

И. Р. Калимуллин, Г. Х. Гумерова, А. Н. Николаев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: оборотная вода, водоподготовка.

В статье предложено использование дистилляции жидкости в пленочных аппаратах для совершенствования систем водоподготовки промышленных предприятий.

Keywords: circulating water, water treatment.

The paper suggested the use of distillation liquid film apparatus for the improvement of water treatment systems of industrial enterprises.

Мировая потребность в воде на сегодняшний день превышает половину среднегодового стока всех рек Земли. Нехватку воды испытывает более 2,5 млрд. людей на планете, и очевидно, что с ростом населения, развитием городов и производств дефицит будет только увеличиваться. Россия принадлежит к числу государств, наиболее обеспеченных водными ресурсами, обладает почти четвертью мировых запасов доступной пресной воды и имеет более 30 тыс. водохранилищ общим объемом более 800 куб. км. Ежегодно порядка 10% мирового речного стока формируется именно на территории Российской Федерации. В условиях обостряющегося водного дефицита Россия с ее водными запасами может и должна стать не только образцом бережного использования водных ресурсов, но и мировым лидером в сфере водоочистки и поставок питьевой воды [1].

На сегодняшний день в России реализуется федеральная целевая программа «Чистая вода», в рамках которой предусмотрен комплекс организационных мероприятий по гарантированному обеспечению чистой питьевой водой населения и объектов социальной инфраструктуры. Работа над реализацией ФЦП «Чистая вода» предполагает активную поддержку на региональном уровне. На реализацию ФЦП «Чистая вода» планируется выделение 9 млрд. рублей федеральных бюджетных средств и 9 млрд. рублей из региональных бюджетов в период 2011-2013 годов. Из внебюджетных источников планируется привлечь в период реализации программы 313,8 млрд. рублей. [2].

Однако проблема обеспечения населения и предприятий экологически чистой водой не может быть решена только мерами организационного характера. Необходима комплексная модернизация оборудования водоочистки и водоподготовки. Это вызвано не только необходимостью реализации программы «Чистая вода», но и тем, что в настоящее время содержание вредных для здоровья людей веществ в открытых водоемах, служащих основным источником питьевой воды, в десятки раз превышает допустимые нормы.

По сложившейся в нашей стране системе водоснабжения предприятий промышленности водозабор в основном осуществляется из открытых водоемов (рек и водохранилищ) с последующей

минимальной очисткой воды от жидких и твердых взвесей (осветление) и хлорированию с целью подавления болезнетворных микробов, вызывающих кишечные и другие эпидемические заболевания [3].

Очистка воды от ионов тяжелых металлов, радионуклидов, органических и неорганических соединений отсутствует по причине ее чрезвычайно высокой стоимости в связи с огромными объемами потребляемой воды. Поэтому сегодня вода, поступающая из водопроводной сети, принципиально не пригодна для ее употребления в пищевых целях. Однако, несмотря на это, большинство пищевых предприятий используют водопроводную воду без дополнительной качественной очистки.

Практика экономически развитых стран доказала перспективность деления потребляемой воды для пищевых и технологических целей. Такая практика экономически целесообразна, поскольку основная масса воды используется для технологических целей и не требует тщательной комплексной очистки.

Учитывая сложившуюся ситуацию, представляется необходимым создание на предприятиях пищевой промышленности, использующих водопроводную воду для производства пищевых продуктов, установок комплексной очистки воды от вредных компонентов, таких как ионы тяжелых металлов, радионуклиды, фенолы и др.

Решить проблему обеспечения предприятий промышленности и населения экологически чистой водой можно путем создания промышленных установок высокой единичной мощности.

Дополнительная очистка воды с целью обеспечения предприятий пищевой промышленности и населения экологически чистой водой может быть осуществлена адсорбционным, мембранным и дистилляционным способами [3].

Для повышения потребительских качеств воды в аппаратурное оформление процесса водоподготовки могут быть внесены дополнительные усовершенствования [4, 5, 6, 7].

Адсорбционный способ очистки воды основан на применении природных или синтетических твердых адсорбентов. Поскольку адсорбционный способ очистки воды

исключительно селективный, его применение для комплексной очистки одновременно как от ионов тяжелых металлов, так и от вредных для здоровья людей органических и неорганических соединений не имеет перспективы практической реализации, так как это потребовало бы установки каскада очистных аппаратов в каждом из которых осуществлялась бы очистка только от одного компонента. Кроме того, создание водоочистных установок большой единичной мощности потребует использования крупногабаритных аппаратов для создания большой поверхности контакта фаз.

Мембранный способ очистки основан на использовании синтетических мембран, обладающих селективной пропускной способностью, и так же, как адсорбционный способ, не может обеспечить комплексную очистку воды от вредных примесей. Одним из основных недостатков мембранного метода очистки является то, что для его реализации необходима установка большого количества насосов высокого давления для создания большой движущей силы процесса. Следует также иметь в виду, что присутствие в воде органических соединений ведет к разбуханию мембран и изменению их характеристик.

