

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

Методичні вказівки
до виконання індивідуальної роботи
для студентів спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія»
спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

Київ 2023

УДК 66.011

В 99

Укладачі: О.П. Константиновський, канд. техн. наук, доцент;
В.В. Троян, д-р техн. наук, професор;
І.І. Руденко, д-р техн. наук, професор.

Рецензент: О.В. Ластівка, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.І. Гоц, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри технології будівельних конструкцій
і виробів, протокол № 9 від 2 червня 2022 року*

В авторській редакції

В 99В'яжучі речовини: методичні вказівки до виконання індивідуальної роботи /
уклад. О.П. Константиновський, В.В. Троян, І.І. Руденко. – Київ: КНУБА,
2023. – 38 с.)

Розглянуто методики та вказівки до ходу виконання індивідуальної роботи

Призначені для студентів спеціальності 192 «Будівництво і
цивільна інженерія» спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних конструкцій,
виробів і матеріалів»

© КНУБА, 2023

1. Загальні положення

Освоєння студентами дисципліни “В’яжучі речовини” пов’язано з поглибленням уявлень про фізико-хімічну суть процесів, які супроводжують одержання, тверднення та використання в’яжучих речовин. Цьому сприяє виконання індивідуальної роботи по ідентифікації певного виду в’яжучого та продуктів його гідратації за допомогою фізико-хімічних методів дослідження, знання про які студенти одержують з курсу “Методи досліджень”.

Мета роботи: на основі вихідних даних та їх аналізу визначити фазовий склад в’яжучого і продуктів його гідратації, а на основі літературних джерел охарактеризувати процеси гідратації цього в’яжучого та його властивості.

При виконанні завдання досягається комплексний результат набуття вміння користуватися методами досліджень фазового складу полімінеральних систем і закріплення знань в області конкретної в’яжучої речовини.

На виконання індивідуального завдання передбачено 32 години самостійної роботи студента під контролем викладача. Робота захищається, оцінюється викладачем і входить складовою частиною в залік по дисципліні.

2. Тематика, зміст та порядок виконання індивідуальної роботи

Тематика роботи охоплює всі розділи курсу, її предметом можуть бути представники повітряних і гідравлічних в’яжучих як однокомпонентні (по технології одержання), так і багатокомпонентні.

препарат у вигляді одного або декількох порошків;

- рентгенівська дифрактограма вихідної речовини (речовин);

- крива диференційно-термічного аналізу вихідної речовини.

Завдання виконується поетапно в нижче вказаній послідовності.

Вихідними даними до завдання є:

-

2.1. Візуальне дослідження препарату та оцінка його фізичних властивостей

При зовнішньому огляді препарату (одного або декількох) студент дає характеристику кольору, насипної щільності, дисперсності, розчинності речовини. Потім у відповідності з уявленнями про в’яжучі речовини перевіряють здатність дисперсної системи тверднути. Для цього до наважки речовини, яку досліджують, додають фіксовану кількість води (або розчину того препарату, який після перевірки виявився легко розчинним) так, щоб маса, яка утворилася, мала консистенцію подібну консистенції цементного тіста нормальної густини, У відповідності з методикою стандартних випробувань цементу визначаються терміни тужавлення, якщо це є можливим і формують зразки 2x2x2 см. Для твердіння зразків у формі створюють нормальновологісний режим, закриваючи

їх зволоженою тканиною. Після 7 діб форми розкривають, виймають зразки, вивчають їх зовнішній вигляд, міцність на стиск. Можливо, що в контрольний строк досліджувана речовина не сформує міцності, яка достатня для фіксування. Ці дані також служать інформацією при визначенні речовини. Частина зразка після 7 добового збереження в нормальних умовах диспергується з одержанням порошку, який містить у тому числі продукти гідратації. З одержаного порошку відміряють 2 наважки по 5 грам, упаковують і передають в лабораторію фізико-хімічних досліджень для одержання рентгенівської дифракційної картини, кривої диференціально-термічного аналізу продуктів гідратації (тверднення).

