин; время опыта  $\phi_{он} = 20$  мин (2 цикла); температура среды  $t = 18^\circ C$ .

Опыт 3. На электроды экспериментальной ячейки подавалось напряжение  $U = 17.5$ В в течение времени  $\phi_{обр} = 10$  мин, при этом ток, протекающий по среде, был равен  $I = 0.3$ А; затем выдерживалась пауза  $\phi_n = 6$  мин; время опыта  $\phi_{он} = 32$  мин (2 цикла); температура среды  $t = 18^\circ C$ .

Результаты исследований представлены в таблице 3.

Параметры исходной сточной воды: рН=7.05, БПК=1920 мг/л.

### 1. Результаты исследования влияния постоянного электрического тока на изменение рН среды

№ опыта	Режимы обработки			рН
	Конечная температура среды $t_k, ^\circ C$	Напряжение на электродах $U, В$	Продолжительность обработки среды $\tau, мин$	
1	30	80	3	6,95
2	30	90	3	6,9
3	30	80	4	6,88
4	30	90	4	6,74

## 2. Результаты исследования влияния переменного электрического тока на изменение рН среды

№ опыта	Режимы обработки			рН
	Конечная температура среды $t_k, ^\circ\text{C}$	Напряжение на электродах $U, \text{В}$	Продолжительность обработки среды $t, \text{мин}$	
1	30	80	3	6,73
2	30	100	3	6,56
3	30	50	4	6,7
4	30	70	4	6,76
5	40	50	3	6,69
6	40	70	3	6,78
7	40	50	4	6,7
8	40	70	4	6,7

Допустимый предел [5] составляет  $\text{pH}=6,5\dots 9$ ; БПК<sub>5</sub> = 450.

Из таблицы 3 видно, что воздействие электрического тока на биообъекты, суспендированные в водной среде, при

При исследованиях электрофизических свойств сточных вод выяснилось, что с изменением температуры исследуемой среды на  $30^\circ\text{C}$  (электрический нагрев среды), при постоянной напряженности электрического поля

## 3. Результаты поисковых исследований

Характеристика сточной воды	№ опыта		
	1	2	3
БПК <sub>5</sub> , мг/л	1230	920	1370
$t, ^\circ\text{C}$	17	18	18

водит к изменению биохимических характеристик стоков и, вероятно, результат мог быть достигнут действием тока на микроорганизмы и изменение их активности.

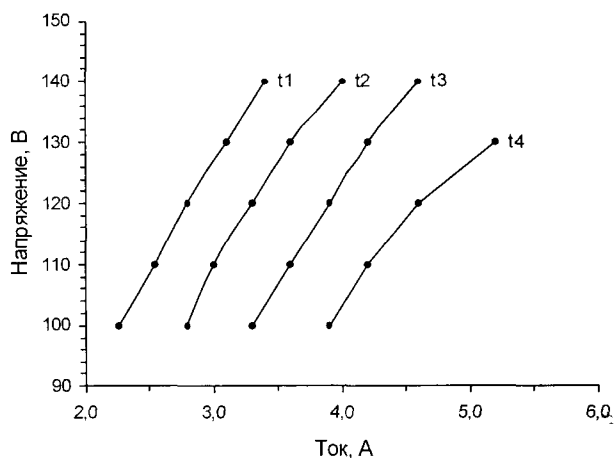


Рис. 1. ВАХ сточных вод.  
 $t1 = 30^\circ\text{C}$ ,  $t2 = 40^\circ\text{C}$ ,  $t3 = 50^\circ\text{C}$ ,  $t4 = 60^\circ\text{C}$  (температура среды)

$E=1,22\text{кВ/м}$  удельное электрическое сопротивление стоков уменьшалось в  $1,5\dots 1,7$  раза, а плотность тока увеличивалась в  $1,6$  раза.

Вольтамперная характеристика (ВАХ) сточных вод при различных значениях температуры имеет возрастающий вид (рис.1).

### ВЫВОДЫ

1. Экспериментально установлено, что электрический ток оказывает воздействие на обрабатываемую среду и приводит к изменению рН и БПК.

2. Так как эти изменения произошли при прочих равных условиях только вследствие приложения электрического тока, то можно считать установленным факт воздействия электрического тока, приводящего к возрастанию степени очистки стоков, на микроорганизмы.

3. Более эффективна очистка при воздействии переменным током.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анщипович И.С. Охрана природы на предприятиях мясной и молочной промышленности. -М.: Агропромиздат, 1985. -112 с.
2. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности / Под ред. С.М. Шифрина.- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. -208 с.
3. Грановский М.Г., Лавров И.С., Смирнов О.В.

- Электрообработка жидкостей. - Л.: Химия, 1976.- 298 с.
4. Байер В. Биофизика. -М.: Издательство иностранной литературы, 1962.- 430 с.
  5. Яковлев С.В., Краснобородько И.Г., Рогов В.М. Технология электрохимической очистки. - Л.: Стройиздат, 1987. -312 с.
  6. Духин С.С. Электропроводность и электрокинетические свойства дисперсных систем. -Киев: Наук. думка, 1985. -246 с.

УДК 378.147:803]: 004

# ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРНЕТ- РЕСУРСОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК

**Н.В. Дорошко, старший преподаватель (УО БГАТУ)**

В современном обществе информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) развиваются ускоренными темпами и получают повсеместное распространение. Под влиянием ИКТ серьезные изменения происходят в сфере образования, особенно в области предметов гуманитарного цикла: переосмысливаются вопросы педагогики и дидактики, повышается эффективность учебного процесса, строящегося на базе проектирования и групповой работы, формируются новые взаимоотношения между студентами и преподавателями.

Использование ИКТ на занятиях по иностранному языку дает возможность студентам агротехнического вуза на практике применить свои знания, независимо от их уровня, поверить в свои силы и профессионально заинтересовать в изучении иностранного языка как непрофилирующего предмета.

Целевыми задачами использования ИКТ являются:

- усиление мотивации к изучению иностранных языков в неязыковом вузе;
- увеличение активного языкового запаса обучаемых;

- стимулирование интеллектуальной и языковой активности;
- расширение общего и профессионального кругозора студентов;
- развитие творческих способностей.

В то же время основной целью обучения является формирование способности к межкультурному взаимодействию. Включение стран СНГ в мировое сообщество, расширяющиеся разносторонние связи в научной, производственной, социальной и иных сферах деятельности с зарубежными странами свидетельствуют о востребованности специалистов, владеющих как ИКТ, так и иностранным языком в равной мере. Следует принимать во внимание и тот факт, что все основные программные продукты, используемые на ПК, написаны на английском языке, в т.ч. широкое применение находят английские служебные слова и в языках программирования высокого уровня.

На современном этапе предмет информатики и дисциплина «иностраный язык», в конечном итоге, добиваются достижения одной и той же цели: адаптации студентов в современных условиях. Под «адаптацией» мы понимаем «процесс выработки, по возмож-