

Міністерство освіти і науки України

Одеська національна академія харчових технологій



ВОДА В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Збірник тез доповідей

VIII Всеукраїнської науково-практичної
конференції молодих учених,
аспірантів і студентів

Одеса 2017

УДК 628.1:664

VIII Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості»: Збірник тез доповідей VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Одеса: ОНАХТ, 2017. – 129 с.

У збірнику матеріалів конференції наведені матеріали наукових досліджень у сфері використання води на підприємствах харчової галузі, оцінки її якості та можливого впливу на організм людини.

Матеріали призначені для наукових, інженерно-технічних робітників, аспірантів, студентів, спеціалістів цехів та заводів, які працюють в харчовій промисловості та водних господарствах.

Матеріали, занесені до збірника, друкуються за авторськими оригіналами.

Рекомендовано до видавництва Вченою радою Одеської національної академії харчових технологій від 06.06.17 р., протокол № 16.

За достовірність інформації відповідає автор публікації.

Під загальною редакцією Заслуженого діяча науки і техніки України,
д-ра техн. наук, професора Єгорова Б.В.

© Одеська національна академія харчових технологій, 2017

СЕКЦІЯ 5

ОБЛАДНАННЯ І ПРИЛАДИ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ. ПРОТИКОРОЗІЙНІ ЗАХОДИ

ТАЛАЯ ОБЛЕГЧЕННАЯ ПИТЬЕВАЯ ВОДА, СОЛИ, ТЯЖЕЛАЯ ВОДА - ИЗ ВЫМОРАЖИВАЮЩЕГО ОПРЕСНИТЕЛЯ – РАЗДЕЛИТЕЛЯ РАССОЛОВ, ИМЕЮЩЕГО «СВОЮ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ

Смирнов Л.Ф., д.т.н., профессор

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В мире широко используется опреснение соленых вод с помощью мембранной технологии обратного осмоса, которая пришла на смену дистилляции. В Катаре, Арабских Эмиратах, Израиле, США, Австралии, Африке и др. странах работают около 19 тыс. опреснителей больших производительностей. Но есть 3 проблемы, которые пока не разрешены, а именно:

1. На опреснение расходуется слишком много электроэнергии.
2. Рассол сбрасывается в окружающую среду, загрязняя ее.
3. Вода как питьевая не качественная.

I. Предлагается проект вымораживающего опреснителя-разделителя рассола (4,9% солей, из них $(I_2 + Br_2) = 200$ мг/л) производительностью 1000 т /сут талой облегченной воды (ВОР-1000) с приводом для него электростанции мощностью 1 МВт (ЭС-1).

Проект ВОР-1000 + ЭС-1 отличается тем, что:

1. Качество талой облегченной воды – высокое (по сравнению с водами, полученными выпаркой и мембранными технологиями). Опреснение воды с помощью образования льда – это природный процесс ее очистки. Талая вода (доказано!) повышает урожайность сельхозкультур, привес и продуктивность животных. Пригодна без кипячения для питья и приготовления столовых блюд. Соответствует ГОСТ(у) на питьевую воду. Очищена от солей (минерализация $100 \div 400$ мг/л), ядохимикатов, пестицидов, радионуклидов, хлора, микроорганизмов, органики и др. примесей, грубых и тонких взвесей. Очистка - от свойства водородных связей строить лед из молекул кислорода и водорода, отторгая другие примеси. Талая вода - облегчена (на $20 \div 25\%$ меньше ядовитой тяжелой воды, чем в исходной воде), обеззаражена льдообразованием и финишно – ультрафиолетом, благоприятна для здоровья (уменьшение холестерина в крови, торможение старению, антираковое и антитромбовое действия, улучшение потенции, ускоренное заживление ран, др.). Талая вода с уменьшенным содержанием тяжелых изотопов водорода - «ВОДА БУДУЩЕГО». Поступила информация: в США продается по высокой цене питьевая талая вода, полученная из льда, высверленного с арктических ледников с глубины нескольких десятков метров и образованного миллионы лет назад - в эпоху мезозоя.

2. Энергия на опреснение расходуется не из госсети, а вырабатывается

э/станцией, использующей суточную и сезонную разность температур воздуха и солнечную энергию.

3. Рассол из опреснителя не выбрасывают (его нет), а соли по группам солей выводят в сухом виде для получения магния, хлоридов калия, натрия, кальция, бромидов, йодидов.

4. Из льда после опреснителя попутно выделяется тяжелая вода, затраты на ее получение относятся к опреснителю. Тяжелая вода - сырье для атомной энергетики, эффективный замедлитель быстрых нейтронов. Перспективное топливо. При термоядерной реакции 1 г дейтерия дает в 10 млн. раз больше энергии, чем 1 г угля при сгорании.

