

## ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГІДРАТАЦІЇ $C_2S$ , $C_3S$

**Д**ля виконання досліджень з метою вивчення процесу гідратації від моменту замішування водою до одного року були використані мінерали  $C_3S$  та  $C_2S$ . Для цього було застосовано електронно-мікроскопічний аналіз методом пластових реплік.

Дослідження реплік показали, що відкол  $C_2S$  являє собою окремі щільно упаковані зерна невизначеної форми. На зразках  $C_2S$ , гідратованого до 30 хв, змін на поверхні відколу не виявлено. Через одну годину (рис. 1, а) на зернах з'являються горбики розміром до 40 А, кількість і розмір яких різко збільшуються до чотирьох годин гідратації (рис. 1, б).

Найчіткіше мікроструктура каменю  $C_2S$  виявляється у віці 28 діб (рис. 2). У цьому віці вона складається з окремих шарів, які з'єднуються в блоки.

З віком твердіння каменю  $C_2S$  відбувається процес збиральної рекристалізації, у результаті якого голчасті кристали спочатку збираються у дрібні, а потім у крупні кристали. Подальше ущільнення призводить до утворення моноліту (рис. 3), що сприяє підвищенню міцності  $C_2S$ .

Таким чином, дослідження свідчать про наявність новоутворень за умов реакції  $C_2S$  з водою. Таким новоутворенням є  $C_2SH_2$ , який впродовж усього періоду гідратації сприяє процесу збиральної рекристалізації й утворенню щільної та міцної мікроструктури.

Відкол негідратованого  $C_3S$  являє собою окремі щільно упаковані зерна злегка округлої форми.

Через 10 с витримання  $C_3S$  у воді на більшій частині його поверхні з'являються центри кристалізації новоутворень у вигляді окремих горбиків.

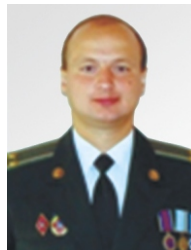
При подальшому витриманні  $C_3S$  у воді збільшення розміру горбиків відбувається дуже швидко (рис. 4).

За рахунок нашарування голчастих кристалів утворюються окремі кристалоагрегати. У разі дотикання кристалоагрегатів відбувається поступове зрощування їх і утворення шару. Шари, орієнтовані в одному напрямку, утворюють блоки.



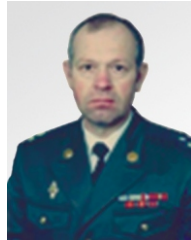
**І.І. Ніконець**

Національна академія сухопутних військ імені П. Сагайдачного, НДЛ аналізу і прогнозування надзвичайних ситуацій, к.т.н.



**І.М. Мартинюк**

Національна академія сухопутних військ імені П. Сагайдачного, НДЛ аналізу і прогнозування надзвичайних ситуацій, к.б.н.



**Є.М. Шматов**

Національна академія сухопутних військ імені П. Сагайдачного, НДЛ аналізу і прогнозування надзвичайних ситуацій



**О.М. Стадійчук**

Національна академія сухопутних військ імені П. Сагайдачного, НДЛ аналізу і прогнозування надзвичайних ситуацій, к.х.н.

До року камінь  $C_3S$  складається з ущільненої маси і пор (рис. 5). Пори заповнені кристалами гідрооксиду кальцію у вигляді подовжених призм, а ущільнена маса сформована з окремих блоків-агрегатів.

Кожний блок-агрегат складається з окремих шарів, а кожний шар – із паралельно орієнтованих голчастих кристалів – гідросилікатів кальцію.

Порівнюючи дослідження гідратації основних клінкерних мінералів, можна дійти висновку, що первинний період гідратації  $C_3S$  аналогічний первинному періоду гідратації  $C_2S$ , однак процес протікає значно швидше.

Обидва процеси проходять на поверхні початкової фази, яка в подальшому визначає мікроструктуру каменю.





Рис. 1. Мікрофотографія репліки з поверхні  $C_3S$  після перебування у воді протягом однієї години (а) та протягом чотирьох годин (б)

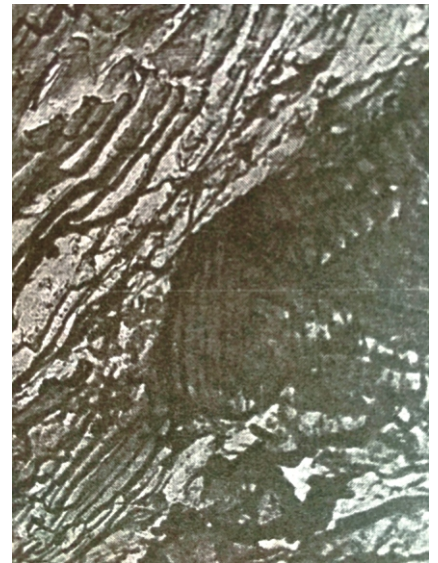


Рис. 2. Мікрофотографія репліки зі сколу каменю  $C_2S$ , який тверднув у воді 28 діб



Рис. 3. Мікрофотографія репліки зі сколу каменю  $C_2S$ , який тверднув у воді один рік

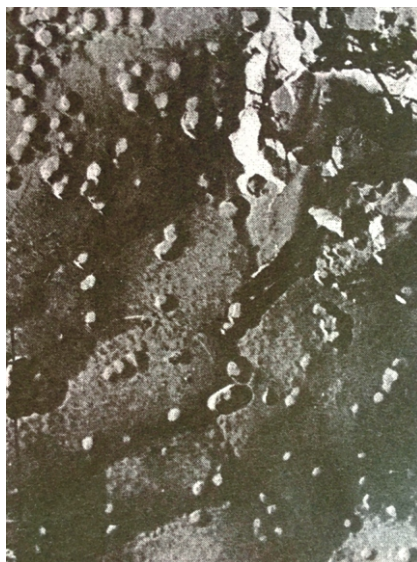


Рис. 4. Мікрофотографія репліки з поверхні  $C_3S$  після перебування у воді протягом трьох хвилин



Рис. 5. Мікрофотографія репліки зі сколу каменю  $C_3S$ , який тверднув один рік

Якщо горбики росту на поверхні  $C_3S$  утворюються одразу після дотику мінералу з водою, то на поверхні  $C_2S$  – після 1–6 годин. Склад голчастих кристалів в обох випадках різний.

У результаті з віком спостерігається поступове ущільнення структури омонолічування каменю  $C_2S$ , у той час як структура каменю  $C_3S$  залишається без змін.

Надійшла 28.03.2019 р.