

т.к. при одном и том же расходе теплоносителя они имеют меньшее падение давления, что ведёт к уменьшению расходов электроэнергии на транспортировку теплоносителя.

Технико-экономическое сравнение показало, что, несмотря на значительно меньшую стоимость отдельно взятой металлической ПИ-трубы, общая стоимость проекта её прокладки выше, чем при использовании гибких труб.

В процессе расчётов были найдены значения абсолютной эквивалентной шероховатости гибких труб, данные по которым в настоящий момент отсутствуют в справочной литературе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копко, В.М. Тепловая изоляция трубопроводов теплосетей: уч.-метод. пособ./ В.М. Копко. – Минск: Технопринт, 2002. – 172 с.
2. Справочник по теплоснабжению сельского хозяйства/ Л.С. Герасимович, А.Г. Цубанов, Б.Х. Драганов, А.Л. Синяков [и др.]. – Минск: Ураджай, 1993. – 368 с.
3. СНиП 2.04.14 – 88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. – Москва, 1989. – 28 с.

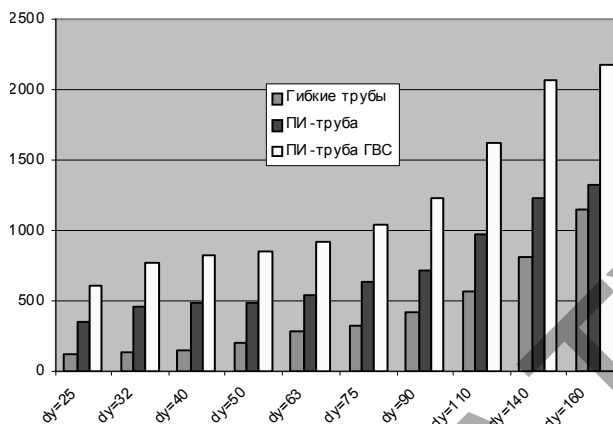


Рисунок 3. Стоимость прокладки трубопровода с учётом срока эксплуатации, у.е./год [4] (расчётный срок службы ПИ-трубы – 25 лет, гибкой – 50 лет)

4. Технические рекомендации по проектированию и бесканальной прокладке трубопроводов из гибких ПЭ-С (РЕХ-А) труб с теплоизоляцией из пенополиуретана в гофрированной полиэтиленовой оболочке: изд. 3-е. – Санкт-Петербург, 2004. – 32 с.

УДК 664.282

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.06.2007

ИЗМЕНЕНИЕ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ pH ВО ВРЕМЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА

З.В. Ловкис, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор, В.В. Литвяк, канд. хим. наук (РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»); М.П. Купчик, докт. техн. наук, профессор, Е.В. Ребенок, аспирант (Украинский Национальный университет пищевых технологий)

Аннотация

Исследовано изменение водородного показателя pH при электрохимическом окислении крахмала. Установлено, что электрохимическая обработка картофельного крахмала способствовала снижению уровня pH, особенно в первые 3 минуты. При увеличении силы тока отмечалось более интенсивное понижение водородного показателя. Уменьшение pH анолита обусловлено образованием неорганических кислот в растворе и образованием кислотных (карбоксильных) групп в крахмале.

Введение

Физико-химические свойства нативного крахмала во многом зависят от особенностей крахмалсодержащего сырья и не всегда соответствуют требованиям потребителей. В настоящее время применяют различные способы целенаправленного изменения свойств крахмала [1-3]. Одним из перспективных является электрохимическая модификация крахмала [4]. На изменение свойств крахмала во время модификации оказывает влияние и водородный показатель pH.

Цель работы – исследование изменения водородного показателя pH при электрохимическом окислении крахмала.

Объект и методы исследования

Нативный картофельный крахмал производства ЧМП «Вимал» г. Чернигова (Украина) согласно ГОСТ 7699-78 [5] подвергался электрохимической обработке при прокачивании крахмальной суспензии через электролизер. Принципиальная схема установки для электрохимической модификации показана на рис. 1. Основным элементом установки – электролизер, в котором ионообменной мембраной разделяется анодное и катодное пространство. В качестве анолита выступала 30%-ая крахмальная суспензия, в качестве католита – 2%-ый раствор NaCl. Электрохимическая обработка проводилась в течение 0,1–55,0 мин. при

