

Рис. 1 – Принципиальная схема разрабатываемого газоанализатора

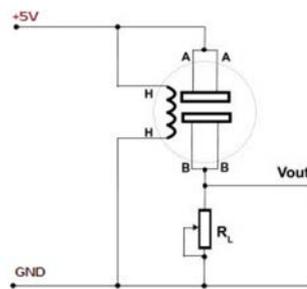


Рис. 2 – Принципиальная схема электрохимического датчика MQ-135

Принцип работы разрабатываемого электрохимического газоанализатора прост и эффективен. Через входное отверстие анализируемый воздух поступает в прибор, где производится его очистка от влаги, после чего анализируемый воздух подается на газочувствительный измерительный преобразователь - датчик MQ-135, на котором формируются сигнал, соответствующий концентрации углекислого газа в дыхательной системе. Принцип действия разрабатываемого газоанализатора основан на непрерывном преобразовании сигнала. Преобразованный сигнал поступает в микроконтроллер газоанализатора, где происходит обработка сигнала и его преобразование в цифровой вид для дальнейшей передачи на цифровой интерфейс входа/выхода.

Список использованных источников:

1. <http://www.pravoby.info/docum09/part19/akt19493/index.htm> [Электронный источник]
2. <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=966> [Электронный источник]
3. Карпушкин, Э. М. Радиосистемы передачи информации / Э. М. Карпушкин // Уч. метод. пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по специальности "Радиоэлектронные системы". – Минск, 2008. – 62 с.
<http://www.figarosensor.com/technicalinfo/principle/catalytic-type.html> [Электронный источник]

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И МЕДИЦИНСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Путиловский Р. И.

Собчук Н.С. – Старший преподаватель

В данной статье был проведен анализ состояния предпринимательства в Республике Беларусь, рассмотрены основные проблемы развития предпринимательства в Республике Беларусь, а также пути их решения.

Нехватка пресной питьевой воды является одной из глобальных и наиболее острых мировых проблем. В то же время дефицит пресной воды для технологических и особенно медицинских нужд является критическим фактором, препятствующим развитию экономики, промышленности и медицины целого ряда стран, в том числе расположенных на морских побережьях. Из разработанных в последние десятилетия методов деминерализации морской воды в настоящее время для промышленной эксплуатации в основном используются два метода - термической дистилляции и обратного осмоса. [1].

В рамках настоящей работы был рассмотрен метод обратного осмоса, применяемый на одной из стадий двухстадийной мембранной установки по деминерализации воды.

Обратный осмос — процесс, в котором с помощью давления принуждают растворитель (обычно вода) проходить через полупроницаемую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор, то есть в обратном для осмоса направлении. При этом мембрана пропускает растворитель, но не пропускает некоторые растворённые в нём вещества.

Математическое описание мембранного элемента, который является элементарной структурной единицей системы водоочистки является необходимым условием для решения задачи оптимизации системы.

Существует несколько моделей математического описания процесса обратного осмоса.

Некоторые модели учитывают динамику процесса обратного осмоса, но при решении задачи структурной оптимизации необходимо рассматривать установившийся режим. Потому, процесс выбора модели сводился к поиску статической модели.

Другие предлагают детальный анализ диффузионных процессов, процессов гидродинамики либо изменения ионного состава потоков, однако их использование в промышленных условиях затруднительно вследствие сложности получения необходимых данных.

Исходя из предъявленных требований и вышеперечисленных рассуждений, среди имеющихся в литературе моделей предпочтение было отдано модели, предложенной компанией «Dow Chemical»[2].

$$\frac{C_{fc}}{C_f} \Big|_{Y, R=1} = -\frac{\ln(1-Y)}{Y},$$

где C_f , – концентрация растворенных веществ для исходной воды, мг/л;

Данная модель позволяет на основе паспортных характеристик элемента (площадь поверхности мембраны S_e и степень солеизвлечения R) и входных величин (расход раствора Q_f , концентрация растворенных веществ C_f , давление, создаваемое раствором P_f), получаемых в результате эксперимента, рассчитать характеристики выходного потока, либо решить обратную задачу, получения характеристик входного потока. Параметры A (проницаемость растворителя) и B (проницаемость растворенных солей через мембрану), присутствующие в модели являются характеристиками мембраны. Они рассчитываются для каждого типа мембран и зависят от параметров входного раствора[1].

На основе экспериментально-статистического подхода (ПФЭ) была проверена гипотеза о наличии функциональных зависимостей показателей проницаемости A и B от входных параметров (характеристик входного потока). Исходя из предположения, что экспериментальные данные описываются уравнением регрессии первого порядка с учетом двойных взаимодействий, для трех факторов было получено уравнение вида:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3$$

Для нижеперечисленных трех факторов на основе плана эксперимента 3^3 для каждого типа мембранного элемента были получены уравнения регрессии (10) для коэффициентов A и B при дисперсии адекватности, не превышающей 3%. В качестве доверительных интервалов изменения входных параметров выбирались значения величин, не превышающие указанных как граничные в паспорте мембранного элемента каждого типа [2]:

расход: 0.0125-0.06 м³/час;
концентрация: 100-2000 мг/л;
давление: 1-20 атм.

Рассмотрена двухстадийная мембранная установка деминерализации воды, каждая стадия которой может состоять из нескольких последовательных подстадий; подстадия состоит из m мембранных модулей соединенных параллельно, а каждый модуль, в свою очередь, содержит N мембранных элементов, соединенных последовательно по концентрату. Концентрат второй стадии возвращается на рецикл, смешиваясь с исходным потоком, поступает на вход первой стадии.

