

УДК 664.568

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ИОНООБМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ТЭНОВ ЭЛЕКТРОКИПЯТИЛЬНИКОВ

Бренч М.В. ст. преп., Мурашко Е.С. (БГАТУ)

Для уменьшения накипеобразования используются химические и физические способы умягчения воды. Однако, химические способы умягчения делают ее непригодной для пищевых целей. К физическим относятся магнитный и ультразвуковой способы умягчения, исключаящие изменение химического состава воды и ее вкусовых качеств, но не защищающие водонагревательные аппараты малых емкостей от засорения шламом. Кроме того, устройства для магнитной обработки воды быстро засоряются ферромагнитными окислами и механическими примесями, что резко снижает эффективность этого способа умягчения воды. Ультразвуковые умягчители имеют высокую стоимость и большие размеры, что неприменимо для аппаратов малой производительности.

Исходя из выше перечисленного, для борьбы с накипеобразованием в малой водогрейной аппаратуре (примером которой являются кипятильники, кофеварки, водонагреватели) предложено использовать метод предварительной ионообменной обработки воды, основными преимуществами которого являются простота, безопасность и низкая удельная себестоимость получаемого продукта.

Особенно быстро процесс накипеобразования происходит при работе с жесткой водой и при использовании кипятильника не по прямому назначению, а в качестве водонагревателя для приготовления горячей воды. В последнем случае продолжительность работы аппарата увеличивается, и поверхность нагрева быстро покрывается накипью, что в свою очередь снижает срок службы кипятильника.

Отложение накипи при нагреве и кипячении воды на поверхности теплообмена во многом зависит от качества воды – общей жесткости, величины сухого остатка, количества растворенных в ней металлов, а также развитие процессов коррозии поверхности теплообмена.

В общем случае при нагреве воды выше  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  на поверхности ТЭНов выпадают в осадок накипеобразующие соединения типа  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaSiO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  и др. При этом бикарбонаты кальция и магния образуют труднорастворимые твердые осадки, тогда как карбонаты и органические примеси способствуют образованию рыхлых подвижных осадков, легко смываемых потоком движущейся воды. Особенно склонны к твердым отложениям соли кальция и кремния.

При длительном кипячении воды или повышении температуры поверхности нагрева выпадают в осадок вторичные накипеобразующие соединения солей кальция, магния, железа, алюминия и других растворимых металлов, которые, прочно сцепляясь с поверхностью ТЭНов, снижают процессы теплообмена.

Исследования процессов теплообмена, накипеобразования и коррозии поверхностей ТЭНов, проведенные Беляевым М.И., Смирновым В. А., Богичевым М.К., Дорохиным А.В., Мачудиной Л.П., и др. учеными, показали, что эти процессы взаимосвязаны и взаимозависимы.

На поверхности ТЭНов в процессе кипячения воды появляются очаги электрохимической коррозии, являющиеся активными адсорбционными центрами кристаллизующейся накипи. Возможно, также отслаивание от поверхности нагрева накипи в виде тонких пластинок.

Однако чаще всего образуется толстый слой накипи, ухудшающий процесс теплообмена, в частности теплоотдачу от ТЭНов к воде, при этом снижается производительность кипятильника.

По данным РУП «Белторгтехника» срок службы кипятильников при ежедневной 8-ми часовой работе не превышает одного года. За этот период переливная труба кипятильника почти полностью «зарастает» накипью: поперечное сечение трубы уменьшается с 25мм до 10мм и даже 8мм.

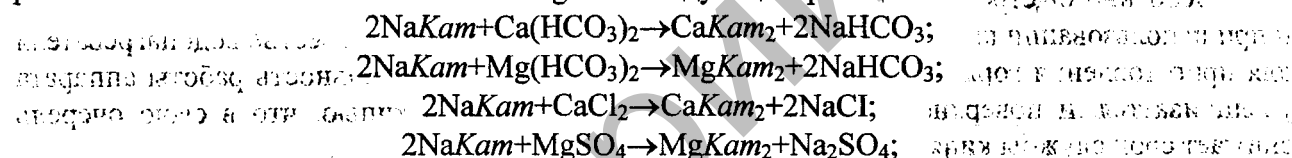
Практически через один год эксплуатации кипятильник приходит, в негодность: его необходимо снимать с эксплуатации и отправлять в специализированную мастерскую, так как устранить накипеобразование в условиях столовой практически невозможно. В то же время кипятильник на 95...98% изготовлен из дорогостоящей пищевой нержавеющей стали.

В этой связи разработка новых методов и способов умягчения воды и увеличения срока службы кипятильников даже на 15...20% дает значительную экономию материальных и экономических затрат в период эксплуатации кипятильника.

Ионитные методы обработки воды основаны на способности некоторых практически нерастворимых в воде материалов вступить в ионный обмен с растворенными в воде солями, сорбируя из обрабатываемой воды одни ионы и отдавая в раствор эквивалентное количество других ионов, которыми ионит периодически насыщается при регенерации. В качестве таких нерастворимых фильтрующих материалов используются катиониты и аниониты.

