

### Библиографический список

1. Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электрической энергии (мощности) субъекта ОРЭ: Техн. требования. Решение наблюдательного совета НП «АТС». - 2004.
2. Липа, О.А. Внедрение АИИС КУЭ – основа эффективного перехода на новые перспективные тарифные системы / О.А. Липа, Д.А. Липа, О.В. Хазина // Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии и оборудование в АПК: материалы Междунар. заоч. научно-практ. конф., 18-19 апреля 2019 г. – Балашиха: РГАЗУ, 2019. – С. 54-57.
3. Липа, О.А. АСКУЭ как средство повышения эффективности производственной деятельности предприятий АПК / О.А. Липа, Д.А. Липа, М.В. Фурсенко // Вестник РГАЗУ: Научный журнал. М.: РГАЗУ, 2014. – № 16 (21). – С. 47-51.

УДК 637.02

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОАКТИВАТОРА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГРУБЫХ КОРМОВ

*Сторчевой Владимир Федорович, профессор кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени И.Ф.Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Кабдин Николай Егорович, доцент кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени И.Ф.Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Гуров Дмитрий Александрович инженер кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени И.Ф.Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Аннотация. Предлагается методика расчета основных параметров проточного электроактиватора для обработки грубых кормов. Спроектированный однофазный электроактиватор проточного типа с диафрагмой типа бельтинга, позволяющий осуществлять подготовку нужного количества активированной воды (католита) для обработки ею грубого корма массой 5 тонн в сезон.*

*Ключевые слова: электроактиватор, анолит, католит, активированная вода, водопроводная вода, схема замещения электроактиватора.*

Использование активированной воды в сельском хозяйстве имеет широкое применение, нами предлагается обрабатывать грубые корма для животных[1-3].

С целью изучения влияния активированных сред на питательную ценность грубых кормов рядом авторов были проведены экспериментальные исследования, которые показали, что в результате обработки сена и соломы католитом в них изменяется содержание сухих веществ, сырого жира, протеина, золы, что говорит об эффективности такой обработки [3-5].

На рис 1 а представлена конструкция спроектированного электроактиватора активатора [3, 5]. Нами предлагается методика расчета, спроектированного проточного электроактиватора. При производительности активатора  $Q = 650$  л/ч, определяем потребляемую мощность катодной камеры. Для обработки грубого корма предлагается использовать активированный раствор с водородным показателем 10,5. Для нашего примера  $\Delta p_{HK} = 3$ . Тогда необходимая мощность катодной камеры определяется:

$$P_K = Q_K \cdot \rho_{жк} \cdot d' \cdot \Delta p_{HK} = 5,47 \text{ кВт}, \quad (1)$$

где  $d'$  - удельная энергоемкость жидкости для изменения для изменения концентрации ионов с учетом КПД активатора (КПД активатора  $\eta = 0,98$ ), кДж/кг;  $\rho_{жк}$  - плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

Мощности катодной и анодной камеры, а также мощность, которая выделяется в диафрагме принимаем одинаковыми и равными по 5,47 кВт. Тогда общая мощность, потребляемая электроактиватором равна 16,41 кВт.

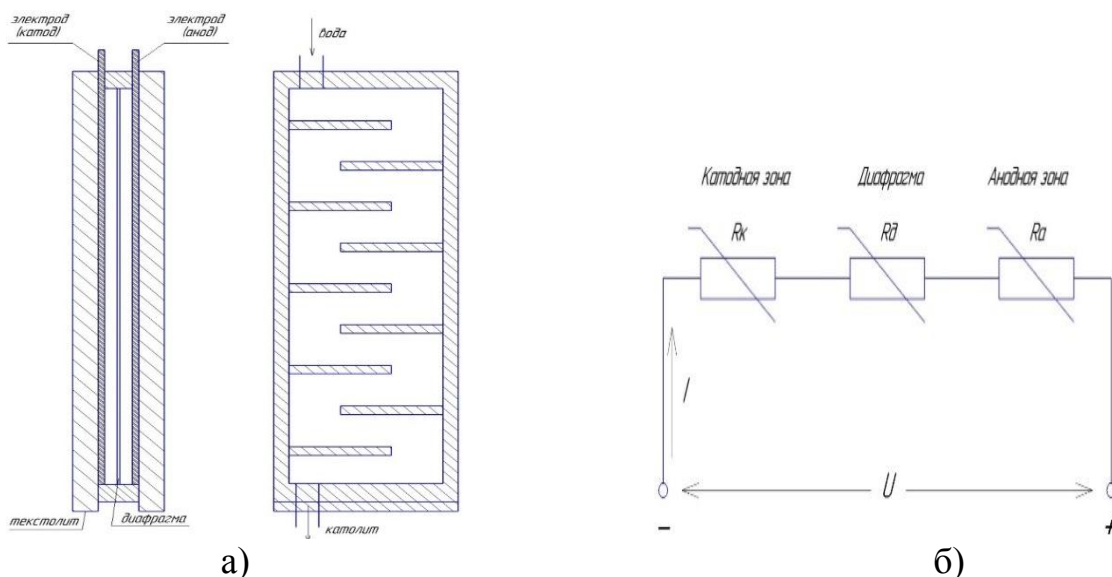


Рис. 1. а) - конструкция проточного электроактиватора; б) - схема замещения электроактиватора

Для рассматриваемого примера приращение температуры в катодной камере составит:

$$\Delta t_K = \frac{P_K}{Q_K \cdot \rho_{жк} \cdot c} = 7,23^\circ\text{C}, \quad (2)$$

где  $c$  - удельная теплоемкость воды, 4,19 кДж/кг·°С.

