

Как видно из данных таблиц, при увеличении соотношения $KCl : NH_4NO_3$ с 25 до 40 % выход продукта возрастает с 44,23 до 76,55 %, однако при этом содержание основного вещества снижается с 96,73 до 37,99 %, возрастает влажность и содержание Cl -иона в продукте с 0,97 до 9,0 %. Особенно резкое снижение качества продукта наблюдается при повышении нормы вводимого хлорида калия свыше 25 % (с 96,7 до 59,9 % по KNO_3). Данные результаты позволяют определить оптимальный технологический режим, обеспечивающий получение целевого продукта высокого качества.

УДК 661.46

Д.Г.Калишук (БГТУ, г.Минск);
А.Ф.Селевич (НИИФХП БГУ, г.Минск)

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПРИРОДНЫХ РАССОЛОВ БЕЛАРУСИ ЕСТЕСТВЕННЫМ УПАРИВАНИЕМ

Беларусь обладает уникальными запасами природных высокоминерализованных рассолов, содержащих в ряду других такие ценные компоненты, как бромиды и иодиды. Концентрации бромидов и иодидов в указанных рассолах достаточно высоки, что позволяет наладить производство технических и химически чистых брома и иода [1]. Одной из стадий получения данных галогенов является производство бромид-иодидного концентрата. Однако оно очень энергозатратно вследствие необходимости испарять большую часть воды, содержащейся в исходном рассоле и продуктах его переработки.

В НИИФХП БГУ при участии авторов была разработана экстракционная технология получения бромид-иодидного концентрата [2, 3]. В результате лабораторных исследований установлено, что эффективность экстракции бромидов и иодидов, качество концентрата повышаются при подаче на экстракцию предварительно упаренного рассола.

При использовании промышленных теплоносителей процесс предварительного упаривания дорогостоящий и требует сложного аппаратного оформления. Альтернативой является естественное упаривание в открытых бассейнах, широко применяемое в иодобромной промышленности при первичной переработке сырья – морской воды [1, 4]. Однако бассейновые технологии распространены в настоящее время лишь в климатических зонах с более высокой, чем в Беларуси, интенсивностью солнечной радиации.

Нами проведена оценка возможности естественного упаривания рассолов с привязкой к климатическим условиям региона их залегания в Беларуси – северо-западной части Гомельской области.

Факторами, определяющими скорость испарения воды из бассейнов, являются их глубина и поверхность, температура и относительная влажность воздуха, скорость ветра, интенсивность солнечной радиации, состав рассола [1, 4-7].

Проанализировав материалы, представленные в справочниках [8-11], мы пришли к выводу, что благоприятным сезоном для естественного упаривания является период с мая по август включительно. Осредненные для всего сезона среднесуточные метеоусловия следующие: температура воздуха $+16,8^{\circ}\text{C}$; относительная влажность его 72,5%; скорость ветра 3,23 м/с. Интенсивность солнечной радиации при этом составляет в светлое время суток 385 Вт/м^2 .

Для расчета скорости испарения воды E , м/сезон, нами по рекомендациям указаний [6] выбрано следующее уравнение:

$$E = 1,4 \cdot 10^{-6} n (P_p - P_v) (1 + 0,72w), \quad (1)$$

где n – число суток в расчетном сезоне; P_p и P_v – среднесезонные значения равновесного давления паров воды над поверхностью рассола и давления их в атмосферном воздухе соответственно, Па; w – скорость ветра, м/с.

Значение P_p является функцией температуры поверхности рассола t_p и его состава. P_p при известной величине t_p можно рассчитать по методике определения давления насыщенных паров воды над многокомпонентными растворами неорганических веществ, предложенной Эзрохи [12].

Приняв допущение, что t_p равна средней температуре рассола в бассейне, ее можно рассчитать из уравнения

$$Q_{сн} = Q_{нр} + Q_{исп} + Q_n - Q_{конц}, \quad (2)$$

где $Q_{сн}$ – количество солнечной энергии, поглощенной рассолом, Дж; $Q_{нр}$ и $Q_{исп}$ – тепло, израсходованное на нагрев рассола и испарение воды из него соответственно, Дж; Q_n – тепловые потери, Дж; $Q_{конц}$ – тепло концентрирования, Дж.

При расчетах удобно отнести $Q_{сн}$, $Q_{нр}$, $Q_{исп}$, Q_n и $Q_{конц}$ к 1 м^2 поверхности бассейна и определить их значения за сезон в целом.