II. Продукты, которые предлагается производить на ВОР-1000 и реализовывать:

1. Вода чистая талая питьевая облегченная, расход – 1000 т/сут.

2. Извлекаемые соли сухие, в сумме – 52 т/сут, причем:

• $\text{NaBr} = 0,1 \text{ т/сут} + \text{KBr} = 0,48 \text{ т/сут}$. \sum бромидов = 211,7 т/год.

• $\text{NaI} = 0,27 \text{ т/сут} + \text{KI} = 0,46 \text{ т/сут}$. \sum йодидов = 255,5 т/год.

• Смесь солей магния и кальция $\text{MgCl}_2 = 1,35 \text{ т/сут} + \text{CaCl}_2 = 3,9 \text{ т/сут}$.

• $\text{KCl} - 8,5 \text{ т/сут}$, $\text{NaCl} - 34,7 \text{ т/сут}$.

3. Тяжелая вода в пересчете на D_2O - 74,45 т/год (при ректификации 100% льда).

III. ПРОЦЕССЫ - энергосберегающие, экономически выгодные, экологически чистые:

1. Опреснение: Исходную соленую воду очищают в фильтре грубой очистки от взвешенных частиц, из нее вымораживают лед с удалением растворенных солей и др., а также тяжелых изотопов водорода. Лед промывают от рассола, плавят и расплав обеззараживают ультрафиолетом и окончательно очищают от тонких взвесей (укрупненных льдообразованием) в фильтре тонкой очистки /2/.

2. Выделение солей: Исходный рассол последовательно охлаждают в испарителях – льдогенераторах $\text{И-Л}_0 \rightarrow \text{И-Л}_1 \rightarrow \text{И-Л}_3 \rightarrow \text{И-Л}_2$ (см. рис.), затем кристаллизуют лед и соли в баках $\text{Б}_{\text{рец. } 0,1,2,3}$ по мере охлаждения при температуре и концентрации эвтектической точки, в которой соли выпадают вместе со льдом. Эти две твердые фазы разделяются ввиду разности плотностей, соли выводят из баков, осушают в шнековых сепараторах солей $\text{СС}_{0,1,2,3}$ и в сухом виде выводят из установки, а лед отделяют от рассола и промывают от рассольной пленки в сепарационно - промывочной колонне СПК.

3. Выделение тяжелой воды основано (установлено /1/) на кристаллизации растворов тяжелой воды в лед при температурах $0 \div +3,8^\circ\text{C}$. На выходе из СПК в ее верхней части этот уже чистый от солей лед захватывается шнеком ректификационной колонны РК и поднимается вверх, противоточно контактируясь со стекающей вниз тяжеловодной флегмой. На верхней части РК тяжеловодный лед плавят в плавителе - конденсаторе П-КОНД, часть тяжелой воды отбирают как продукт

(концентрация дейтерия в водородном составе не менее 99,5%), а основная часть стекает вниз как флегма. Из низа РК отбирают уже облегченную чистую талую питьевую воду. РК - колонна со шнеком, э/двигателем и конденсатором хладагента. Основные затраты на производство D₂O уже сделаны при монтаже ВОР-1000.

4. Производство э/энергии для обеспечения работы ВОР-1000 - используют обычный теплосиловой цикл – кипение бутана в испарителе при подводе тепла горячим тепловым источником, расширение пара бутана в турбине с выработкой э/энергии и/или ее накопления, конденсацию пара бутана в конденсаторе при отводе тепла холодному тепловому источнику, перекачку жидкого бутана из конденсатора в турбину /3/. В качестве тепловых источников используют суточную и сезонную разность температур воздуха. Тепло и холод накапливают в подземных аккумуляторах (скважинах Н=150÷200 м) тепла и холода.

Примечание: В мире работают около 200 вымораживающих опреснителей (от 3 до 600 т/сут) в основном для концентрирования пищевых жидкостей (фруктовых соков, молока и др.). Наиболее крупный опреснитель (1200 т/сут) работал в Израиле (г.Эйлат) - вымораживание морской воды в тройной точке. Нашему проекту пока конкурентов нет.

IV. Характеристики ВОР-1000:

- Место - гейзер «Горячий ключ» (Херсонская обл., село Облои, Тендровский лиман).
- Обеспечивает питьевой водой 500 тыс. чел. (расчет 2 л воды/чел·сут.).
- Мощность э/оборудования – в режиме опреснения – до 400 кВт, в режиме разделения и выделения солей – около 1000 кВт; уд. расход э/энергии в режиме опреснения 9 кВт·ч/т (опресненной воды), в режиме разделения – около 24÷30 кВт·ч/т (опресненной воды).
- Земельный участок площадью 4200 м² (70 х 60м).
- Персонал завода – 20 чел. В случае своей логистики численность ремонтников, работников транспорта, водораспределения - 150 чел. Итого – около 170 чел.

