

Холтура МИРЗАКУЛОВ,

Ташкентский химико-технологический институт, Д.т.н., проф.,

E-mail: khchmirzakulov@mail.ru

Tel: (90) 928 30 60

Ойбек МИХЛИЕВ,

Шахрисабзкий филиал Ташкентского химико-технологического института, PhD,

E-mail: mixlievo@mail.ru

Tel: (93) 420 02 51

Атаназар СЕЙТНАЗАРОВ

Институт общей и неорганической химии АН РУз, Д.т.н., проф.,

E-mail: atanazar77@mail.ru

Tel: (97) 141 64 45

ТКТИ Ноорганик моддалар кимёвий технология кафедре доценти Г.Меликулова тақризи асосида

STUDY OF RHEOLOGICAL PROPERTIES AND FILTERABILITY OF PRODUCTS OF SULFURIC ACID DECOMPOSITION OF DOLOMITE

Annotation

The results of studying the rheological properties, as well as settling and filtration of decomposition products (pulp and liquid phase) of dolomite from the Dekhkanabad deposit with sulfuric acid are presented. It has been shown that the sedimentation of large particles of undecomposed dolomite proceeds quite quickly and after 3 minutes the degree of precipitation is 100%, while the suspension settles slowly and after 120 minutes the degree of clarification reaches 86.83%. For temperatures of 20-80°C, the density of the clarified solution varies in the range of 1,362-1.444 g/cm³, and the viscosity is 1.80-4.97 cP.

Key words: sulfuric acid, dolomite, pulp, degree of sedimentation and clarification, filtration, density, viscosity.

ДОЛОМИТНИНГ СУЛФАТ КИСЛОТАДА ПАРЧАЛАНИШИДАГИ МАҲСУЛОТЛАРИНИНГ РЕОЛОГИК ХУСУСИЯТЛАРИ ВА ФИЛЬТРАНИШИНИ ЎРГАНИШ

Аннотация

Дехканоабод кони доломитини сулфат кислотаси билан парчалаш маҳсулотларининг (бўтқа ва суюқ фаза) реологик хоссалари, шунингдек тиниши ва филтрланишини ўрганиш натижалари келтирилган. Кўрсатдики, парчаланмаган доломит йирик заррачаларининг чўкиши етарлича тез боради ва 3 дақиқадан сўнг чўкиш даражаси 100% ни ташкил этади, бунда суспензия секин чўкади ва 120 дақиқадан сўнг 86,83% га етади. 20-80°C ҳароратлар учун тиник эритманиннг зичлиги 1,362-1,444 г/см³, ковшоққлиги эса 1,80-4,97 сПз ораликлариди ўзгаради.

Калит сўзлар: сулфат кислотаси, доломит, бўтқа, чўкиш ва тиниш даражаси, филтрланиш, зичлик, ковшоққлик.

ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ФИЛЬТРУЕМОСТЬ ПРОДУКТОВ СЕРНОКИСЛОТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ДОЛОМИТА

Аннотация

Приведены результаты изучения реологических свойств, а также отстаивания и фильтрации продуктов разложения (пульпы и жидкой фазы) доломита Дехканабадского месторождения серной кислотой. Показано, что осаждение крупных частиц неразложенного доломита протекает достаточно быстро и через 3 минуты степень осаждения составляет 100%, тогда как суспензия оседает медленно и через 120 минут степень осветления достигает 86,83%. Для температур 20-80°C плотность осветленного раствора изменяется в интервале 1,362-1,444 г/см³, а вязкость 1,80-4,97 сПз.

Ключевые слова: серная кислота, доломит, пульпа, степень осаждения и осветления, фильтрация, плотность, вязкость.

Введение. Основным фактором интенсификации сельскохозяйственного производства и повышения урожайности культур является его химизация, в частности, широкое применение эффективных, жидких минеральных удобрений, химических средств защиты растений, биологически активных препаратов, внедрение технологии капельного орошения [1-4].

Анализ литературы по теме. При использовании сульфатных удобрений для сельскохозяйственных культур в гранулированном виде коэффициент их полезного действия составляет всего 35-40%, остальное теряется в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов [5-6].

Сульфат магния содержит два важных питательных вещества для сельскохозяйственных культур, серу и магний, а также участвует в некоторых ферментах, стимулирующих метаболизм сельскохозяйственных культур. Магний повышает устойчивость сельскохозяйственных культур к болезням и препятствует проникновению бактерий.

