

УДК 621.74

## СТРУКТУРА АКТИВИРОВАННЫХ БЕНТОНИТОВЫХ СВЯЗУЮЩИХ

Д. М. КУКУЙ<sup>1</sup>, И. Б. ОДАРЧЕНКО<sup>2+</sup><sup>1</sup> Белорусская государственная политехническая академия, пр. Ф. Скорины 65, 220027 г. Минск, Беларусь.<sup>2</sup> Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, пр. Октября 48, 246746 г. Гомель, Беларусь.

*Для установления механизма процесса активации бентонита в ходе модифицирования и гидромеханической обработки суспензии исследовалась структура минерала, модифицированного синтетическими водорастворимыми высокомолекулярными соединениями (СВВС). Установлено влияние параметров дисперсности минерала и свойств полимерной фазы на связующую способность бентонитовых суспензий.*

### Введение

Качество бентонитовых связующих для сырых песчано-глинистых формовочных смесей определяется способностью его частиц к образованию физико-химических связей ( $n$ ) и характером этих связей ( $F$ ) в коагуляционно-дисперсных и конденсационных структурах. При этом связующая способность характеризуется прочностью структуры ( $P$ ) и определяется выражением:

$$P = kFn^{2/3},$$

где  $k$  – константа;  $F$  – сила сцепления в контакте;  $n$  – число контактов.

Существует три принципа повышения качества связующего: за счет увеличения  $n$  (регулирование дисперсности), изменения  $F$  (регулирование физико-химических сил взаимодействия) и  $n$  и  $F$  одновременно. К сожалению, традиционная активация формовочных бентонитов  $\text{Na}^+$ -содержащими реагентами реализует только принцип повышения дисперсности минерала (показатель  $n$ ), который уже исчерпал свои возможности на высокосортном щелочноземельном сырье и малоэффективен или вовсе неоправдан в случае активации средне- и низкосортного сырья.

### Постановка задачи

Поэтому был предложен и исследован новый эффективный способ активации низкосортного бентонита, заключающийся в модифицировании минерала синтетическими водорастворимыми высокомолекулярными соединениями (СВВС) при гидромеханической обработке суспензий [1, 2]. Он реализует третий из обозначенных принципов.

### Методы исследований

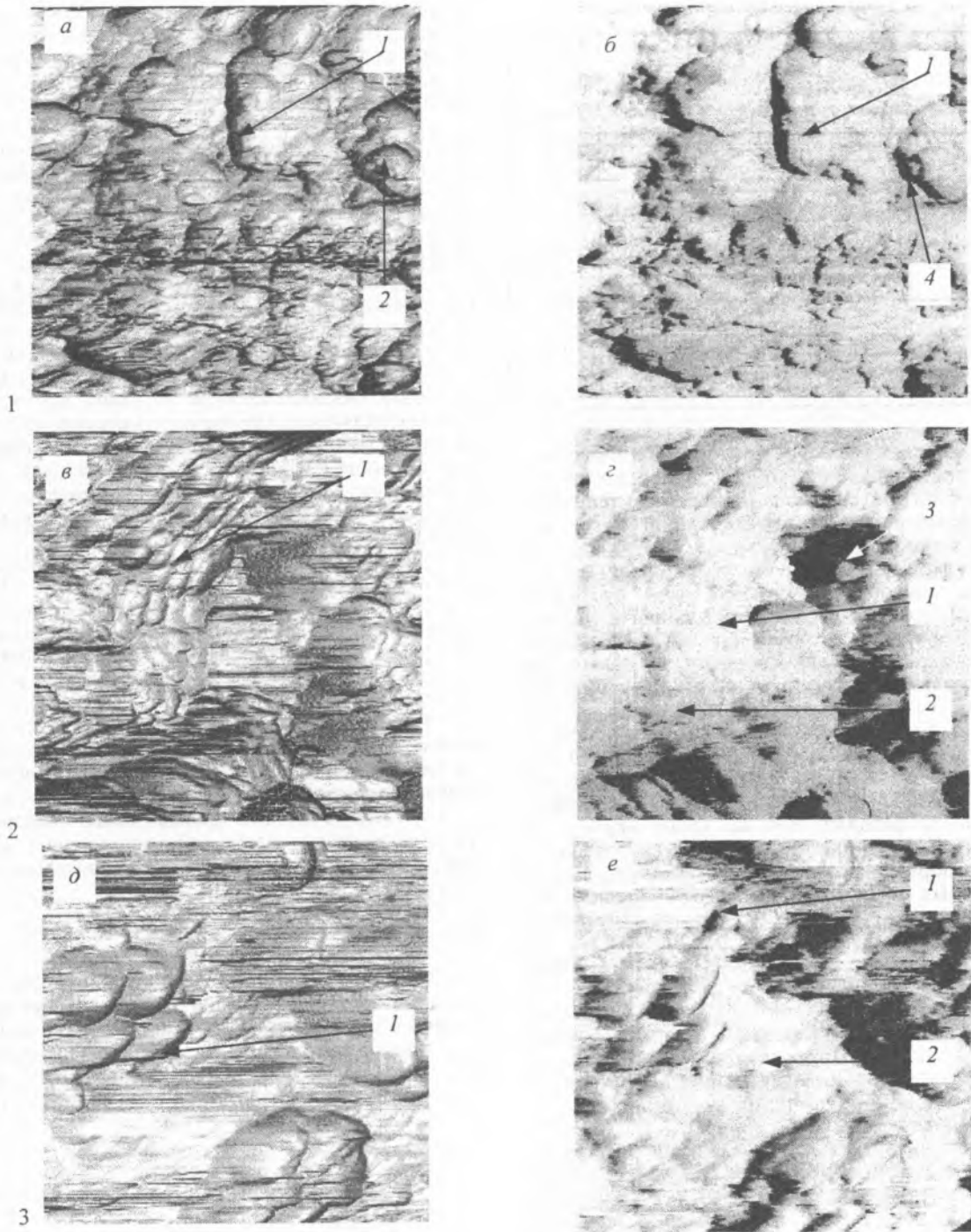
Данная работа посвящена исследованию механизма активации. Для изучения механизма активационных процессов на установке «НАНОТОП-203» были исследованы структуры наиболее эффективных составов суспензий, модифицированных реагентами «Лигнопол» (рисунок,  $d, e$ ) и «ГиПАН» (рисунок,  $в, з$ ), а также исходной бентонит Дашуковского месторождения (рисунок,  $a, б$ ). Последняя принималась в качестве эталона при анализе структурных изменений в связующем, вызванных комплексным действием модификаторов и активацией.

