



УДК 541.136.001.2:546.212

МОДЕЛЬ ЭНЕРГОЁМКОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗЕ ВОДЫ

Ксёنز Н.В., д.т.н.,

Сидорцов И.Г., к.т.н.,

Кияшко Е.А.

ФГБОУ ВПО Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия, г. Зерноград (Российская Федерация)

Тел.: (86359)-38-4-06

Аннотация – в работе экспериментально и теоретически исследовалось влияние водородного показателя и технологических параметров на энергоёмкость процесса электродиализа воды. Получена формула для предварительных расчётов энергоэффективности с учётом водородного показателя и технологических параметров процесса электродиализа воды.

Ключевые слова - электродиализ, энергоёмкость, водородный показатель, напряжение.

Постановка проблемы. Электрохимически активированная вода находит применение во многих технологических процессах сельскохозяйственного производства и промышленности [1].

Одним из важных показателей, характеризующих эффективность электрохимической активации воды (ЭХА), является удельный расход электроэнергии (q).

Анализ последних исследований. В работе [2] удельный расход электроэнергии при электрохимической активации воды предлагается определять по формуле

$$q = U^2 \cdot S / (\rho \cdot L \cdot Q), \quad (1)$$

где q – удельный расход электроэнергии, кВт·ч/л;

U – напряжение на электродах установки, В;

S – площадь электрода, м²;

ρ – удельное сопротивление воды, Ом·м;

L – расстояние между электродами, м;

Q – расход воды через аппарат, м³/ч.

Однако эта формула не позволяет теоретически определить удельный расход электроэнергии на получение активированной воды с заданными параметрами, к которым можно отнести водородный показатель (pH). Водородный показатель является одним из основных технологических параметров при использовании электроактивированной воды.

Формулирование цели статьи. Данная работа посвящена получению выражения, позволяющего определить удельный расход электроэнергии с учётом заданного значения водородного показателя.

Основная часть. Для этой цели воспользуемся формулой, позволяющей определить удельный расход электроэнергии при обессоливании воды [3]

$$q = U \cdot j \cdot S / (Q(C_o - C)), \quad (2)$$

где j – плотность тока, А/м²;

S – площадь мембраны, м²;

C_o, C – концентрация солей в исходной и обессоленной воде, соответственно, г-экв/м³.

Принимая в формуле (2) изменение концентрации ионов солей, как изменение концентрации ионов водорода, можно записать

$$q = U \cdot j \cdot S / (Q(C_{HK} - C_{HO})), \quad (3)$$

где C_{HK}, C_{HO} – концентрация ионов водорода в воде после её электроактивации и в исходной воде, г-экв/м³.

Так как нас интересует водородный показатель (технологический параметр), то в выражении (3) необходимо заменить концентрацию солей на водородный показатель (pH). Согласно [4] связь между водородным показателем и концентрацией ионов водорода определяется следующим соотношением

$$pH = -\lg C_H, \quad (4)$$

Определим C_H . воспользуемся ионным произведением воды [4]

$$C_H \cdot C_{OH} = 10^{-14} \cdot z - \text{ионов} / \text{л}, \quad (5)$$

где C_{OH} – концентрация ионов гидроксила, г-экв/м³.

Из выражения (5) имеем

$$C_H = 10^{-14} / C_{OH}. \quad (6)$$

Концентрация ионов гидроксила обусловлена перемещением анионов через сечение мембраны, чему соответствует некоторая сила тока [4]

$$I = C_{OH} \cdot v \cdot F \cdot S_{p.m.}, \tag{7}$$

где v – скорость перемещения анионов, м/с;
 F – число Фарадея, А·с/г-экв;
 $S_{p.m.}$ – площадь мембраны, м².

Скорость перемещения анионов через мембрану можно представить следующим образом

$$v = V / (\tau \cdot S_{p.m.}), \tag{8}$$

где V – объём обрабатываемой воды, м³;
 τ – время обработки, с.