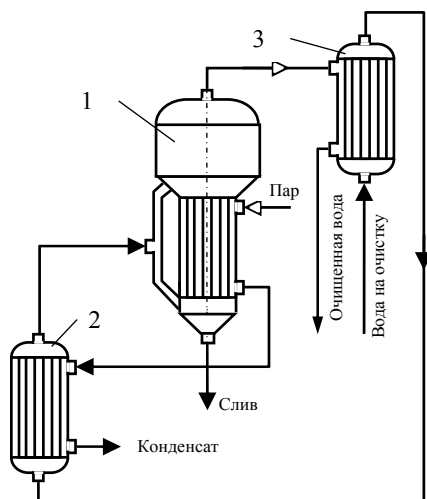


Рис. 1 - Схема дистилляционной установки по патенту RU 60932 [8]: 1 – испаритель, 2 – подогреватель, 3 – конденсатор

Дистилляционный способ в отличие от предыдущих способов универсален, т.е. обеспечивает полную очистку воды от любых нелетучих и трудно летучих примесей, присутствующих в исходной воде, а также не требует непрерывного мониторинга качества получаемого дистиллята. Для промышленной реализации дистилляционного способа можно привлечь любые вторичные источники тепла, включая газовые выбросы энергетических установок.

На рис. 1 представлена схема дистилляционной установки по патенту RU 60932 [8]. Установка состоит из испарителя, подогревателя и конденсатора. Выходной патрубок трубного пространства конденсатора соединен

трубопроводом с входным патрубком подогревателя, штуцер выхода исходной жидкости из трубного пространства подогревателя соединен трубопроводом со штуцером входа исходной жидкости выпарного аппарата, а штуцер выхода горячего теплоносителя выпарного аппарата соединен трубопроводом со штуцером входа горячего теплоносителя в межтрубное пространство подогревателя. Такая схема движения потока обеспечивает максимальное эффективное использование тепловой энергии греющего пара в процессе водоподготовки.

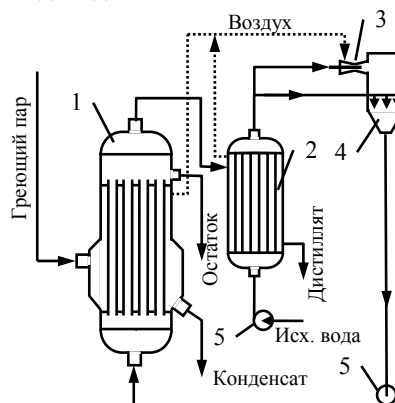


Рис. 2 - Схема дистилляционной установки с восходящей пленкой жидкости по патенту RU 62 340 [9]: 1 – пленочный испаритель, 2 – конденсатор, 3 – инжектор, 4 – распылительный деаэрактор, 5 – насос

Существует так же схема дистилляционной установки, представленная на рис. 2 [9]. Предлагаемая технология процесса дистилляции состоит из пленочного испарителя 1, конденсатора 2, инжектора 3 соединенного с распылительным деаэрактором 4. Перекачивание очищаемой воды осуществляется насосом 5.

Отличие предлагаемой схемы от традиционных установок дистилляции в том, что вместо вакуум-насоса используется эжектор, работающий благодаря энергии обрабатываемой жидкости. Главной отличительной особенностью предлагаемой схемы является конструкция пленочного испарителя, который выполнен в форме выпарного аппарата с греющей камерой в нижней части. Все трубки испарителя имеют одинаковый диаметр. Теплоноситель, поступающий в греющую камеру аппарата, обеспечивает интенсивное вскипание жидкости в нижней части греющих трубок и образование центрального парового потока и периферийной пленки жидкости. Совместное однонаправленное восходящее движение пленки жидкости создается в греющих трубах за счет касательного напряжения на границе пар – жидкость. Парожидкостный поток поднимается по трубкам испарителя вверх, при этом происходит интенсивное «ядерное кипение», характеризующееся высокими коэффициентами теплопередачи и интенсивным парообразованием. Полученный пар конденсируется с получением чистой воды. Остатки воды, содержащие большой

процент примесей, выводятся из системы в виде остатка.

Предлагаемые схемы дистилляционной очистки воды имеют следующие преимущества: замена вакуум-насоса на эжектор позволяет обеспечить существенную экономию энергии на создание пониженного давления в системе; конструкция испарителя, содержащая зону мгновенного вскипания и зону «ядерного кипения» в трубках позволяет добиться более высокой эффективности процесса дистилляции.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что рассмотренные схемы дистилляционной очистки воды от примесей является одним из наиболее реальных путей обеспечения предприятий пищевой и химической промышленности экологически чистой водой.

Литература

1. Путин В.В. Материалы международного форума «Чистая вода» (http://waterforum.ru/materials_forum).
2. Федеральная целевая программа "Чистая вода" на 2011 - 2017 годы: утв. Правительством Рос. Фед. 22.12.2010. – М.: 39 с.
3. Громогласов А.А., Копылов В.С., Пильщиков А.П. *Водоподготовка: процессы и аппараты*. М.: Энергоатомиздат, 1990. 272 с.
4. Харьков В.В., Алексеев Д.В., Шагивалеев А.А., Николаев Н.А. *Вестник Казанского технологического университета*, 10. 125-130.(2011)
5. Куренков В.Ф., Хартан Х.Г., Лобанов Ф.И. *Вестник Казанского технологического университета*, 5. 28-49. (2008)
6. Пат. RU № 88997 (2009).
7. Овчинников А.А., Николаев А.Н. *Основы гидродинамики двухфазных сред*. Изд. «Мастер Лайн» Казань, 1998.
8. Пат. RU № 62932 (2007).
9. Пат. RU № 62340 (2007).

© **И. Р. Калимуллин** – к.т.н., доцент каф. МАХП НХТИ КНИТУ, ildarkaimullin@gmail.com; **Г. Х. Гумерова** – к.т.н., доцент кафедры инженерной компьютерной графики и автоматизированного проектирования КНИТУ, ggx70@yandex.ru; **А. Н. Николаев** – д.т.н., проф., зав. каф. ОПП КНИТУ.