Такое же приращение температуры будет и в анодной камере В расчетах принимаем температуру исходной воды равной 17°C, следовательно, на выходе электроактиватора температура жидкости будет равна 24,5°C.

Электрическую схему замещения электроактиватора можно представить в виде, изображенном на рисунке 1 б. Сопротивление катодной камеры без учета газообразования:

$$R_K = \rho_t \frac{l}{S_{\text{акт}}} = \frac{40 \cdot \rho_{20}}{24,5+20} \cdot \frac{1}{2430} = 0,592 \text{ Ом} \quad (3)$$

где  $\rho_t$  – удельное сопротивление воды, Ом·см;  $\rho_{20}$  – удельное сопротивление воды при 20°C, Ом·см;  $S_{\text{акт}}$  – активная площадь электродов, м<sup>2</sup>;  $l$  – расстояние между электродами и диафрагмой, см.

Сопротивление катодной камеры с учетом газообразования будет равно:

$$R_K = \rho_{\text{см}}^K \frac{l}{S_{\text{акт}}} = 0,658 \text{ Ом} \quad (4)$$

где  $\rho_{\text{см}}^K$  – удельное сопротивление смеси вода-водород, кг/м<sup>3</sup>;

Сопротивление диафрагмы, без учета газообразования:

$$R_D = \rho_t \frac{l_D}{S_{\text{акт}} \cdot \alpha_D} = \frac{40 \cdot \rho_{20}}{24,5+20} \cdot \frac{0,2}{1100 \cdot 0,666} = 0,178 \text{ Ом}, \quad (5)$$

где  $\alpha_D$  – коэффициент уменьшения естественной площади для жидкости в диафрагме;  $l_D$  – толщина диафрагмы, см.

Таким образом, общее сопротивление электроактиватора составит:

$$R_{\text{общ}} = R_K + R_D + R_A = 1,5 \text{ Ом}$$

Минимальное сопротивление активатора без учета газообразования:

$$R'_{\text{общ}} = 1,36 \text{ Ом}$$

При забивании диафрагмы сопротивление активатора станет равно:

$$R''_{\text{общ}} = 1,670 \text{ Ом}$$

При подаваемом постоянном напряжении на катодную камеру  $U_K = 60 \text{ В}$ , уточняем потребляемую мощность. Для этого нужно определить потребляемый ток:

$$I = \frac{U_K}{R_K} = 91,2 \text{ А}$$

В случае минимального газообразования:

$$I = \frac{U_K}{R_K} = 101,35 \text{ А}$$

Таким образом, потребляемая мощность катодной камерой составит:

$$P_K = U_K \cdot I = 5,47 \text{ кВт}$$

При минимальном газообразовании:

$$P_K = 6 \text{ кВт}$$

Мощности катодных и анодных камер принимаем одинаковыми.

Мощность, выделяемая в диафрагме будет равна:

$$P_D = I^2 \cdot R_D = 1,48 \text{ кВт}$$

Если поддерживать ток постоянным, то при забивании диафрагмы (коэффициент увеличится в два раза) мощность возрастет в два раза, что может привести к росту температуры воды внутри диафрагмы, закипанию,

интенсивному выпадению солей в осадок, более интенсивному забиванию пор диафрагмы.

Общая потребляемая мощность электроактиватором составит:

$P_{\text{общ}} = 12,42$  кВт - в номинальном режиме;  $P'_{\text{общ}} = 13,5$  кВт - в максимальном режиме;  $P''_{\text{общ}} = 13,9$  кВт - после проработки и забивании диафрагмы.

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод, что регулирование  $\Delta pH$  получаемого раствора можно производить по следующим параметрам. При работе активатора изменяется удельное сопротивление жидкости (из-за нагрева и газообразования) и чтобы поддерживать значение водородного показателя можно регулировать или производительность  $Q$  или подводимое напряжение  $U$ ;

Стоит помнить, что  $\Delta pH$  так же зависит от конструктивных параметров активатора и параметров проходящей жидкости.

Таким образом, получаем следующее общее функциональное выражение:

$$\Delta pH = f(U, Q, \rho, K) \quad (6)$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление жидкости;

$K$  – конструктивный параметр электроактиватора.

С технической точки зрения регулировать лучше подводимым напряжением, так этот процесс лучше автоматизируется и следует учитывать, что зависимость квадратичная. Однако, можно также производить регулировку и вентилями на входе в каждую камеру. Наилучший способ будет комбинированный - первоначальную регулировку производить вручную с помощью вентиля подачи, а потом перейти на автоматическую - по изменению подводимого напряжения.

### Библиографический список

1. Белопухов, С.Л. Активированные защитно-стимулирующие комплексы для обработки семян льна-долгунца / С.Л. Белопухов, И.И. Дмитриевская, И.С. Прохоров, В.Ф. Сторчевой // Журнал Научная жизнь 2016. – №2. – С. 75-83.
2. Андреева, И.В. Влияние активированной воды на прорастание семян и продуктивность растений / И.В. Андреева, С.Л. Белопухов, В.Ф. Сторчевой // Журнал Научная жизнь. – 2016. – №7. – С. 37-48.
3. Оськин, А.С. Технические средства повышения эксплуатационных показателей электроактиваторных установок для приготовления консерванта при силосовании кукурузы: дис. канд. техн. наук: 05.20.02 / Оськин Александр Сергеевич; КубГАУ. — Краснодар, 2012. – 134 с.
4. Антропов, Л.И. Теоретическая электрохимия / Л.И. Антропов.- М.: Высшая школа, 1984. – 518 с.
5. Роеенко, И.В. Обоснование технологии и разработка устройства для электроактивации водных растворов: дис. канд. техн. наук: 05.20.02 / Роеенко Ирина Викторовна; МГУП. – Москва, 2003. – 139 с.