Катиониты способны обменивать содержащиеся в них катионы на катионы обрабатываемой воды; этот процесс называется катионированием.

Для умягчения воды применяется натрий-катионитный метод обработки воды, который основан на способности некоторых нерастворимых в воде веществ (сульфоуголь, синтетические смолы), отгенерированных поваренной солью обменивать подвижно расположенный катион  $Na^+$  на  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  по следующим реакциям:



где *Kam* - катионит (сульфоуголь, катиониты КУ-2, КУ-1 и др.)

Как видно из приведенных реакций, вместо кальциевых и магниевых солей в обрабатываемой воде образуется эквивалентное количество легко растворимых натриевых солей, не образующих накипь.

Для практической реализации теории ионообменного фильтрования, были проведены исследования, в которых используется электрокипятник типа КНЭ-50 и разработанное устройство для предварительного умягчения воды в котором в качестве ионообменной смолы был выбран катионит КУ-2-8-ЧС (в соответствии с гигиенической характеристикой данный катионит допускается для применения в процессах водоподготовки питьевой воды) [1].

Жесткость воды определялась методом титрования HCl в присутствии метилоранжа. Измерения жесткости исходной водопроводной воды, воды, прошедшей в описанном выше устройстве предварительную обработку, и воды, прокипяченной в кипятильнике проводилось через каждый час работы кипятильника. Кипятильник работал в производственных условиях (восемь часов в сутки) и при этом были полученные результаты представленные в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований

Исследуемые методы	Накипеобразование на внутренней поверхности переливной трубы, мм		
	за 1 месяца	за 2 месяца	за 3 месяца
без предварительной обработки воды	2,3	5,6	8,8
с предварительной обработкой воды	0	0	0,1

Таким образом, в результате проведенной работы, выявлено, что для снижения накипеобразования целесообразно применять предварительную ионообменную обработку воды.

*Литература*

1. Белан Ф. И. Водоподготовка: Расчеты, примеры, задачи. - М.: Энергия, 1980.-285с.
2. Богорош А. Т., Федоткин И. М., Гулый И. С. Накипеобразование и пути его снижения в сахарной промышленности. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.-191с.
3. Лифшиц О. В. Справочник по водоподготовке котельных установок. Издание 2-е, перераб. и доп. - М.: Энергия, 1976.-287с.

УДК 502:631.4(476)(045)

**О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В  
РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Матвеева В.И. к.с/х.н., Марчук С.П. н.с., Ключенович В.И. к.мед.н.,  
(РУП «Бел НИЦ «Экология»)*

Сельскохозяйственное производство является длительным во времени, широким по масштабности и возрастающим по интенсивности фактором химического воздействия на почвенный покров.

Постоянно возрастающая потребность в сельскохозяйственной продукции обуславливает усиление антропогенной нагрузки на сельхозземли: внедрение высокоинтенсивных сортов, усовершенствование технологий их возделывания, интенсификации химизации и использования более эффективных химических средств, обеспечивающих рост, развитие возделываемых сельскохозяйственных культур, защиту их от вредителей, болезней, сорняков, неблагоприятных погодных условий.

Существующая в настоящее время концепция системы применения удобрений [1] предусматривает:

- компенсацию выноса элементов питания с урожаем;
- постепенное повышение плодородия почв до уровня оптимальности, при которой обеспечиваются высокие урожаев и окупаемость удобрений;
- приемлемый уровень экологической безопасности, цель которой – предотвратить ухудшение только качества получаемой продукции.

На этой основе разработан нормативно-методический регламент использования минеральных удобрений. Накопление агрохимикатов в почвах с 1964 г. периодически контролируется проведением агрохимического мониторинга, осуществляемого агрохимической службой Минсельхозпрода. Публикуемые результаты [2] информируют только о пестроте почвенного покрова в отдельности по каждому из изучаемых агрохимических показателей, которая свидетельствует о наличии почв как с очень низкими агрохимическими показателями, так и с высокими и даже избыточными относительно оптимальных потребностей возделываемых культур. Если площади с кислой реакцией среды и низким содержанием элементов питания – резерв повышения плодородия и продуктивности земель, то переизвесткованные (23,4% пашни), с содержанием выше оптимального фосфора (10,5%) и калия (29,9%) имеют негативный как экономический (нерациональное использование минеральных ресурсов), так и экологический аспект:

- биологическая деградация почв (снижение биологической активности в связи с усилением минерализации органического вещества – основного энергетического материала почвенной биоты, снижением ее численности и структурной перестройкой и, как следствие, снижение продуктивности пахотных земель [3];
- ухудшение качества получаемых урожаев (нарушение белкового, углеводного обменов, минерального состава, особенно отношения Са:К);
- загрязнение почв, растительности, поверхностных и грунтовых вод нитратами, фосфатами, тяжелыми металлами [4].