

Таблица 1– Показатели качества бумажных образцов

Химическая добавка	Показатели качества						
	Разрушающее усилие в сухом состоянии $P_{сух}$ , Н	Сопротивление разрыву, кН/м	Разрывная длина РД, км	Удлинение, мм	Поглощение энергии при разрыве, Дж/м <sup>2</sup>	Модуль Юнга, ГПа	Жёсткость, кН/м
ВРП-3	79,25	5,29	6,12	1,87	68,97	5,13	709,10
Крахмал	80,75	5,38	6,35	2,30	86,10	5,05	631,75
NaOH	53,37	3,56	5,68	1,69	38,7	5,47	608,56
Без добавок							
–	72,20	4,82	6,33	1,79	62,88	5,52	674,37

Как видно из рисунка 1 и таблицы 1, введение химических добавок ускоряет процесс размола и увеличивает физико-механические показатели качества бумаги и картона. Так, наиболее быстро целлюлоза размалывается с использованием в качестве химической добавки NaOH. Степень помола волокнистой массы 50°ШР достигается в течение 13 минут. Время размола при введении водорастворимого акрилового полимера ВРП–3 составляет 17 минут, что меньше, чем при добавлении NaOH, но превышает время размола при использовании в качестве добавки крахмала (19 мин). Аналогичные зависимости получены нами при изготовлении образцов картона. Отличие состояло в том, что физико-механические показатели образцов картона превышали на 15-20 % по сравнению с образцами бумаги.

Лучшие физико-механические показатели качества достигаются при введении водорастворимого акрилового полимера ВРП–3. Так как при введении NaOH механическая прочность снижается (так разрывная длина уменьшается с 6,33 м до 5,68 м). Это связано с тем, что происходит деструкция и удаление гемицеллюлоз из целлюлозного волокна. Показатели качества при введении крахмала отличаются незначительно от показателей качества образцов бумаги при введении водорастворимого акрилового полимера ВРП–3 (приблизительно на 1%), но при этом скорость размола ниже. Также использование химических добавок при размоле вызывает снижение белизны бумаги. Меньше всего на белизну влияет водорастворимый полимер ВРП–3.

Таким образом на основании исследований можно сделать вывод о том, что для сокращения времени размола и достижения наилучших показателей качества бумаги рекомендуется применять водорастворимый акриловый полимер ВРП–3. Использование этой добавки позволит снизить расход энергии на процесс размола на 3–5%, что имеет важное практическое и экономическое значение.

#### Литература

1. Фляте, Д.М. Технология бумаги. / Д.М. Фляте. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 440 с.
2. Иванов, С.Н. Технология бумаги / С.Н. Иванов. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 695 с.
3. Фляте, Д.М. Свойства бумаги / Д.М. Фляте. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 680 с.
4. Черная, Н.В. Технология бумаги и картона: методическое пособие по лабораторным занятиям / Н.В. Черная, Н.В. Жолнерович. – Минск: БГТУ, 2006. – 58 с.

УДК 546.14,35,77.01:549.464.1(476)

#### Исследование распределения микроэлементов брома, рубидия и молибдена в белорусском карналлите и продуктах его переработки

Студенты гр. 6 фак. ХТиТ Нева А.А., Слукская Ю.Н.

Научный руководитель – Пинаев Г.Ф.

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

Карналлит - минерал, сложный водный хлорид магния и калия состава  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . Обычны незначительные примеси Br, Li, Rb, Cs, а также механических частиц глинистых минералов, гематита, водных окислов железа и др.

Карналлит является источником хлористого калия и хлорида магния или бишофита для получения магниевых цементов, кристаллического бишофита ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ).

По данным геологов Республика Беларусь располагает значительными запасами карналлита (> 300 млн.т). Добычу карналлита в РБ целесообразно осуществлять методом подземного растворения [1]. Карналлит может быть применен для получения калийных удобрений и производных продуктов магния, которые применяются в медицине, строительстве, текстильной промышленности.

Карналлит содержит некоторое количество микроэлементов и поэтому целесообразно изучить их содержание в нем, чтобы выявить возможность рассматривать карналлит как источник этих элементов, которые в настоящее время импортируются в Республику Беларусь.

