

Вывод. Чечерский район находится в относительно благоприятной экологической обстановке, с минимальным количеством промышленных объектов, а те, которые имеются, в основном специализируются на лесной деятельности и сельском хозяйстве. Основную угрозу для родников представляют животноводческие комплексы и несанкционированные свалки бытовых отходов.

Список литературных источников

1. Капустин, В. В. Качество жизни: чистая вода из родника – полезный продукт / В. В. Капустин. – Минск : Энциклопедикс, 2019. – 98 с.
2. Краткая гидрологическая характеристика родников [Электронный ресурс] // Электронные графические данные. – Режим доступа: <http://samzan.ru/69882>. – Дата доступа: 20.02.2023.
3. Гидрогеохимическая характеристика водного объекта [Электронный ресурс] // Электронные графические данные. – Режим доступа: https://studopedia.ru/22_79923_gidrohimicheskaya-harakteristika-vodnogo-ob-ekta.html. – Дата доступа: 20.02.2023.

Способ переработки недопала извести в синтетический ангидрит сульфата кальция

Комаров М.А.

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь, takkom1995@gmail.com

Резюме. Перспективным способом утилизации недопала извести, образующегося в процессе промышленной водоподготовки, является переработка его в системе $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ на синтетический ангидрит сульфата кальция. Оптимальные технологические параметры процесса позволяют получать ангидрит со степенью чистоты не менее 97,5 мас. % и средним размером частиц в 20 мкм и призматической формой кристаллов.

Method for the processing of lime mud into synthetic anhydrite of calcium sulfate

Komarov M.

Summary. A promising way of utilizing the lack of lime formed in the process of industrial water treatment is its processing in the $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ system into synthetic calcium sulfate anhydrite. The optimal technological parameters of the process make it possible to obtain anhydrite with a purity of at least 97.5 wt. % and an average particle size of 20 μm and a prismatic crystal shape.

Для питьевого водоснабжения вода может забираться из подземных или поверхностных источников. В качестве подземных источников чаще всего рассматриваются водоносные горизонты. Воды в них характеризуются преимущественно повышенным содержанием железа, марганца, мышьяка в зависимости от состава пород, в которых они расположены [1]. Поверхностные воды являются наиболее загрязненными. Очистка от них в большинстве случаев осуществляется коагуляцией [2, 3], при которой образуется два отхода: осадок коагуляции и недопал извести.

Для коагуляции природных вод используются железо и алюминий содержащие коагулянты. Для повышения эффективности коагуляции и связывания углекислого газа дополнительно вводят известь. При хранении извести происходит ее «старение» – часть ее гидратируется под воздействием атмосферной влаги, а также происходит поглощение углекислого газа с образованием карбоната кальция. Вследствие этого при приготовлении растворов для коагуляции образуется нерастворимый осадок – недопал извести [4]. Для данного отхода наиболее распространенным методом использования, предлагаемым в литературе, является термическая регенерация [5] с получением негашеной извести (CaO).

Ранее на кафедре химической технологии вяжущих материалов БГТУ были проведены исследования по получению синтетического дигидрата [6, 7] и ангидрита сульфата кальция [8, 9] сернокислотным воздействием на карбонат содержащие материалы. Результаты проведенных исследований показали, что недопал извести является перспективным сырьевым материалом для получения синтетического ангидрита в системе $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ [10] за счет своего химического состава: $\text{Ca}(\text{OH})_2 - 22,2$ мас. %; $\text{CaCO}_3 - 61,1$ мас. %; $\text{CaO} - 13$ мас. %; влажность 3,7 мас. %.

Синтез ангидрита сульфата кальция включает следующие этапы:

- прием исходного сырья;
- приготовление суспензии недопала извести;
- разложение недопала извести серной кислотой;
- старение полученной суспензии ангидрита сульфата кальция;
- выделение ангидрита сульфата кальция путем центрифугирования;
- отправление фильтрата в емкость-накопитель для дальнейшего использования:

повторно в технологическом цикле, в сельском хозяйстве в качестве почвоулучшающих добавок [11] либо для повторного использования в технологическом цикле с предварительной подготовкой [12].

Установленные оптимальные технологические параметры, значения которых приведены в таблице, позволяют получать ангидрит сульфата кальция со средними размерами частиц (сростки кристаллов) в 20 мкм и призматической формой кристаллов (рис. 1 а). Данный показатель оказывает максимальное влияние на прочностные характеристики получаемого ангидритового цемента на основе синтетического ангидрита сульфата кальция.

Таблица – Оптимальные технологические параметры получения синтетического ангидрита сульфата кальция

Технологический параметр	Значение
Массовое отношение «Твердое: Жидкое» при приготовлении суспензии	1:6
Расход кислоты, л/л суспензии	0,65
Скорость вращения мешалки, об/мин	300
Температура суспензии недопала извести, °С	25
Количество флокулянта, мас. % от массы недопала извести	0,4
Продолжительность стадии сгущения, мин	120
Продолжительность стадии старения, мин	30

Оптимальные технологические параметры позволяют получать синтетический ангидрит со степенью чистоты не менее 97,5 мас. % (рис. 1 б) по основному веществу (CaSO_4), из-за чего можно отнести синтетический ангидрит сульфата кальция к гипсовому сырью I сорта.

