

оформление:/С.В. Ванаг; СО РАН, Институт катализа им. Г.К. Борескова. – Томск, 2012. – 19 с.

3. Загоруйко А.Н. Каталитические процессы на основе стекловолоконистых катализаторов/А.Н. Загоруйко, Б.С. Бальжинимаяв //Химическая промышленность сегодня. – 2011. – №2.– С.5-11.

4. От разветвлено-цепной теории гетерогенного катализа к новым каталитическим технологиям/В.В. Барелко//ИПХФ РАН, ООО «Химфист». <http://www.chemphys.com/article.doc>.

5. В.В. Печковский, А.В. Маргулец, А.Н. Пырх, Л.С. Ещенко / Способ получения кристаллического фосфата бора/ А.С.1161178 SU.

УДК 661.152.32

Г.Э. Меликулова; Х.Ч. Мирзакулов

(Ташкентский химико-технологический институт, Узбекистан);

Р.Р.Тожиев (Международный институт пищевых технологий и инженерии, г. Фергана, Узбекистан)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МОНОКАЛИЙФОСФАТА

Необходимость расширения масштабов производства фосфорнокислых солей определяется как увеличением спроса на минеральные удобрения со стороны традиционных потребителей, так и расширением областей их применения в народном хозяйстве.

Дигидрофосфат калия относится к ценным безбалластным, сложным удобрениям, содержащим два питательных для растений элемента - фосфора (52,16% P_2O_5) и калия (34,60% K_2O). Особенностью дигидрофосфата калия является его значительная растворимость в воде [1].

Дигидрофосфат калия применяется в основном в качестве минерального удобрения для различных сельскохозяйственных культур, но, кроме этого, он также находит применение в других областях, таких как, приготовление буферных систем, в производстве фармацевтических препаратов, дрожжей, жидких моющих средств, в фотографии, в гальванопластике и т. д. [2].

Современное производство фосфорных солей, как правило, базируется на многостадийных процессах, включающих получение фосфорной кислоты, ее нейтрализацию до соответствующих гидрофосфатов, их выделение и сушку. Обычно используются поташ или гидроксид калия и фосфорная кислота.

В научно-технической литературе имеются сведения о различных методах получения дигидрофосфата калия: нейтрализацией фос-

форной кислоты поташом [3], гидроксидом калия [4] или взаимодействием фосфорной кислоты с хлористым калием и отгонкой соляной кислоты [5], реакцией обмена между дигидрофосфатом натрия и сульфатом калия [6], либо хлоридом калия.

В последнее время разработаны способы получения минеральных добавок, кормовой и более высокой квалификации натриевых, кальциевых и аммонийных солей фосфорной кислоты с использованием экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК), полученной из фосфоритов Центральных Кызылкумов (ЦК) [7, 8].

В качестве исходных компонентов использовали очищенные растворы дигидрофосфата натрия, полученные на основе обесфторенной ЭФК из фосфоритов ЦК путем нейтрализации кальцинированной содой и флотационного хлорид калия производства УП «Дехканабадский калийный завод» состава (масс. %): KCl - 95,3; NaCl - 2,97; н.о. - 1,1; H₂O - 0,43, полученный из сильвинитов Тюбегатанского месторождения флотационным методом и раствора дигидрофосфата натрия, имеющий состав (масс. %): Na₂O - 6,13; P₂O₅ - 13,92; SO₃ - 0,74; CaO - 0,22; MgO - 0,79; Al₂O₃ - 0,026; Fe₂O₃ - 0,012; F - 0,026.

Технологический процесс производства бесхлорного дигидрофосфата калия конверсионным методом из раствора мононатрийфосфата флотационным хлоридом калия осуществляется следующим образом: в маточный, циркуляционный раствор добавляется раствор дигидрофосфат натрия, полученный на основе ЭФК из фосфоритов ЦК, затем добавляется флотационный хлористый калий, после перемешивания раствор выпаривается до насыщения, которая относится к насыщению хлористого натрия при 100°C. После выпарки из суспензии отделили твердую фазу - хлорида натрия, а маточный раствор охлаждается до температуры 25°C. После достижения температуры 25°C дигидрофосфат калия отделяется фильтрованием, затем промывается и высушивается при температуре 115-120°C, оставшийся маточный раствор направляется в начальную стадию процесса в качестве циркуляционного раствора.

При выпарке раствор насыщается и образуется хлорид натрия и его отделяют от жидкой фазы, затем маточный раствор охлаждается до температуры 25°C, при достижении данной температуры кристаллы дигидрофосфата калия отделяются фильтрованием, затем высушиваются при температуре 115-120°C, оставшийся маточный раствор направляется в начальную стадию процессов в качестве циркулирующего раствора. Изучено влияние технологических параметров таких как, концентрация раствора, температуры и скорости охлаждения раствора на процесс кристаллизации монокалийфосфата маточного раствора, полученного конверсионным методом из растворов моно-

натрийфосфата, полученного на основе ЭФК из фосфоритов ЦК и флотационного хлорида калия. Получение результаты приведены в таблице. Медленная скорость охлаждения способствует выпадению в меньшем количестве примесей в осадок. С уменьшением скорости охлаждения количество примесей Na_2O и Cl^- в продукте уменьшается примерно в два раза. Увеличение концентрации раствора свыше 30 % приводит к увеличению содержания примесей в готовом продукте.