Одним из широко востребованных видов магниесодержащих продуктов является сульфат магния, применяемый в различных отраслях промышленности. Особенно сульфат магния используется в сельском хозяйстве, что обусловлено многофункциональной ролью магния в протекающих в растениях биохимических процессах и его влиянием на качество и урожайность продукции [7].

Методология исследования. Наиболее распространенным сырьем для получения сульфата магния является природный или каустический магнезит, брусит [8]. Беларусь не располагает собственными месторождениями брусита и магнезита, а экспорт этих руд повлечет возрастание себестоимости продукции. В то же время практически во всех странах СНГ, включая Узбекистан, имеются крупные месторождения доломита. Расчеты затрат для различных видов магниесодержащих минералов (брусит, магнезит и доломит) показывают, что при использовании доломита вклад сырьевой составляющей в себестоимость продукции на 25-30 % ниже.

В связи с этим изучен процесс сернокислотного разложения доломитной муки для получения серномагнезиевого удобрения. В данной работе исследован процесс сернокислотного разложения доломита Дехканабадского месторождения. При получении жидкого либо твердого сульфата магния реологические свойства пульп и растворов (вязкость и плотность) являются важнейшими характеристиками, определяющими их транспортабельность для подбора технологической схемы и оборудования. Плотность пульп – пикнометрическим методом с точностью измерений 0,05 отн. %, а кинематическую

вязкость - с помощью стеклянного капиллярного вискозиметра ВПЖ-1 с погрешностью 0,2 отн. % в интервале температур 20-80°C.

Анализ и результаты. В таблицах 1 и 2 приведены плотность и вязкость пульп и растворов в зависимости от нормы 40 %-серной кислоты и температуры процесса разложения доломита Дехканабадского месторождения, состава (вес. %): CaO - 26,53; MgO - 13,57; Fe₂O₃ - 0,261; Al₂O₃ - 0,19; SO₃ - 0,8; CO₂ - 35,64; н.о. - 0,56 с целью отделения нерастворимого осадка в течение 30 минут.

Показано, что с повышением нормы кислоты с 100% до 150% плотность пульпы и жидкой фазы постепенно снижается. Повышение температуры с 20°C до 80°C также приводит к снижению плотности пульпы и жидкой фазы.

Плотность пульпы с повышением нормы кислоты снижается с 1,444 г/см³ до 1,409 г/см³ при 20°C и с 1,410 г/см³ до 1,375 г/см³ при 80°C (табл. 1). Плотность жидкой фазы при этих условиях снижается с 1,431 до 1,403 г/см³ при 20°C и с 1,392 г/см³ до 1,362 г/см³ при 80°C (табл. 2).

А вязкость жидкой фазы с повышением нормы кислоты снижается с 4,972 сПз до 3,430 сПз. При норме кислоты 110% с повышением температуры вязкость жидкой фазы уменьшается с 4,850 до 1,756 сПз, при 140 %-ной норме с 4,030 до 1,459 сПз.

Нерастворимые остатки продуктов разложения доломита серной кислотой являются нежелательными компонентами, приводящими к забивке трубопроводов, аппаратуры, грануляторов.

Таблица 1

Влияние нормы 40 %-ной серной кислоты и температуры на плотность пульп при разложении доломита

Норма серной кислоты, %	Плотность, г/см ³			
	20°C	40°C	60°C	80°C
100	1,444	1,424	1,414	1,410
105	1,443	1,423	1,413	1,409
110	1,443	1,423	1,413	1,409
115	1,439	1,419	1,409	1,405
120	1,435	1,415	1,405	1,401
125	1,431	1,411	1,401	1,397
130	1,427	1,406	1,396	1,392
135	1,423	1,403	1,393	1,389
140	1,419	1,399	1,390	1,386
145	1,415	1,395	1,386	1,382
150	1,409	1,389	1,379	1,375

Таблица 2

Влияние нормы 40 %-ной серной кислоты и температуры на плотность растворов из продуктов разложения доломита

Норма серной кислоты, %	Плотность, г/см ³				Вязкость, сПз			
	20°C	40°C	60°C	80°C	20°C	40°C	60°C	80°C
100	1,431	1,418	1,405	1,392	4,972	3,030	2,064	1,800
105	1,428	1,414	1,400	1,386	4,920	2,999	2,042	1,781
110	1,426	1,411	1,397	1,383	4,850	2,956	2,013	1,756
115	1,425	1,410	1,396	1,382	4,790	2,919	1,988	1,734
120	1,424	1,409	1,395	1,381	4,710	2,870	1,954	1,705
125	1,423	1,408	1,394	1,379	4,580	2,791	1,900	1,658
130	1,421	1,406	1,391	1,376	4,420	2,740	1,830	1,600
135	1,416	1,401	1,386	1,371	4,240	2,628	1,755	1,535
140	1,410	1,395	1,380	1,365	4,030	2,498	1,668	1,459
145	1,406	1,391	1,376	1,363	3,750	2,324	1,552	1,358
150	1,403	1,389	1,375	1,362	3,430	2,126	1,419	1,242