Синтез из недопала извести в системе $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ ведется при температуре 25 °С, в то время как традиционная технология получения ангидрита проводится обжигом природного гипсового камня при температуре 800–1000 °С (РФА и микрофотография представлены на рисунке 1 в и 1 г).

Как видно из микрофотографии, представленной на рис. 1 а, что средние размеры образующихся частиц превышают размеры термического ангидрита. Этот показатель является ключевым для получения ангидритового цемента с более высокими прочностными показателями чем у ангидритового цемента, полученного термическим способом.

Таким образом недопал извести является перспективным сырьем для получения ангидрита сульфата кальция с высокой степенью чистоты и значительно меньшими энергетическими затратами на его производство в сравнении с традиционными термическими технологиями.

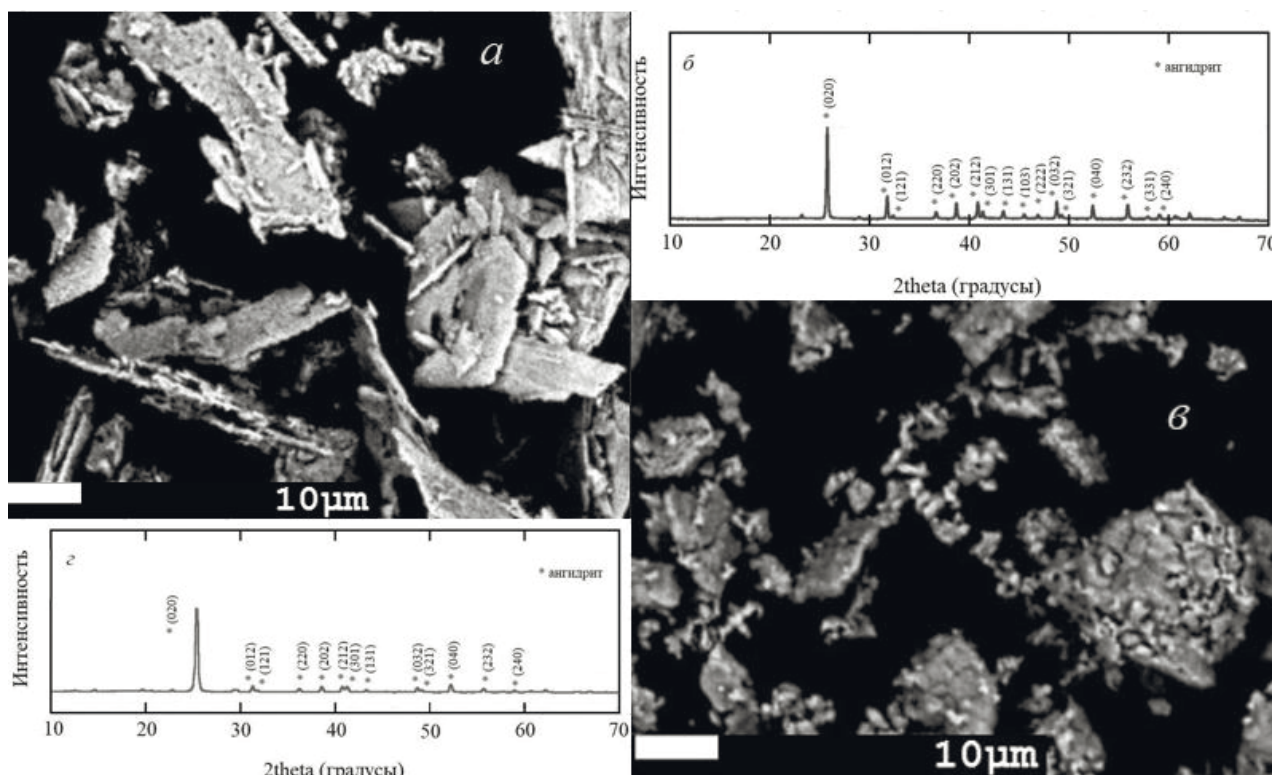


Рисунок 1 – Характеристики ангидритов

а – микрофотография синтетического ангидрита; б – рентгенограмма синтетического ангидрита;
в – микрофотография термического ангидрита; г – рентгенограмма термического ангидрита