### Результаты исследований и их обсуждение

Исследовался микрорельеф участков образцов размером  $7 \times 7$  мм. Визуализация и последующая компьютерная обработка базы данных получена на атомно-силовом микроскопе (АСМ) при сканировании поверхности всех образцов (рисунок), подвергшихся гидромеханической активации, позволили установить следующее.

В сравнении с данными топографии эталонного образца микрорельеф поверхности полимермодифицированных связующих выглядит более равномерным и пологим (рисунок,  $a, в, d$ ). Соответствующие снимки поверхностей связующего, модифицированного 0,6 мас.% реагента «Лигнопол» и 0,4 мас.% реагента «ГиПАН», характеризуются равномерной дисперсностью частиц в плоскости сканирования, без наличия крупных минеральных агрегатов. При этом границы отдельных частиц (поз. 1) в сравнении с образцом 1 (рисунок,  $a, б$ ) имеют более плавные и сглаженные очертания.

+ Автор, с которым следует вести переписку.



АСМ-изображения поверхности образцов (7×7 мкм): а, б – образец 1 (исходный бентонит), в, г – образец 2 (модифицированный «ГиПАН»), д, е – образец 3 (модифицированный «Лигнопол»); а, в, д – топография (1 – граница дисперсной фазы, 2 – агрегированная частица); б, г, е – изображение фазового контраста (1 – минеральная фаза, 2 – минерал, покрытый полимерным слоем, 3 – отдельные полимерные включения, 4 – неминеральные включения)

Напротив, на поверхности обработанного исходного бентонита наблюдаются частицы мелкого, среднего и крупного размеров. Причем крупные представляют агрегированную форму минерала (поз. 2, рисунок, а). Границы всех частиц на этих снимках выглядят более контрастно.

Отмеченные особенности поверхности образцов 1–3 свидетельствуют о влиянии модифицирования на процессы коагуляционного структурообразования и, в первую очередь, на параметры дисперсности минеральной фазы. В этой связи по-

строение профилей перпендикулярных сечений поверхности образцов, а также последующий расчет и анализ геометрических параметров высот и площадей микрорельефа подтвердили обнаруженные отличия и показали, что применение полимерных модификаторов способствует формированию более высокой (размеры частиц) и равномерной дисперсности частиц бентонита и ее стабилизации.

Анализ данных, представленных в таблице, свидетельствует о прямой зависимости свойств суспензии и формовочных смесей от структуры и

Параметры дисперсности бентонита и его свойства

Структура минерала и условия ее получения	Среднеарифметический размер частиц в плоскости сканирования, нм	$K = S_{пол}/S_{ном}$	Структурная прочность суспензии, Па	Прочность смеси на сжатие, кПа
Исходный бентонит	1476,0	1,390	116	84
Бентонит, модифицированный 0,4 мас % реагента «ГиПАН»	753,1	1,300	165	116
Бентонит, модифицированный 0,6 мас % реагента «Лигнопол»	826,4	1,290	207	137

геометрических размеров бентонитовых частиц.