Таблица – Степень перехода компонентов раствора в продукт и химический состав маточного раствора после кристаллизации дигидрофосфата калия

Температура, °С	Скорость охлаждения, °С/час	Степень перехода компонентов в продукт, %				Химический состав маточного раствора, масс. %			
		K_2O	P_2O_5	Na_2O	Cl^-	K_2O	P_2O_5	Na_2O	Cl^-
<i>При концентрации монокалийфосфата 27%</i>									
31,0	10,0	68,48	69,72	4,28	2,59	3,98	5,72	11,42	7,20
	7,0	68,45	68,68	4,26	2,57	3,97	5,70	11,40	7,19
	5,0	68,43	68,66	4,25	2,56	3,97	5,70	11,40	7,18
25,0	10,0	79,62	81,06	4,60	2,78	3,93	5,72	10,15	7,11
	7,0	79,58	81,01	4,57	2,75	3,92	5,72	10,17	7,12
	5,0	79,56	80,99	4,55	2,74	3,92	5,72	10,18	7,13
<i>При концентрации монокалийфосфата 24%</i>									
31,0	10,0	61,14	62,25	3,82	2,31	4,47	6,50	12,83	8,08
	7,0	61,12	61,23	3,81	2,29	4,46	6,49	12,82	8,07
	5,0	61,11	61,21	3,79	2,28	4,46	6,49	12,82	8,07
25,0	10,0	71,09	72,38	4,11	2,48	4,41	6,42	12,69	7,99
	7,0	71,06	72,34	4,07	2,46	4,41	6,42	12,71	8,01
	5,0	71,04	72,32	4,05	2,44	4,41	6,42	12,72	8,02

Маточные растворы после кристаллизации дигидрофосфата калия возвращаются для повторного использования в начальную стадию на процесс конверсии хлорида калия с дигидрофосфатом натрия. Таким образом, оптимальными условиями получения дигидрофосфата калия путем конверсии раствора мононатрийфосфата флотационным хлористым калием с предварительным выделением хлорида натрия являются температура - не более 25,0°С, концентрация раствора – не менее 24-27%, скорость охлаждения раствора – 10,0°С/час. После фильтрации, промывки и сушки кристаллов дигидрофосфата калия, содержание хлора не превышает более 0,2 %, что соответствует предъявляемым требованиям ТУ 2186-021-32496445-00 (РФ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев Н.И. Технология фосфорных и комплексных удобрений. – Минск: БГТУ, 2015. – 177 с. ISBN 978-985-530-432-7.
2. Дормешкин О.Б., Воробьев Н.И., Шатало В.И. Безотходный технологический процесс получения бесхлорного водорастворимого

комплексного удобрения на основе фосфата калия. // Химическая технология, Т.15. № 6. 2014. – Минск, Белоруссия.

3. Патент № 2608017 РФ. Способ получения растворимых бесхлорных калийных удобрений / Хамизов Р.Х., Власовских Н.С., Егоров В.Г., Морошкина Л.П., Петухов М.А., Смирнов А.А., Хамизов С.Х. // Заявл. 14.07.2015. № 2015128269. Оpubл. 11.01.2017. Бюл. № 2.

4. Киселев А.А. Разработка технологии реактивных марок фосфатов аммония и натрия из растворов технического фосфата аммония // Дисс. ... канд. техн. наук. Москва, РФ. 2005. 151 с.

5. Jančaitienė K. Sustainable technology of potassium dihydrogen phosphate production and liquid waste recovery // Summary of Doctoral Dissertation Technological Sciences, Chemical Engineering (05T). Kaunas, Germany. 2017, 36 p.

6. Алосманов М.С., Кармышов В.Ф., Мамедова Л.Р., Ибрагимова С.М., Агаев Н.Б., Држафаров А.П. Получения бесхлорных фосфорно – калийных удобрений на оборудовании суперфосфатного производства. // Журнал Химическая промышленность. – Санкт-Петербург, РФ. 1989. - №10. - С. 68-69.

7. Мирзакулов Х.Ч., Арифджанова К.С., Меликулова Г.Э., Хужамбердиев Ш.М. Физико-химические основы и технологии ортофосфатов натрия и натрия-аммонийгидрофосфата на основе экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Ташкент, издательство «Ziyo nashr-matbaa», 2023. 243 с. ISBN 978-9910-733-10-9

8. Мирзакулов Х.Ч., Волынскова Н.В., Садиков Б.Б., Меликулова Г.Э. Теоретические основы и технология кормовых фосфатов аммония, кальция и калия на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов. Ташкент, издательство «Fan va ta'lim», 2023. 304 с. ISBN 978-9943-9073-0-0