Список литературных источников

1. Романовский, В. И. Анализ загрязнений источников питьевого водоснабжения в Республике Беларусь / В. И. Романовский // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2014. – № 2. – С. 65–67.
2. Ланина, Т. Д. Очистка поверхностных вод с высокой цветностью в условиях низких температур / Т. Д. Ланина, С. Н. Донин, Е. С. Силиванова // Водоочистка. Подготовка. Водоснабжение. – 2015. – № 10. – С. 42–51.
3. Сивков, А. Л. Результаты природоохранной деятельности ОАО «Генерирующая компания» за 2005 год / А. Л. Сивков // Энергетика Татарстана. – 2006. – № 3. – С. 83–91.
4. Романовский, В. И. Проблемы утилизации отходов водоподготовки и очистки сточных вод в Беларуси / В. И. Романовский, А. А. Федоренчик, А. Д. Гуринович // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2011. – № 2 (68). – С. 66–69.
5. Концепция «Умный город»: научно-практические аспекты : монография / О. С. Голубова [и др.] ; под общ. ред. А. В. Губерта. – Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021. – 224 с.
6. Kamarou, M. Structurally controlled synthesis of synthetic gypsum derived from industrial wastes: sustainable approach / M. Kamarou, N. Korob, V. Romanovski // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2021. – Vol. 96, № 11. – P. 3134–3141. – DOI.10.1002/jctb.6865.
7. Gypsum and high quality binders derived from water treatment sediments and spent sulfuric acid: chemical engineering and environmental aspects / V. Romanovski [et al.] // Chemical Engineering Research and Design. – 2022. – Vol. 184. – P. 224–232. – DOI.10.1016/j.cherd.2022.06.008.
8. Romanovski, V. Green approach for low-energy direct synthesis of anhydrite from industrial wastes of lime mud and spent sulfuric acid / V. Romanovski, A. Klyndyuk, M. Kamarou // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2021. – Vol. 9, № 6. – P. 106711. – DOI.10.1016/j.jece.2021.106711.
9. Low energy synthesis of anhydrite cement from waste lime mud / M. Kamarou [et al.] // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2022. – Vol. 98, № 3. – P. 789–796. – DOI.10.1002/jctb.7284.

10. Low-energy technology for producing anhydrite in the $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ system derived from industrial wastes / M. Kamarou [et al.] // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. – 2021. – Vol. 96, № 7. – P. 2065–2071. – DOI.10.1002/jctb.6740.

11. Approaches for filtrate utilization from synthetic gypsum production / V. Romanovski [et al.] // Environmental Science and Pollution Research. – 2022. – DOI.org/10.1007/s11356-022-24584-3.

12. Романовский, В. И. Очистка промывных вод станций обезжелезивания с использованием отходов водоподготовки / В. И. Романовский, П. А. Клебеко, Е. В. Романовская // Вестник БрГТУ. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2018. – № 2 (104). – С. 90–92.

Направления утилизации фильтратов, образующихся при синтезе синтетического ангидрита из недопала извести

Комаров М.А.

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь, takkom1995@gmail.com

Резюме. При переработке недопала извести на синтетический ангидрит сульфата кальция в системе $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ образуется большое количество фильтрата. Перспективным направлением по его утилизации является его использование в качестве микроудобрения для растений за счет его химического состава, либо в качестве сырьевого компонента, замещающего воду при приготовлении суспензии недопала извести.

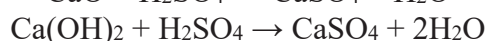
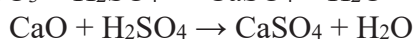
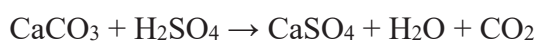
Directions for the disposal of filtrates formed during the synthesis of synthetic anhydrite from lime mud

Komarov M.

Summary. During the processing of lime mud for synthetic anhydrite sulfate, the content in the $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ system is a large amount of filtrate. A promising direction for its use is its use as a microfertilizer for plants due to its chemical composition, or as a raw material component that replaces water in the preparation of a suspension and does not burn lime.

Приоритетным направлением природоохранной деятельности является переработка отходов с получением новых материалов, которые могут в дальнейшем вновь использоваться в хозяйственном обороте. Ввиду этого все более актуальными становятся комплексные технологии переработки сырья [1] с замкнутым технологическим циклом.

Химический синтез в системе $\text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ [2] позволяет получать синтетический гипс [3] и синтетический ангидрит [4] высокого качества, которые являются перспективным сырьем для получения гипсовых вяжущих [5]. В процессе синтеза синтетического ангидрита [6] образуется 2 материальных потока: синтетический ангидрит и фильтрат. В технологическом цикле получения синтетического ангидрита [7] фильтрат образуется за счет взаимодействия разбавленной серной кислоты (концентрация 53 мас. %) с суспензией недопала извести, концентрацией 14,29 мас. %, а также в ходе протекания следующих химических реакций:



Фильтрат, образующийся в процессе синтеза ангидрита, имеет рН 0,47. С целью разработки устойчивой технологии для его нейтрализации использовали отход недопала извести. рН нейтрализованного фильтрата составил 7,34. Солесодержание данного фильтрата составило 5,52 г/л. Состав сухого остатка представлен в табл.