Микроэлементы содержатся в почвах, породах, природных водах, живых организмах в очень малых количествах, но выполняют важнейшие функции инициаторов и активаторов биохимических процессов. Экспериментально доказано, что микроэлементы необходимы для многих важнейших биохимических процессов, недостаток элементов замедляет эти процессы и даже останавливает их. Микроэлементы нашли широкое практическое применение в качестве микроудобрений для полевых культур, подкормок в животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве.

Так как карналлит по предварительным данным содержит в своем составе некоторое количество таких микроэлементов как Br, Li, Mo, Rb, Cs, I и др., то мы ставим перед собой задачу исследовать содержание некоторых из них в белорусском карналлите, а именно брома, рубидия, и молибдена.

В главной своей массе бром находится в рассеянном состоянии в магматических породах, а также в широко распространенных галогенидах. Бром - постоянный спутник хлора. Бромистые соли (NaBr, KBr, MgBr<sub>2</sub>) встречаются в отложениях хлористых солей (в поваренной соли до 0,03% Br, в калийных солях - сильвине и карналлите - до 0,3% Br), а также в морской воде (0,065% Br), рапе соляных озер (до 0,2% Br) и подземных рассолах, обычно связанных с соляными и нефтяными месторождениями (до 0,1% Br).

В ходе экспериментов при определении брома были исследованы образцы, полученные с опытной установки для добычи карналлита по методу подземного растворения на Славковичском участке Любаньского месторождения, представляющие собой растворы солей и скважинный осадок, также проводился анализ продуктов переработки карналлита - осадков и образцов, полученных при многостадийном выпаривании с заданной степенью выпарки (рассчитанной по фазовой диаграмме) скважинного рассола №5.

Поскольку мы не располагали готовыми разработанными методами анализа и возможного влияния ионов магния на ход анализа то нами были на первом этапе работы разработаны методики анализа. Был использован йодометрический метод определения брома [2]. Выполненное исследование подтвердило, что большие концентрации MgCl<sub>2</sub> в растворе оказывают значительное влияние на результаты определения брома, что позволило уточнить методику определения брома. Определенные уточнения потребовалось внести в методики определения рубидия и молибдена.

По результатам анализа продуктов упарки карналлитового рассола можно сделать вывод, что концентрирование брома при переработке (многостадийном выпаривании) карналлитового рассола происходит в жидкой фазе упаренных суспензий, а в кристаллической фазе, содержание брома практически постоянна. Это иллюстрируется таблицей 1.

Как известно [3] среднее содержание молибдена в почвах составляет 0,0003%, в изверженных породах — 0,000154%, в осадочных породах — 0,00024%. Больше всего молибдена находится в болотистых почвах и в почвах тундр. Входя в состав фермента нитраторедуктазы (являющейся по своему строению молибдо-флавопротеином), молибден восстанавливает нитраты у высших и низших растений и стимулирует синтез белка в них. Поэтому в условиях недостатка молибдена в растениях накапливаются нитраты, одновременно уменьшаются азотистая растворимая фракция и уровень азотистой белковой фракции.

В нашей работе использовался радионидный метод с экстракционным завершением согласно [4]. В ходе экспериментов при определении молибдена были исследованы водные и соляные вытяжки дробленого карналлита, зерна тонкого (6 мм) и толстого (12 мм) диска карналлита любаньского месторождения. Согласно полученным результатам можно сделать вывод, что молибден содержится в белорусском карналлите преимущественно в осадке, содержание его колеблется в пределах от 2,36 до 6,53 мкг/г карналлита.

Таблица 1 - Результаты анализа Br<sup>-</sup> в продуктах переработки любаньского карналлита добытого галургическим методом

№	Наименование образца	Концентрация Br, г/л	Содержание Br, масс. %
1	Рассол №5	1,66	0,133
2	Скважинный осадок	-	0,059
3	Раствор после 1-й упарки	2,02	0,164
4	Раствор после 2-й упарки	2,36	0,188
5	Раствор после 3-й упарки	2,54	0,200
6	Раствор после 4-й упарки	3,29	0,252
7	осадок после первой упарки рассола	-	0,155
8	осадок после второй стадии выпаривания	-	0,152

По различным данным, общее содержание рубидия в земной коре колеблется в пределах от 0,0034 до 0,008%, т. е. его в тысячи раз меньше, чем натрия или калия. Выделить рубидий сложно, т. к. он обладает большим химическим сходством с калием и не образует самостоятельных минералов, в следствии чего рубидий встречается в природе крайне рассеянном состоянии вместе с другими щелочными металлами, всегда

сопутствуя калию, попадая в калийные минералы при их формировании из морской воды. Мощные залежи карналлита, несомненно, один из наиболее перспективных источников рубидиевого сырья. Хотя концентрация рубидия здесь и невелика, но общие запасы солей достаточно велики.