V. Характеристики ЭС-1:

- Объемы подземных емкостей под конденсатор и испаритель – по 3000 м³.
- Площадь солнечного бассейна 21410 м², длина 200 м, ширина 107м.
- Диаметры земельных участков под скважины (Н=200 м): аккумулятора холода 126 м., аккумулятора тепла 90 м.
- Зарядка холодом АХ и теплом АТ - в течение 3-х зимних и 3-х летних месяцев.
- Площадь земельного участка под весь ЭС-1 = не более 50000 м² (5 га).
- Количество обслуживающего персонала на весь ЭС-1 - 6 чел.

VI. Капитальные затраты – около 6 млн. дол.

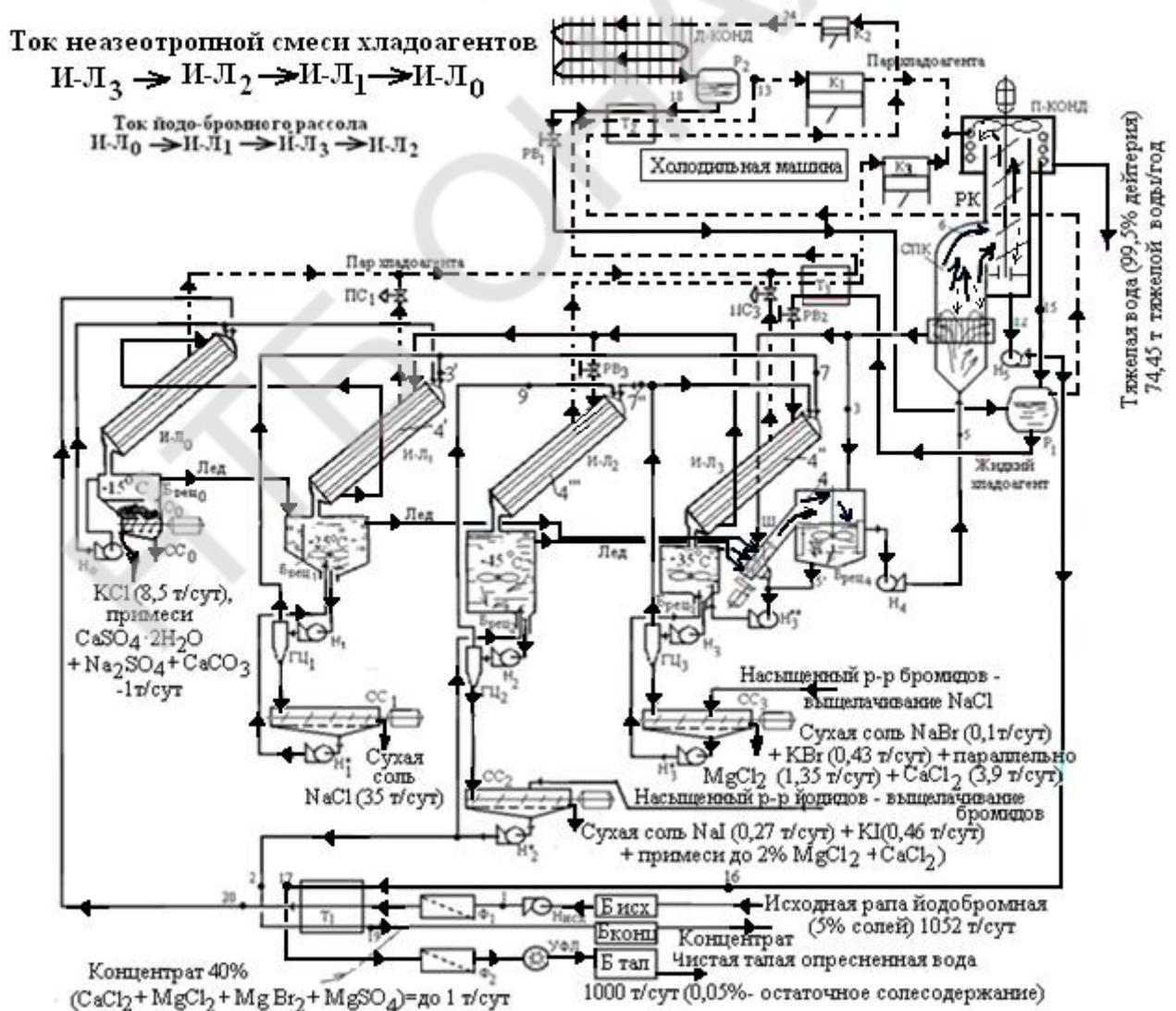
Доход – 61, 8 млн. дол/год, в том числе от реализации :

- Солей йода, брома, хлоридов – около 1 млн. дол/год.
- Питьевой воды 1000 т/сут - 24,3 млн. дол/год.
- Экономия от непотребления э/энергии из госсети при цене «зеленого тарифа» 0,7

млн.дол/год. Возможен доход от продажи квоты за невыброшенный в атмосферу CO₂.