Поэтому следующим этапом исследований явилось изучение процесса осветления продуктов 100 %-ного сернокислотного разложения доломита путем отстаивания и фильтрации при 20°C. Процесс отстаивания пульп проводили в мензурке с калибровкой. На рисунке 1 приведены данные по осаждению из сернокислых пульп крупных частиц доломита.

Из неё видно, что крупные частицы неразложенного доломита оседают достаточно быстро и через 3 минуты достигается степень осаждения 100%. Степень осаждения 98% достигается через 100 секунд.

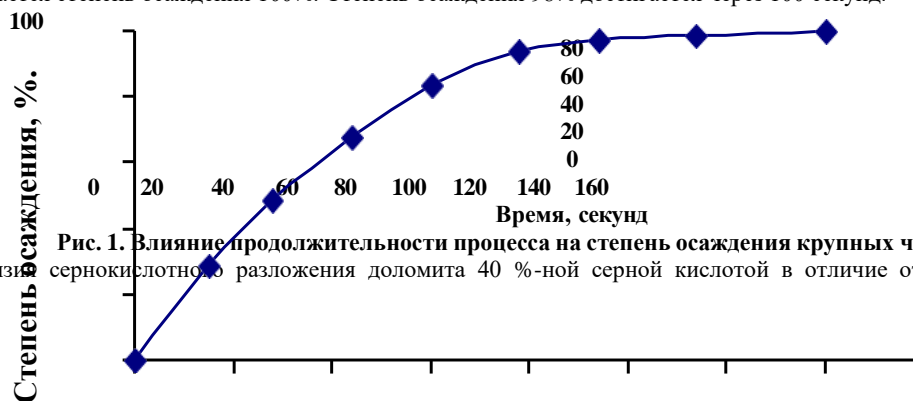


Рис. 1. Влияние продолжительности процесса на степень осаждения крупных частиц доломита.

Суспензия сернокислотного разложения доломита 40 %-ной серной кислотой в отличие от крупных частиц доломита

оседает очень медленно и через 120 минут степень осветления достигает 86,83% (рис. 2).



Рис. 2. Влияние продолжительности процесса на степень осветления продуктов разложения доломита серной кислотой.
 Так, в первые 50 минут осветление протекает очень медленно и степень осветления составляет 12,66%. Затем скорость осветления увеличивается, а после 100 минут скорость осветления начинает замедляться (рис. 3).

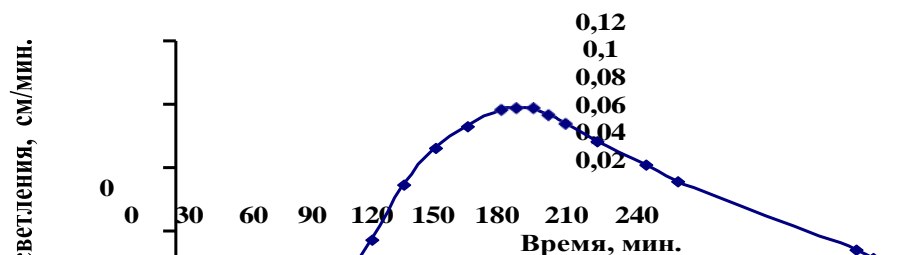


Рис. 3. Влияние продолжительности на скорость осветления продуктов разложения доломита серной кислотой.
 Скорость фильтрации продуктов разложения доломита при разрежении 300 мм. рт. ст. изучили для различных температур и норм 100 %-ной серной кислоты. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3
 Влияние технологических параметров на скорость фильтрации продуктов сернокислотного разложения доломита

№	Норма H ₂ SO ₄ , %	Т, °С	Скорость фильтрации, кг/м ² ·ч		
			по пульпе	по твердой фазе	по фильтрату
R = 0 мм					
1	100	20	770,75	3,79	766,96
		40	1107,88	5,44	1102,44
		60	1190,79	5,85	1184,94
2	105	20	801,73	3,78	797,95
		40	1152,42	5,43	1146,99
		60	1238,65	5,83	1232,82
3	110	20	820,42	3,73	816,69
		40	1179,30	5,36	1173,94
		60	1267,52	5,77	1261,75
R = 0,1 мм					
4	100	20	184,42	0,91	183,51
		40	300,56	1,48	299,08
		60	349,57	1,72	347,85
5	105	20	191,84	0,90	190,94
		40	312,64	1,47	311,17
		60	363,63	1,71	361,92
6	110	20	191,82	0,87	190,95
		40	319,93	1,46	318,47
		60	372,10	1,69	370,41