При альбедо $A=0,2$ [5-8] $Q_{сн} \approx 1,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/м}^2$. Количество испаренной воды G_v , кг/м², необходимой для расчета $Q_{исп}$, может быть приближенно вычислено с использованием уравнения (1), преобразованного к следующему виду:

$$G_e = 1,4 \cdot 10^{-3} n(P_p - P_e)(1 + 0,72w). \quad (3)$$

При проведении расчетов мы приняли, что $Q_n = 0,2 Q_{cn}$, глубина налива рассола в бассейн составляет 0,3 м, и пренебрегли $Q_{конц}$. В результате совместного решения уравнений (1)-(3) итерационным методом при принятых ранее метеоусловиях получено, что $t_p \approx 23^\circ\text{C}$ и $E \approx 0,18$ м/сезон. В то же время суммарные атмосферные осадки составляют $E = 0,277$ м/сезон [11]. Это указывает, что бассейны естественного упаривания рассолов должны быть защищены от осадков.

Процесс упаривания рассолов в бассейнах может быть значительно интенсифицирован за счет использования для дополнительного нагрева вторичной тепловой энергии низкопотенциальных теплоносителей, например оборотной воды. По оценочным расчетам, используя вторичное тепло, при минимальных дополнительных затратах температуру в бассейнах можно довести до $27...30^\circ\text{C}$ (в летний сезон). Это позволит повысить их производительность в 3...5 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ксензенко В.Н., Стасиневич Д.С. Химия и технология брома, иода и их соединений. – М.: Химия, 1995.
2. Экстракционная технология получения иодобромного концентрата из промышленных рассолов Припятского прогиба / А.Ф.Селевич, Т.Б.Ковалева, О.А.Ивашкевич, Д.Г.Калишук и др. / В сб. «Природопользование и охрана окружающей среды». – Мн.: ИПИПриЭ ИАН Беларуси, 1998. – С. 85.
3. Калишук Д.Г., Ковалева Т.Б., Селевич А.Ф. Разработка технологии и аппаратного оформления процесса получения бромид-иодидного концентрата / В сб. Международная научно-техническая конференция «Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химической промышленности». – Мн.: БГТУ, 1999. – С. 70-71.
4. Шихеева Л.В., Зырянова В.В. Бассейновые методы переработки рассолов. – М.: НИИТЭХИМ, 1977.
5. Бабкин В.И. Испарение с водной поверхности. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
6. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. – Л.: Гидрометеиздат, 1969.
7. Методы расчета водных балансов. Международное руководство по исследованиям и практике / Под ред. А.А.Соколова и Т.Г.Чапмена. – Л.: Гидрометеиздат, 1976.
8. Справочник по климату СССР. Вып.7. Белорусская ССР. Ч.1. – Л.: Гидрометеиздат, 1966.

9. Справочник по климату СССР. Вып.7. Белорусская ССР. Ч.II. – Л.: Гидрометеиздат, 1965.

10. Справочник по климату СССР. Вып.7. Белорусская ССР. Ч.III. – Л.: Гидрометеиздат, 1966.

11. Справочник по климату СССР. Вып.7. Белорусская ССР. Ч. IV. – Л.: Гидрометеиздат, 1968.

12. Зайцев И.Д., Зозуля А.Ф., Асеев Г.Г. Машинный расчет физико-химических параметров неорганических веществ. – М.: Химия, 1983.

УДК 622. 788. 34

Г.Л. Бумин, Б.А. Випняк, Э. Н. Атрошкин
(ПО «Беларуськалий», г. Солигорск)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ГРАНУЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ТЕХНИКИ

Для получения гранулированных калийных удобрений на ПО «Беларуськалий» используются импортные грануляционные установки, поставленные предприятием бывшей ГДР «Цемаг Цайтц».

На этих установках операция дробления плитки, после прессования концентрата, производится в ударно-отражательных дробилках с решеткой. Дробленый продукт рассеивается на двухситных грохотах с выделением фракций $-4+1$ мм или в последнее время $-4+2$ мм в зависимости от требований потребителей. Надрешетный продукт верхнего сита поступает на ударно отражательные дробилки второй стадии, откуда он направляется на те же виброгрохоты. Продукт класса $-4+1$ мм или $-4+2$ мм представляет собой гранулированное удобрение. Обеспыливание гранулята при этом не производится.

Недостатками данной технологии являются:

- невозможность оперативного регулирования крупности дробленого продукта в контуре за счет изменения щели отражательной дробилки, что приводит к переизмельчению плитки;
- большой наклон виброгрохотов и недостаточная рабочая поверхность обуславливают низкую эффективность грохочения (не выше 50 %). В результате в надрешетный продукт уходит значительное количество класса $-4+1$ мм или $-4+2$ мм, что снижает выход гранулята;
- при дроблении плитки в ударно-отражательных дробилках зерна гранулята имеют острые углы и грани, которые при дальнейшем