- Тяжелой воды – 36,5 млн. дол/год. Примечание: Реализация тяжелой воды как

стратегического сырья (в том числе и оружейного, пригодного для создания мощной плутониевой бомбы) возможна только при разрешении Правительства. При его неполучении возможны варианты: 1. Производство тяжелой воды не прекращать и накапливать, она обязательно понадобится (цена на мировом рынке 250 ÷ 500 дол/кг и до 1000 дол/кг - в России). 2. Концентрацию дейтерия в ВОР-1000 понизить до 60÷80%, выйти из графы «оружейное сырье», обойти запрет, продать и на территории покупателя организовать повышение концентрации до 99,5%.



Вымораживающий опреснитель - разделитель йодо-бромного рассола производительностью 1000 т/сут по опресненной талой облегченной воде

(ВОР-1000), около 1,31 т/сут солей йода и брома и 14,89 т дейтерия/год (74,45 т тяжелой воды/год).

Б_{исх}, Б_{конц}, Б_{тал} – баки исходной рапы, талой воды, концентрата, Б_{рец 1,2,3,4} – баки рециркуляционные для роста кристаллов льда и солей, И-Л_{0,1,2,3} – испарители-льдогенераторы, СС_{0,1,2,3} – сепараторы солей непрерывного действия, О₀- отстойник солей, К_{1,2,3} – компрессоры холодильные, Н-насосы, Ш – шнек ледяной массы, СПК-сепарационно-промывочная колонна, РК- ректификационная колонна, П-КОНД-плавитель льда-конденсатор хладагента, Д-КОНД-дополнительный конденсатор, Р_{1,2} – ресиверы жидкого хладагента, Т_{1,2,3}-теплообменники, Ф_{1,2}- фильтры, РВ_{1,2,3} – регулирующие вентили, ГЦ_{1,2,3} – гидроциклоны, ПС_{1,3}- регулировочные вентили давления «после себя», УФЛ- ультрафиолетовая лампа.

Выводы: Опреснение соленой воды вымораживанием позволяет вывести технологию на попутное и выгодное получение дополнительных продуктов (солей, тяжелой воды). Ввиду существенного различия в параметрах эвтектической точки возможно разделение различных солей. Перспективно использование для привода опреснителя «своей» электростанции.

Литература

1. Смирнов Л.Ф. О колоночной кристаллизации при концентрировании тяжелой воды газогидратным методом. Журнал прикладной химии, Ленинград. т.65, №1, январь 1992, вып.1, с.138-144.
2. Смирнов Л.Ф. Спосіб обробки водних розчинів багатоступеневим виморожуванням та багатоступеневий виморожуючий пристрій для його здійснення. Патент України № 53239 від 11.06.2007.
3. Смирнов Л.Ф. Суточная и сезонная разность температур для производства электроэнергии. Холодильная техника и технология, 2013, №4 (144), с. 41-50.

СЕКЦІЯ 4	92
ФАСОВАНІ ВОДИ – АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА, НОРМУВАННЯ ТА ЯКОСТІ	
ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ФАСОВАНИХ ВОД НА ПІДПРИЄМСТВІ ТЗОВ «ВІВАС-М»	93
Скліфос Г. В.	
СУЧАСНА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ФАСОВАНИХ ВОД	95
Стоян Ф., Ємонакова О.О.	
СЕКЦІЯ 5	96
ОБЛАДНАННЯ І ПРИЛАДИ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ. ПРОТИКОРОЗІЙНІ ЗАСОБИ	
ОДЕРЖАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ У АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩАХ	97
Кузнецова І. О, Янченко К. А.	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ	98
Барчук Ю.О., Орел В.І., Поцюрко Н.М.	
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ	101
Ляшенко К.І., Шостік Д.І., Зацеркляний М.М.	
ТАЛАЯ ОБЛЕГЧЕННАЯ ПИТЬЕВАЯ ВОДА, СОЛИ, ТЯЖЕЛАЯ ВОДА - ИЗ ВЫМОРАЖИВАЮЩЕГО ОПРЕСНИТЕЛЯ – РАЗДЕЛИТЕЛЯ РАССОЛОВ, ИМЕЮЩЕГО «СВОЮ» ЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ	103
Смирнов Л.Ф.	
СЕКЦІЯ 6	108
ТЕХНОЛОГІЇ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ	
КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	109
Дубовик Н.И., Коваленко Е.А.	
ПЕРЕВАГИ ПЕРЕРОБКИ РОЗСОЛІВ ПІСЛЯ ОПРІСНЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК	111
Куцолабська М.В., Коваленко О.О.	