

Penosteklo granulari neft va gaz sanoatidagi metall uskunalar uchun ishonchli, uzoq muddatli va ekologik toza himoya vositasidir. Ularning issiqlikni yomon o'tkazish, suvni o'tkazmaslik va kimyoviy inertlik xususiyatlari O'zbekiston sharoitidagi yuqori namlik va agressiv muhitlarda korroziya xavfini keskin kamaytiradi.

Kelgusida ushbu materiallarni ishlab chiqarish va amaliyotga joriy etish orqali mamlakat sanoatida energiya tejamkorlik va texnologik barqarorlik darajasini oshirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. I. Yusupov, "Korroziyaga qarshi materiallar texnologiyasi," Toshkent: O'zbekiston Milliy universiteti, 2020.
2. S. Zhang et al., "Corrosion resistance of foam glass composites," *Materials Science Reports*, vol. 14, no. 6, 2023.
3. "Gaz sanoatida himoya materiallarining rivoji," *Neft va gaz texnologiyalari jurnali*, №5, 2022.
4. B. Abdug'aniyev, "Gazni qayta ishlash korxonalarida korroziya muammolari va ularni bartaraf etish," *O'zbekiston Energetika jurnali*, №2, 2023.

УДК 678.074

Францкевич В.С., Касперович А.В.,
Боброва В.В., Боровский Д.Н.
(Белорусский государственный
технологический университет)

АНАЛИЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТА

Введение. Модификация бентонита жирными кислотами – это ключевой процесс, который превращает его из гидрофильного в гидрофобный материал, значительно расширяя область его применения. Это происходит путем замены неорганических катионов на органические катионы или молекулы жирных кислот. Физические свойства бентонита определяются его уникальным слоистым строением и дисперсным составом. Исходя из гранулометрического состава (дисперсности) его можно охарактеризовать как ультрадисперсный материал с размер частиц преимущественно меньше 2 мкм (монтмориллонитовая фракция), но при этом с широким фракционным составом (от наноразмерных частиц до 50-100 мкм).

Изменение фракционного состава бентонита после модификации жирными кислотами – это сложный процесс, который зависит от

технологии модификации и может проявляться в нескольких направлениях. Основным эффектом изменения фракционного состава является агломерация и увеличение размера частиц. Механизм агломерации следующий: гидрофобные органические «хвосты» жирных кислот взаимодействуют между собой, образуя гидрофобные мостики между частицами. Частицы объединяются в более крупные агрегаты, в результате происходит уменьшение содержания фракции менее 20 мкм и увеличение фракций 20-50 мкм и 50-100 мкм с появлением агломератов размером 100-200 мкм. Последующая сушка технологической добавки также оказывает влияние на изменение гранулометрического состава. Так, при распылительной сушки образуются сферические гранулы размером 20-200 мкм, а при использовании барабанных сушилок – плотные комки размером 1-10 мм которые требуют дальнейшего помола.

Нежелательная агломерация (слеживаемость) – это основная проблема, с которой сталкиваются при производстве и хранении тонкодисперсного органо-бентонита. Основными причинами являются межчастичные силы Ван-дер-Ваальса. Силы притяжения между мелкими частицами очень велики. Чем мельче помол, тем сильнее выражена эта тенденция.

Остаточная влага или поглощенная из воздуха вода также может образовывать «мостики» между частицами, прочно связывая их. Хотя органо-бентонит гидрофобен, он не абсолютно влагостоек. При неправильном хранении (высокая температура) органические цепи жирных кислот могут размягчаться и действовать как клей, скрепляя частицы. Во время помола и транспортировки частицы накапливают статическое электричество, что способствует их слипанию.

Актуальность исследований гранулометрического состава модифицированного бентонита обусловлена его ключевым влиянием на функциональные свойства и эффективность применения в современных технологиях. Например, для полимерных композитов размер частиц определяет степень экфолиации и диспергирования в полимерной матрице. Крупные агломераты (>50 мкм) создают точки напряжения и ухудшают механические свойства.

Исследования гранулометрического состава модифицированного бентонита являются ключевым элементом в создании новых материалов с заданными свойствами. Они позволяют существенно улучшить эксплуатационные характеристики продуктов, снизить материалоемкость и энергозатраты, расширить области применения бентонитовых материалов, создать конкурентоспособную продукцию с высокой добавленной стоимостью.

Основная часть. Исследования гранулометрического состава технологической добавки на основе бентонита выполняется в рамках

отдельного проекта Министерства образования «Разработка рецептур эластомерных композиций различного назначения, содержащих технологически активную добавку многофункционального действия на основе природного сырья, и отработка технологических режимов изготовления резинотехнических изделий на их основе» с целью получение научно обоснованных предложений по выбору рационального способа воздействия на материал для получения продукта требуемой дисперсности с минимальными энергозатратами.

Анализ гранулометрического состава исходного продукта проводился путем обработки данных, полученных методом сканирующей электронной микроскопии на микроскопе JEOL JSM-5610 LV в Центре физико-химических методов БГТУ. В виду гидрофобности материала и интенсивного образования агломератов лазерный анализ размеров частиц и ситовой рассев не дали положительных результатов.