Мы не располагали методом прямого определения рубидия в рассоле и продуктах кристаллизации, поэтому использовали методику предварительного концентрирования рубидия с помощью ферроцианидного метода, так как этот метод является наиболее простым и доступным в лабораторных условиях.

При проведении эксперимента проводились 2 серии опытов – на стандартном растворе рубидия  $Rb_2CO_3$  и на карналлитовом рассоле Любаньского месторождения.

При этом количество скважинного карналлитового рассола рассчитывают так, чтобы содержание рубидия в нем примерно соответствовало содержанию рубидия в стандартном растворе. Это проводят для того, чтобы количество осажденного рубидия в осадке было достаточным для определения его данным методом. Количество стандартного раствора, взятого для определения, обосновывается предварительными результатами и проведенными расчетами.

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что осаждение рубидия при стехиометрической норме исходных реагентов происходит не полностью. При увеличении количества ферроцианида калия и хлористого железа вдвое и втрое можно наблюдать практически одинаковую концентрацию рубидия в рассоле. Это говорит о том, что полное осаждение рубидия происходит при 100% избытке ферроцианида.

По полученным данным можно сделать вывод, что рубидий практически полностью переходит из раствора в осадок, а это говорит о том, что ферроцианидный метод вполне можно применять для извлечения рубидия из карналлитовых рассолов, предварительно удалив из них калий, являющийся конкурентом рубидия в происходящем ионообменном процессе, а содержание Rb в рассоле составляет 0,012% (масс.).

#### Литература

1. Отчет о НИР БГТУ «Обосновать принципиальную технологическую схему и разработать задание на проектирование опытно-промышленной установки для наземной переработки карналлитового рассола с получением кристаллического хлорида калия и концентрированного бишофитового раствора», Г.Ф. Пинаев. 2006г.
2. И.М. Кольцгоф, В.А. Стенгер, Р. Белчер. Объемный анализ, том 3, Москва 1961 г.
3. Информация из интернета, [www.optimumrus.ru](http://www.optimumrus.ru)
4. Г.А. Шарло. Методы аналитической химии – м.-л. :химия 1966г.
5. Н.И. Забродина, Н.А. Алексеева. Редкие щелочные элементы – изд. ППИ, 1969г.

УДК 661.185

#### Мицеллообразование в системах «препарат Среморфог А25 – вода»

Студенты 3 к. 8 гр. ф-та ТОВ Курьянович О.А., Грукалова Е.В.  
Научные руководители – Эмелло Г.Г., Бондаренко Ж.В.  
Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и препараты на их основе широко используются в различных областях науки и технологии. В косметической промышленности для получения кремов и лосьонов применяют препарат Среморфог А25, который представляет собой смесь жирных спиртов фракции  $C_{16}-C_{18}$  со степенью этоксилирования равной 25.

Важнейшей характеристикой коллоидных ПАВ является критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). При мицеллообразовании резко изменяются объемные свойства растворов ПАВ, а, следовательно, и свойства систем, полученных с их использованием.

Целью данной работы явилось изучение процесса мицеллообразования в системе «препарат Среморфог А25 – вода».

Препарат Среморфог А25 представляет собой порошок белого цвета. Приготовление водного раствора препарата с концентрацией 200 г/л осуществляли при нагревании до температуры 80°C при постоянном перемешивании. При охлаждении раствора до комнатной температуры получился прозрачный гель, из которого путем разбавления получали растворы с концентрациями 0,01–160,00 г/л.

Для определения критической концентрации мицеллообразования использовали рефрактометрический, турбидиметрический, вискозиметрический и сталагмометрический методы анализа [1]. Результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2.

В основе рефрактометрического метода лежит определение показателя преломления света на границе воздух – исследуемая система, измерение которого производили с помощью рефрактометра ИРФ 454. Из рисунка 1-а видно, что при концентрациях 0,1–2,0 г/л показатель преломления остается постоянным и рав-