Показано, что с повышением температуры пульпы с 20 до 60°C скорости фильтрации по пульпе, фильтрату и влажной твердой фазе увеличиваются. Так, при 100 %-ной норме кислоты скорость фильтрации по пульпе повышается с 770,75 кг/м²·ч при 20°C до 1190,79 кг/м²·ч при температуре 60°C.

Повышение нормы серной кислоты со 100% до 110%-ной нормы приводит к незначительному увеличению скорости фильтрации. Так, при температуре 60°C скорость фильтрации по жидкой фазе повышается с 1184,94% при норме 100% до 1261,75 кг/м²·ч при норме 110%. Создание подушки из нерастворимых остатков толщиной 0,1 мм приводит к резкому снижению скорости фильтрации по пульпе, фильтрату и влажной твердой фазы. В любом случае, пульпы и жидкие фазы обладают достаточной текучестью.

Из данных следует, что оптимальными технологическими параметрами процесса фильтрации сернокислотной пульпы из доломита являются: норма серная кислоты - 100% и температура процесса – 40-60°С.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность получения прозрачных сернокислых растворов из доломита Дехканабадского месторождения. Для получения максимальной концентрации по сульфату магния необходимо 40 %-ная серная кислота при ее норме 100-110% от стехиометрии, температура - 40°С и продолжительность разложения - 30 минут

Выводы и предложения. Магний также помогает культурам вырабатывать витамин А и витамин С, тем самым улучшая качество таких культур, как фрукты и овощи. Сельскохозяйственный сульфат магния может не только повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и улучшить вкусовые качества сельскохозяйственных культур. Одновременное применение сульфата магния также способствует усвоению культурами кремния и фосфора. Поскольку магний является компонентом хлорофилла и пигмента и единственным металлическим элементом в молекуле хлорофилла, магний может стимулировать фотосинтез и способствовать образованию углеводов, белков и жиров. Магний является активатором сотен ферментов, а сера необходима для синтеза аминокислот, белков, целлюлозы и ферментов в сельскохозяйственных культурах.

Список литературы:

1. Umarov Sh.I., Mirzakulov Kh.Ch., Abdurakhmanov B.M., Zulyarova N.Sh. Research of the Process of Processing of Nitrogen Sulfate Solutions for Enhancing the Phosconcentrate of Central Kyzylkum to Liquid Fertilizers. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 5, Issue 5, May 2018. [ISSN: 2350-0328] pp. 5706-5710. India.
2. Патент № IAP 05606 (UZ). Способ получения жидкого азотно-кальциевого удобрения. Х.Ч. Мирзакулов, И.И. Усманов, С.А. Холмунинов, Г.Э. Меликулова. Оpubл. 29.06.2018. Бюлл. № 6.
3. Б.М. Беглов, Ш.С. Намазов, А.Т. Дадаходжаев, Ш.Х. Юлдашев, Г.И. Ибрагимов. Нитрат кальция. Его свойства, получение и применение в сельском хозяйстве. – Ташкент. Мехнат, 2001. 191 с.
4. А. Гордиев, Б. Черняков. Некоторые аспекты продовольственной проблемы мира // Вопросы экономики. – Москва, 2001. - № 6. – С. 50-59.
5. Л.Ф. Мельников. Органоминеральные удобрения. Теория и практика их получения и применения. Санкт-Петербург: Изд-во политехн. университета, 2007. 305 с.
6. Б.М. Беглов, Ш.С. Намазов, Б.С.Закиров, М.О. Жуманова, Н.Х. Усанбаев. Органоминеральные удобрения на основе бурых углей.–Ташкент, 2018. –192 с.
7. А.Н. Гаврилюк, О.Б. Дормешкин, Г.Х. Черчес. Физико-химические особенности кислотного разложения доломита / // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2021. – Т. 57, № 1. – С. 109–118. <https://doi.org/10.29235/1561-8331-2021-57-1-109-118>.
8. Способ получения сульфата магния: пат. 2104936 РФ, МПК6 С 01 F 5/40 / К. Н. Овчинникова, З. Н. Попкова, Р. И. Уманский [и др.]. Оpubл. 20.02.1998.