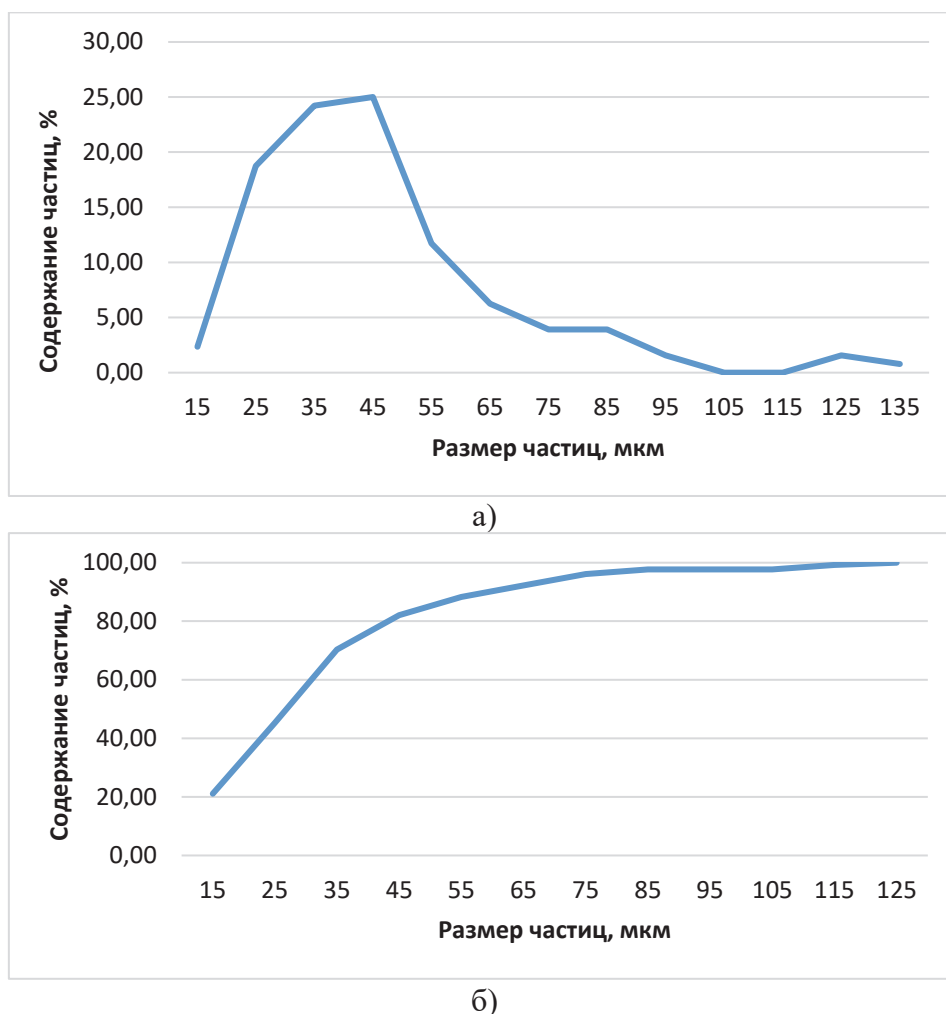


Рисунок 1 – Частная (а) и суммарная (б) характеристики крупности исходного продукта

Согласно рисунку 1 (а) доминирующими фракциями являются

- 20-30 мкм – 15,79% (максимальная концентрация)
- 50-60 мкм – 14,04%
- 30-40 мкм – 12,28%
- 40-50 мкм – 11,40%

При этом распределение по фракциям следующее (рис. 1, б):

- Мелкая фракция (<20 мкм) – 10,52%
- Средняя фракция (20-80 мкм) – 65,78%
- Крупная фракция (>80 мкм) – 23,70%

Общая характеристика представленной добавки с точки зрения гранулометрического состава следующая: порошок относится к мелко-дисперсной фракции, основная масса частиц сосредоточена в диапазоне 20-60 мкм (53.5%) с преобладанием частиц среднего размера.

Усредненное кумулятивное распределение следующее:

- $d_{10} \approx 25$ мкм (10% частиц мельче этого размера)
- $d_{50} \approx 45$ мкм (медианный размер – 50% частиц мельче)
- $d_{90} \approx 85$ мкм (90% частиц мельче этого размера)

По коэффициенту неоднородности порошка $U = d_{60}/d_{10} \approx 65/25 \approx 2,6$ его можно отнести к умеренно-неоднородному ($U < 5$ – считается достаточно однородным).

Исходя из гранулометрического состава технологической добавки на основе модифицированного жирными кислотами бентонита, она подходит в качестве наполнителя для полимерных композитов и компонентов красок и покрытий, сорбционных материалов, с рядом ограничений – для высококачественных полимерных композитов желательнее больше частиц с размером менее 20 мкм, для некоторых сорбционных применений требуется более узкое распределение.

Необходимо отметить, что органолептический анализ порошка показал, что основная масса крупных фракций (более 50 мкм) представляют собой не отдельные частицы, а легко разрушаемые агломераты. Анализ гранулометрического состава добавки после незначительного механического воздействия на агломераты показал его улучшение: d_{10} снизился до 18 мкм, медианный размер до 32 мкм, а d_{90} до 52 мкм. При этом коэффициент неоднородности уменьшился на 24 % до 2,1.

Выводы. Гранулометрический состав бентонита до и после модификации жирными кислотами являются критически важными и напрямую влияет на эффективность процесса модификации и конечные свойства продукта. Причем можно выделить два аспекта: требования к исходному бентониту и к модифицированному. Требования к гранулометрии исходного бентонита (перед модификацией) составляют

исходя из условия обеспечения максимальной эффективности взаимодействия между частицами бентонита и молекулами модификатора, которые достигаются высокой степенью дисперсностью и тонким помолом. Требования к гранулометрии модифицированного бентонита формируются для обеспечения оптимальных функциональных свойств в конечном применении и сильно зависят от области применения.

Таким образом, дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния различных способов диспергирования технологически активной добавки на ее гранулометрический состав, форму получаемых частиц и удельную поверхность материала с целью получения научно обоснованных предложений по выбору рационального способа механического воздействия на материал для получения продукта требуемой дисперсности.