В частности, повышение дисперсности частиц бентонита в связующей суспензии благоприятно влияет на прочностные свойства как связующего, так и смеси.

Однако, данный параметр не определяет связующую способность бентонитовой суспензии. Это подтверждают свойства связующего, соответствующего структурам образцов 2 и 3. Имея более высокие параметры дисперсности, суспензия, модифицированная реагентом «ГиПАН», обладает меньшей связующей способностью.

Этот факт, а также стабилизация дисперсности полимерсодержащих суспензий косвенно подтверждают проявление полимерных структурирующих механизмов, образование которых зафиксировано на фазовых снимках (рисунок, б, г, е). Анализ снимков показал, что видимые изменения рельефа образцов сопровождаются образованием полимерных соединительных слоёв, предположительно адсорбирующихся на поверхности минерала (поз. 3) и сглаживающих границы частиц. Соединительные слои на снимках изображены в виде неравномерного фона в более тёмных тонах (рисунок, г, е, поз. 2), которые образуются в результате изменения проницаемости сканирования данных участков. По сравнению с проницаемостью чистого бентонитового минерала они характеризуют полимерную природу материала. Тем самым подтвердилось наличие полимерных структур и был установлен характер расположения их в модифицированных СВВС коагуляционно-дисперсных системах. Для структур, модифицированных реагентом «Лигнопол» и «ГиПАН» характерно общее равномерное распределение полимерной фазы на поверхности образца с более высокой концентрацией полимера на границе кон-

такта частиц (рисунок, г, е, поз. 2). Кроме того, в этих структурах наблюдаются отдельные крупные полимерные включения (поз.3), что свидетельствует о неравномерности распределения модификатора по всему объёму суспензии.

На аналогичных фазовых снимках исходного минерала (рисунок, а) встречаются лишь разрозненные инородные включения (поз. 2), имеющие высокую (в сравнении с минералом) сканирующую проницаемость. Она сопоставима с проницаемостью полимерных включений, но по условиям проведения эксперимента никак не связана с последними.

Характер взаимодействия бентонита и полимера исследовался с помощью методов ИК-спектроскопии. Было установлено, что макромолекулы полимера закрепляются на адсорбционных поверхностях и в гидратных слоях соседних частиц минерала, взаимодействуя с ними свободными функциональными группами и связывая основной углеводородной цепью. При этом модифицирующие свойства СВВС зависят от химической активности функциональных групп макромолекул, а образование связей глина-полимер протекает по двум схемам.

Первая – соответствует хемосорбционному механизму взаимодействия. Функциональные группы –  $\text{COONH}_2$ , –  $\text{COONa}$ , –  $\text{CN}$  образуют химические связи с  $\text{OH}$  группами алюмоокислородного слоя ( $\text{Al-OH-Al}$ ) и атомами кислорода кремнекислородной поверхности ( $\text{O-Si-O}$ ), что подтверждается наличием пика в области  $3625 \text{ см}^{-1}$ .

Вторая – соответствует молекулярному механизму. Указанные группы СВВС образуют более слабую связь с –  $\text{OH}$  группами гидратных слоев минерала (присутствие пика в области  $3436 \text{ см}^{-1}$ ).

Установлено, что превалирование того или иного механизма взаимодействия зависит от параметров гидромеханических и гидротермальных воздействий на систему.

## Выводы

Повышение эксплуатационных свойств связующих бентонитов в ходе активации суспензий связано с изменением дисперсности частиц минерала и дополнительного их взаимодействие с полимерной фазой. Характер этих изменений определяется составом и режимами активационной обработки [1].

## Литература

1. Кукуй Д. М., Одарченко И. Б. Механохимическая активация бентонитовых суспензий // Литье и металлургия. М.: БелОЛИМ (1998), № 1, 27–29
2. Одарченко И. Б. Структура бентонитовых суспензий активированных в условиях гидромеханической обработки. Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 1 (2000)

Koukoui D. M., Odartchenko I. B.  
Structure of activated bentonite binders.

To establish mechanism of bentonite activation at its modification and hydromechanical processing of the suspension, structure of the mineral modified with synthetic water-soluble high-molecular compounds has been studied. It was revealed that the mineral dispersion and the polymer phase properties influence on the binding ability of the bentonite suspensions.

Поступила в редакцию 18.09.2000.

© Д. М. Кукуй, И. Б. Одарченко, 2000.