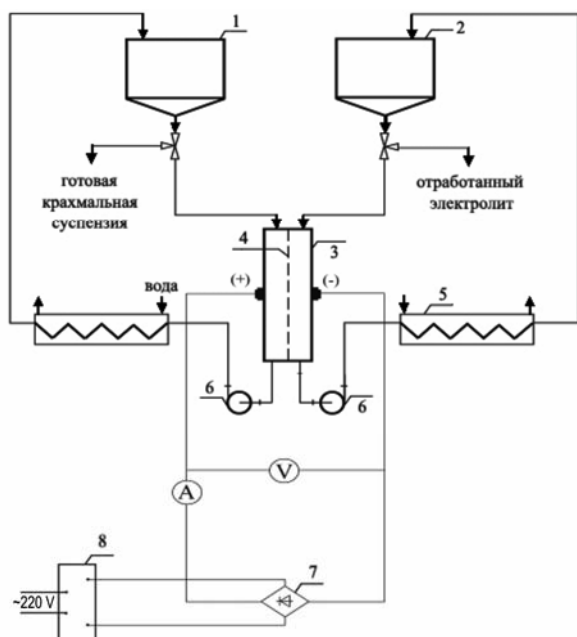


Рисунок 1. Принципиальная схема получения крахмала модифицированного электрохимическим способом: 1 – емкость для крахмального молочка; 2 – емкость для электролита; 3 – электролизер; 4 – ионообменная мембрана; 5 – холодильник; 6 – насос; 7 – диодный мостик; 8 – автотрансформатор; V – вольтметр; A – амперметр

разной силе тока: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0 и 7,0А (при площади электрода, покрытого электролитом, 0,01 м² и плотности тока соответственно: 20; 40; 60; 80; 100; 150; 200 и 700 А/м²). Поддержание постоянного значения силы тока в течение 60 мин. достигалось благодаря постепенному уменьшению напряжения на электродах от 220 до 50V. Электролиз осуществлялся при постоянной температуре электролитов.

Водородный показатель pH определялся при помощи pH-метра.

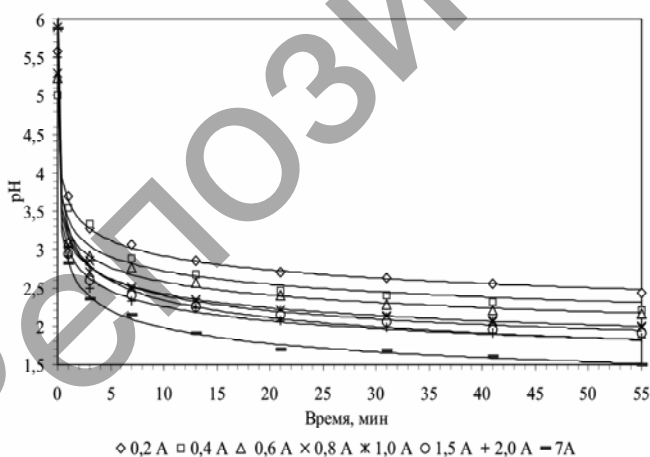


Рисунок 2. Изменение водородного показателя при электрохимическом окислении картофельного крахмала

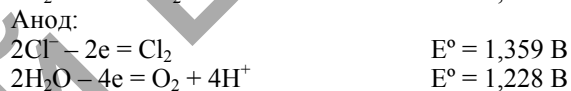
Первая серия опытов была проведена с дистиллированной водой. Для каждого значения силы тока делались по три опыта, а на основании полученных значений рассчитывались средние значения pH.

Основная часть

В процессе электролиза pH дистиллированной воды снижается. Например, при силе тока 2А, за 41 мин. начальное pH уменьшилось с pH=5,6 до pH=1,9. При последующем пропускании тока, значение pH существенно не уменьшается.

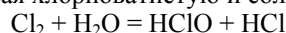
Так же, как и в опыте с дистиллированной водой, пропускание тока через крахмальное молоко приводит к снижению его pH, хоть и не так сильно (рис. 2). Наиболее интенсивно pH суспензии уменьшается в первые 3 минуты. Особенно ярко это можно увидеть в опытах с большой силой тока. Например, при токе 7,0А, за первую минуту pH уменьшилось на 3,06 единиц, в то время как за следующие 54 минуты pH изменилось лишь на 1,32 единицы.

При пропускании тока через установку, на электродах протекают следующие процессы [6]:

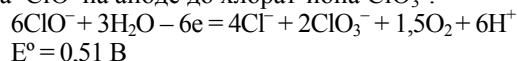


Реакция разложения воды на аноде является нежелательной, поскольку увеличивает расход электрической энергии, несмотря на то, что атомарный кислород, который при этом образуется, также способен окислять крахмал. Уменьшить количество кислорода позволяет использование анода, изготовленного из графита, – материала, имеющего высокое значение перенапряжения кислорода и проведение процесса при pH > 7.

Кроме этих электрохимических реакций, происходят и другие: хлор частично растворяется, образуя хлорноватистую и соляную кислоты:

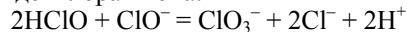


В анолите протекают также два побочных необратимых процесса – электрохимическое окисление иона ClO⁻ на аноде до хлорат-иона ClO₃⁻:

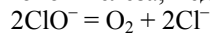


Ионы ClO⁻ разряжаются при значительно меньших потенциалах анода, чем ионы Cl⁻, поэтому на аноде происходит общая разрядка ионов Cl⁻ и ClO⁻.