Из (7) с учётом (8) получим

$$C_{OH} = I \cdot \tau / (V \cdot F), \tag{9}$$

тогда

$$C_H = 10^{-14} / (I \cdot \tau / (V \cdot F)), \tag{10}$$

переходя к водородному показателю выражение (10) можно представить следующим образом

$$pH_K = -\lg(10^{-14} / (I \tau / (V \cdot F))) = -[\lg 10^{-14} - \lg I \tau / (V \cdot F)]. \tag{11}$$

Тогда выражение (3) примет вид

$$q = U \cdot j \cdot S / (Q(pH_K - pH_O)), \tag{12}$$

Экспериментальная проверка выражений (1) и (12) проводилась при следующих условиях: 1 – $U=160$ В, $\rho=500$ Ом·м, $Q=0,54$ м³/ч, $L=var$; 12 – $I=2,0$ А, $\tau=120$ с, $Q=0,54$ м³/ч, $L=var$. С этой целью в выражение объём (11) V представим следующим образом: $V=L \cdot S_{p.m.}$. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

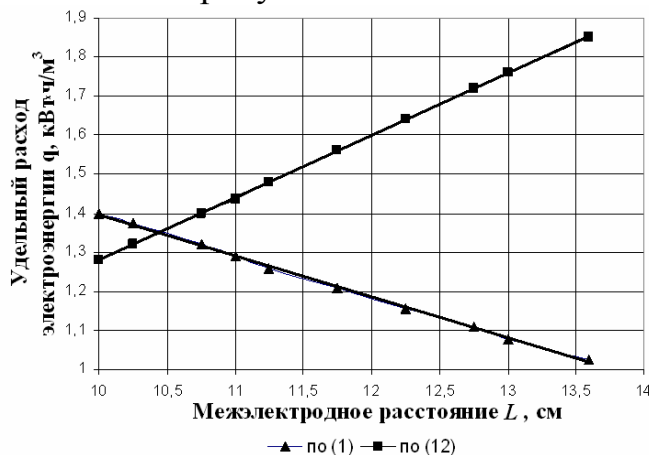


Рис. 1. Зависимость удельного расхода электроэнергии от межэлектродного расстояния.

Выводы. На основании результатов экспериментальных исследований можно сделать вывод, что при проектировании электродиализных установок сельскохозяйственных технологий для предварительных расчётов их энергоэффективности можно использовано выражение (12).

Литература

1. *Голохваст К.Л.* Перспективы и использование электрохимической активации растворов / *Голохваст К.Л., Рыжачков Д.С., Чайка В.В.* // Вода: химия и экология. – №2. – 2011. С. 23-30
2. *Чеба Б. П.* Монтаж электрохимического активатора воды в системе поения птицы и проведение его испытаний/ *Чеба Б. П., Болтрик О. П., Попов А. Н.* // Азово-Черноморский институт механизации сельского хозяйства. – зерноград. – 1993. – Рукопись деп. Во ВНИИ-ТЭИ агропром, 1993, №227 ВС-92.
3. *Высоцкий С.П.* Влияние напряжения и скорости потока в электродиализаторе / *Высоцкий С.П., Копылова О.Н.* // Химия и технология воды, –1981. – №4. –С.317-321.
4. *Скорчеллетти В.В.* Теоретическая электрохимия / *Скорчеллетти В.В.* // Издательство «Химия». –1969. –608 с.

МОДЕЛЬ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРИ ЕЛЕКТРОДІАЛІЗІ ВОДИ

Ксьонз М.В., Сидорцов І.Г., Кияшко Є.О.

Анотація - у роботі експериментально та теоретично досліджено вплив водневого показника та технологічних параметрів на енергоємність електродіалізу води. Для попередніх розрахунків отримана формула енергоефективності з урахуванням водневого показника та технологічних параметрів електродіалізу води.

THE MODEL OF THE ELECTRICAL CAPACITY IN WATER ELECTRO-DIALYSIS

N. Ksenz, E. Kiyashko, I. Sidorcov

Summary

In this paper the influence experimentally and theoretically investigated the influence of the hydrogen and technological parameters on the power capacity of the water electro-dialysis process is investigated experimentally and theoretically. The formula for the preliminary calculations of energy efficiency with hydrogen and technological parameters of the water electro-dialysis is obtained.