

ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСТИМЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДНЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ СРЕД

Пришенов М.А., д.т.н., доцент; Рутковский И.Г., ст. преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

При разработке конструкции электродных нагревателей необходимо учитывать не только тепловое, но и электрохимическое воздействие электрического тока на обрабатываемую среду. На протекание электрохимических реакций при электротепловой обработке влияет напряженность электрического поля или плотность тока между электродами нагревателя [1]. Зависимость допустимых значений плотности тока от величины удельного сопротивления обрабатываемой среды, определяет максимально допустимую плотность тока, при превышении которой возможно разложение воды на гремучий газ. На скорость протекания электрохимических реакций влияет также: температура обрабатываемой среды, род тока, количество протекающего электричества и водородный показатель [2]. Применение постоянного электрического тока определяет расход электрической энергии преимущественно на электроотермогидролиз, при переменном токе количество электричества на электрохимические реакции многократно ниже.

Электрическая обработка на переменном токе увеличивает степень диссоциации электролита и уменьшает миграцию ионов. Окисление или восстановление ионов на электродах определяется результирующим током этих реакций. Переменный электрический ток устраняет концентрационную поляризацию, и в средах с нормальным pH , доля электрохимических реакций незначительна. При отклонении pH от нормальных значений, во время обработки переменным электрическим током, изменяется структура двойного электрического слоя, уменьшается энергия активации электрохимических реакций и увеличивается их скорость [3].

Результаты исследований [2] показывают, что обработка переменным и постоянным током не приводит к каким либо существенным изменениям в исследованных санитарных показателях. В пробах отсутствуют: формальдегид, изопропанол, бутанол-1, найдены следы ацетальдегида. Другие санитарные показатели представлены в таблице 1. Однако электрообработка в средах с выраженным pH приводит к значительному изменению всех изученных показателей по сравнению с контролем. Например: для измельченной и увлажненной соломы с 4–5% Na_2CO_3 и 1,5–2% $NaCl$ растет выделение формальдегида и ацетальдегида, метанола и ацетона, наблюдается появление легких хлорированных алифатических углеводородов.

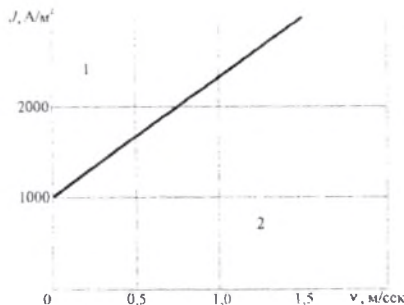
При обработке жидких сред, таких как молоко и соки, остро стоит проблема уменьшения контактного сопротивления на границе электрод-среда. Контактное сопротивление вызывает перегрев среды у электродов, приводит к ухудшению качества обрабатываемой среды и росту отложений на электродах. На перегрев среды у электродов влияет соотношения скорости потока обрабатываемой среды между электродами и плотности тока [4]. При нагреве эпюра скоростей зависит от температуры. Чем выше температура нагреваемой среды, тем больше разность скоростей в середине потока и у электродов. Поэтому у электродов будет происходить перегрев среды. С огложениями можно бороться увеличивая турбулентность обрабатываемой среды между электродами. Выделяемая мощность в единицу объема, при электродном нагреве, изменяется как по длине электронагревателя, в связи с увеличением температуры и проводимости, так и в межэлектродном пространстве. Температура в центре потока и возле электродов будет

различной. Это один из факторов, который вызывает перегрев обрабатываемой среды у электродов и приводит к увеличению количества отложений на них. Установлено, что на количество отложений наиболее сильно влияют два фактора: скорость движения обрабатываемой среды и плотность тока на электродах. Зависимость отложений от плотности тока и скорости молока (при ширине электродов равной межэлектродному расстоянию) представлена на рисунке 1.

Таблица 1 – Результаты химического анализа зерна, соломы и сока картофеля [2]

Химические ингриденты	Вид обработки			
	Без обработки	Переменный ток 50 Гц	Постоянный ток (без мембраны)	Электрохимическая коагуляция
	Ячмень солома сок картофеля	Ячмень солома —	Ячмень солома —	— — сок картофеля
Нитраты (NO ³), мг/кг	н.о	н.о	6,2	—
	н.о	н.о	н.о	—
	н.о	—	—	н.о
Хлориды (Cl ⁻), мг/кг	2456	1522	2903	—
	2268	4112	3543	—
	934	—	—	1101
Метанол, мг/кг	2,7	н.о	3,6	—
	45	2,3	17	—
	0,02	—	—	0,013
Этанол, мг/кг	3533	4711	2489	—
	100	106	78	—
	0,05	—	—	0,01
Ацетон, мг/кг	38,3	33,3	20,0	—
	5,7	7,6	7,6	—
	5,6	—	—	15,7
Фенолы, мг/кг	1,01	1,33	0,89	—
	—	—	—	—
	1,1	—	—	0,73

Для построения зависимости, приведенной на рисунке 1, проводились исследования температурного поля между электродами нагревателя [4]. Исследования температурного поля на воде показали, что при ламинарном режиме ($Re < 2320$) разница температур у электродов и в центре потока достигает 11,4 °С. С повышением скорости движения жидкости ($Re > 2320$), разница температур уменьшается. При $Re = 3280$ разница температур у электродов и в центре потока снижалась до 3 °С. В канале электродного нагревателя наблюдается турбулентное ядро и ламинарный слой у электродов. При повышении скорости движения жидкости, ламинарный слой у электродов уменьшается. Соответственно уменьшается разность температур у электродов и в центре потока.



1 – электроды покрываются белком; 2 – отложения белка на электродах не происходит
 Рисунок 1 – Зависимость отложений на электродах от плотности тока и скорости молока [4]

Допустимые электрические параметры электродных нагревателей для тепловой обработки сельскохозяйственных термолабильных сред определяются исходя из электрохимических процессов, протекающих под воздействием электрического тока и отложений, образующихся на электродах. При обработке на переменном токе термолабильных сред с нормальным *pH* необходимо вести нагрев при плотности тока не превышающей допустимых значений. Расчет многозонных электродных нагревателей с учетом допустимой плотности тока и соотношения плотности тока со скоростью потока обрабатываемой среды является достаточно сложной задачей. Решить эту задачу можно при использовании численных методов расчета. Разработанные методики расчета позволяют учитывать технологические требования при конструировании электродных нагревателей. А также рассчитывать электродные нагреватели с соблюдением допустимых электрических параметров, что обеспечивает качественное проведение электротепловой обработки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кудрявцев, И.Ф. Электрический нагрев и электротехнология / И.Ф. Кудрявцев, В.А. Карасенко. – М.: Колос, 1975. – 384 с.
- 2 Заяц, Е.М. Основы электротехнологических методов обработки влажных кормов / Е.М. Заяц. – Мн.: Ураджай, 1997. – 216 с.
- 3 Горбатова, К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 344 с.
- 4 Наний, Е.П. Исследование и разработка электродных нагревателей для животноводческих ферм колхозов и совхозов.: Дис. ... канд. техн. наук. 05.20.02 / Е.П. Наний – Харьков, 1961. – 325 с.

УДК 631.2:697

УСТАНОВКА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ ПОМЕЩЕНИЙ

М.А. Пришенов, док.тех.наук, И.А. Цубанов, ст. препод., И.А. Цубанова, ассистент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
 г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из направлений создания энергосберегающих отопительно-вентиляционных систем животноводческих помещений является утилизация теплоты вытяжного воздуха.

Основным недостатком существующих теплоутилизационных установок является