В качестве объекта оптимизации была выбрана вторая стадия, в основе которой лежит процесс обратного осмоса. Для этой стадии известно качество поступающей на вход воды (концентрация растворенных в ней солей, мг/л), задан тип используемых мембранных элементов, известны их паспортные характеристики. Необходимо рассчитать расход входного потока, количество модулей и мембранных элементов, при которых расход выходного потока будет равен требуемому значению, концентрация пермеата не будет превышать максимально допустимое значение, а суммарное количество мембранных элементов для стадии будет минимальным $E_{NT} \wedge \min$.

Таким образом, решалась задача минимизации капитальных затрат, выраженных через общее количество мембранных элементов, при заданных параметрах исходного потока и ограничениях на характеристики получаемого продукта. При решении задачи были приняты следующие допущения:

1. На рассматриваемой стадии используется только параллельное соединение модулей.
2. В каждом модуле элементы могут соединяться только последовательно.
3. Используется мембранные элементы одного типа.
4. Все модули рассматриваемой стадии содержат одинаковое количество элементов.

Для данного этапа расчета входной поток не зависит от количества и параметров концентрата.

В качестве метода оптимизации был выбран комбинированный метод, включающий генетический алгоритм и градиентный метод. Генетический алгоритм при правильно подобранных параметрах позволяет достаточно быстро найти глобальный оптимум, уточнение которого проводилось при помощи градиентного метода. На основе входных параметров генетический алгоритм формирует начальную популяцию, то есть набор случайных решений по модели. На каждой итерации полученные решения сравниваются, выбираются наилучшие для получения последующих приближений исходных параметров и решений, а худшие отсеиваются в соответствии с критерием оптимизации. Так как генетические алгоритмы имеют случайный характер и не всегда приводят к точному значению точки оптимума при заданных настройках, для уточнения оптимального решения использовался градиентный метод, который в качестве начального приближения

использует решение, полученное при помощи генетического алгоритма.

Оптимальные настройки генетического алгоритма, такие как начальное количество особей, тип скрещивания и мутации, алгоритм выбора родительской пары, подбирались итерационно при непосредственном проведении расчетов с целью сведения к минимуму времени работы алгоритма.

Разработанный алгоритм реализован в виде программы в среде Matlab, которая позволяет с использованием стандартных инструментов провести оптимизацию с помощью генетических алгоритмов. Входные параметры и ограничения задаются в конфигурационном файле. Для расчетов необходимо задавать пределы, в которых будут варьироваться искомые величины. В итоге программа выводит на экран значение расхода входного потока, количество модулей и элементов, при которых найден оптимум, а также значение концентрации пермеата, для проверки соответствия ограничению по концентрации.

Полученные результаты, свидетельствуют о том, что оптимальная структура системы в каждом случае состоит из двух подстадий (секций), содержащих определенное количество параллельно соединенных элементов. Применение последовательного соединения элементов (соединения в модули) не приводило к улучшению показателей.

Такой результат может быть объяснен тем, что для мембранных элементов Filmtec, при их последовательном соединении, на следующий элемент подается концентрат, а пермеат на выходе этого элемента смешивается с пермеатом с предыдущего элемента. Это приводит к понижению общего показателя солеизвлечения по сравнению с показателем для одного элемента и повышению количества пермеата на выходе, то есть производительности установки. Такая структура системы деминерализации воды позволяет получать определенное количество пермеата с минимальным содержанием солей при минимальных капитальных затратах на мембранные фильтры (в основном определяются их стоимостью), но требует больших затрат исходной воды, практически в десятки раз больше количества получаемого продукта. Этот подход может быть экономически оправдан в тех случаях, если затраты на исходную воду минимальны и не превышают капитальных затрат на оборудование

В данной работе проведена структурная оптимизация технологической схемы обратноосмотической деминерализации воды при помощи комбинирования генетического алгоритма и градиентного метода на примере элементов Filmtec XLE-2540. Структурная оптимизация позволила получить экономически оправданный результат только для тех случаев, когда суммарные затраты на исходную воду достаточно низкие.

В дальнейшем планируется: усовершенствовать критерий оптимальности, введя в него показатели стоимости мембранных элементов и модулей, исходной воды и конечного продукта, получить характеристики и математическую модель мембранных элементов стадии нанофильтрации, и провести ее структурную оптимизацию используя разработанные алгоритмы расчетов и программу, провести структурную оптимизацию всей системы.

Список использованных источников:

3. Духин С., Чураев Н., Шилев В., Старов В. Успехи Химии. / Духин С // - 2008 Том 57 - № 6. - С. 1010 - 1030.
4. Кравченко А. И. Дистилляция с вытягиванием дистиллята // Вопросы атомной науки и техники, 2008. — № 1 — Серия: «Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники» (17). — С. 18—19.

АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА И ИНТЕНСИВНОСТИ ВЛАГОВЫДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Боброва Т. С.

*Достанко А. П. – д-р. техн. наук, профессор
Воробей А.М. – магистр техн. наук*

На сегодняшний день нет четких количественных показателей, которые объективно говорили бы о содержании влаги в биологических тканях человека, а также об интенсивности их влаговыделения. Таким образом, измерение количества и интенсивности влаговыделения биологических тканей человека является актуальным вопросом в клинической практике, спортивной и реабилитационной медицине.

Влаговыделительную функцию кожи выполняют потовые железы, поэтому в основном влаговыделение кожи обусловлено потоотделением.

Разработанный аппаратный комплекс оценки количества и интенсивности потоотделения человека, содержащий портативное устройство, реализующий емкостной метод измерения влажности, включает емкостной датчик встречно-штыревого типа и целлюлозный адсорбирующий тестовый образец, и аппаратно-программный модуль обработки и визуализации результатов диагностики на базе персонального компьютера (ноутбука или планшета).