Второй процесс – химическое окисление иона ClO⁻ до хлорат-иона:



Возможна также нежелательная химическая реакция разложения гипохлорита, особенно в присутствии ионов железа, меди, никеля:

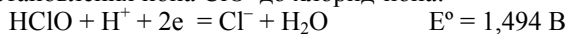


Поскольку процесс прямого окисления органических веществ на аноде происходит в адсорбируемом состоянии, наиболее вероятным является то, что крахмал окисляется кислородсодержащими соединениями хлора и непосредственно не окисляется током [6].

Как отмечено выше, в процессе электролиза об-

разуется ряд соединений – окислителей, способных окислять крахмал. Очевидно, что все они будут восстанавливаться крахмалом.

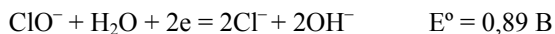
Хлорноватистая кислота – сильный окислитель, о чем свидетельствует значение стандартного окислительно-восстановительного потенциала реакции восстановления иона ClO^- до хлорид-иона:



Причем кислота более сильный окислитель, чем Cl_2 (в реакции восстановления молекулярного хлора величина E° меньше):

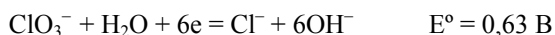
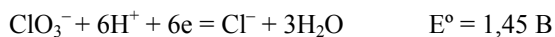


Также HClO (кислая среда) проявляет более сильные окислительные свойства, чем ее соли:



Большая величина E° хлорноватистой кислоты связана с сильным деформирующим влиянием протона на связь $\text{Cl}-\text{O}$, что делает его менее стабильным, а саму кислоту – более сильным окислителем.

Сильными окислителями также являются и хлораты:



Как видно из значения E° , в кислой среде окислительные свойства хлоратов выражены сильнее, чем в щелочной, приближаясь по силе к хлорноватистой кислоте [6].

Заключение

В результате электрохимической обработки наблюдалось снижение pH крахмальной суспензии, особенно в первые 3 минуты. При увеличении силы

тока отмечалось более интенсивное понижение водородного показателя.

Уменьшение pH анолита обусловлено образованием неорганических кислот в растворе и образованием кислотных (карбоксильных) групп в крахмале.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крахмал и крахмалопродукты / Н.Г. Глюк, А.И. Жушман, Т.А. Ладур, Е.А. Штыркова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 240 с.
2. Технология крахмала и крахмалопродуктов/ Н.Н. Трегубов [и др.]; под общ. ред. Н.Н. Трегубова. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 472 с.
3. Уистлер, Р.Л. Химия и технология крахмала. Промышленные вопросы; пер. с англ. / Р.Л. Уистлер, Э.Ф. Пашаль. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 360 с.
4. Ребенок, Е.В. Изучение физико-химических свойств модифицированного картофельного крахмала, полученного электрохимическим способом/ Е.В. Ребенок, В.В. Литвяк// Инновационные технологии в производстве пищевых продуктов: тез. докл. V Межд. научно-практ. конф., Минск 5–6 октября 2006 г. – С. 128-155.
5. Крахмал картофельный. Технические условия: ГОСТ 7699-78. – Введ. пост. Государственного комитета СССР по стандартам от 18.10.1978. №2709. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1978. – 5 с.
6. Байзер, М. Органическая электрохимия: в двух книгах: кн. 2 / М. Байзер, Х. Лунда; пер. с англ.; под ред. В.А. Петросяна, Л.Г. Феоктистова. – М.: Химия, 1988. – С. 497-498.

УДК 574. 5 (081)

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 5.08.2007

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РЫБОВОДСТВА НА РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ПРУДОВ

Т.В. Козлова, канд. биол. наук, доцент, А.И. Козлов, докт. с.-х. наук, доцент,
М.В. Шалак, докт. с.-х. наук, профессор (УО БГСХА)

Аннотация

Удобрение прудов, наряду с кормлением и уплотнением посадок рыб, относится к основным средствам интенсификации рыбоводства. Более 30 лет назад учеными бывшего Советского Союза установлены разовые дозы и нормы внесения минеральных удобрений в пруды за сезон для различных рыбоводных зон. В настоящее время, когда выращивание рыбы в Беларуси осуществляется по интенсивной технологии, назрела необходимость пересмотра существующих норм удобрений, вносимых за сезон.

Введение

Реформирование аграрного производства и преодоление его спада предполагают развитие энерго- и ресурсосберегающих технологий в производстве сельскохозяйственной продукции. В этом аспекте развитие сельскохозяйственной аквакультуры является одним из наиболее перспективных направлений.

Применение минеральных удобрений для повышения уровня развития естественной кормовой базы рыб и улучшения гидрохимического режима прудов почти на протяжении полувека являлось обязательным элементом интенсификации прудового рыбоводства. Удобрения используются практически всеми рыбоводными хозяйствами. Внесение азотно-фосфорных и органических удобрений, как правило, стимулирует об-