2.2. Використання рентгенофазового аналізу для ідентифікації в'язучих речовин

Рентгенофазовий аналіз є одним з найбільш поширених методів визначення природи кристалічних фаз, що містяться в матеріалі, який досліджується. Використання цього методу для визначення складу порошкового продукту, яким є в'язуче, ґрунтоване на тому, що кожна кристалічна сполука дає дифракційну картину (рентгенограму) з набором ліній (дифракційних максимумів, рефлексів) певної інтенсивності (висота рефлексу). Дифракційна картина аморфної або скловидної речовини не дає максимумів. Робота з рентгенограмою при визначенні фазового складу речовини по суті являється співставленням значень міжплощинних відстаней (d) і їх відносної інтенсивності (I) з тими, які привидяться з літературі для еталонних речовин. Якщо на рентгенограмі речовини в'язучого, що досліджують, зафіксовані дифракційні максимуми із значеннями d і I , що співпадають з еталонними рентгенограмами сполук, то це значить, що така сполука, присутня в матеріалі, що досліджують. В зв'язку з різноманітністю мінеральних речовин та їх поєднань до початку розшифровки необхідно звзунити коло пошуку, що можна досягти за рахунок відповідної інформації. Так в додатку 1 наводиться перелік тих в'язучих або їх складових, серед яких ведеться пошук в'язучої речовини.

Робота з рентгенограмою починається з виконання підготовчих операцій:

- 1) визначення кутів повороту препарату в рентгенівській установці, (θ);
- 2) визначення міжплощинних відстаней (d), і їх інтенсивності (I).

Для того, щоб позначити кути повороту, необхідно звернути увагу на вказаний на рентгенограмі кут θ і у відповідності з цим показати нумерацію всіх кутів з інтервалом в 1° . Наприклад, показано, що $2\theta-6^\circ$, отже перший штрих на рентгенограмі фіксує $2\theta-7^\circ$, а наступний $2\theta-8^\circ$ і т.д.

Визначення міжплощинних відстаней (d) в кристалах проводиться за допомогою формули Вульфа-Брегга:

$$\lambda = 2d \sin \theta,$$

де λ - довжина хвилі рентгенівського випромінювання, $\lambda-1,54050 \text{ \AA}$ (для

мідного аноду), θ - кут повороту зразка. Таким чином, кожному цілому і дробовому значенню кута повороту відповідає значення міжплощинної відстані.

Розраховані значення міжплощинних відстаней в області кутів повороту від $2\theta-5^\circ$ до $2\theta-60^\circ$ (традиційна область для дослідження в'язучих) наведені в таблиці додатку 2.

При розшифровці рентгенограм кожний рефлекс (пік на рентгенограмі) позначається показником міжплощинної відстані у відповідності з наведеними в згаданій таблиці. Інтенсивність дифракційних максимумів оцінюється якісно і кількісно у відносних умовних одиницях (%; с.; д.с.; сл.; д.сл. і т.д.). Приклад підготовленої до розшифровки рентгенограми наведений у додатку 3.

Далі на основі даних, що містяться в літературі, а також наведених в додатку 4, ідентифікують речовину по співпаданню дифракційних картин шуканої речовини та довідкової, звертаючи увагу як на значення міжплощинної відстані, так і на інтенсивність рефлексу. Слід пам'ятати, що ідентифікація проводиться по співпаданню не менш, ніж трьох рефлексів.

Рентгенофазові дослідження завершуються розшифровкою одержаної в процесі виконання роботи дифракційною картиною продуктів гідратації і ідентифікацією цих продуктів з урахуванням раніше одержаних і літературних джерел, які характеризують процес гідратації в'язучого, яке розглядають.

Як приклад вирішення завдання по ідентифікації в'язучого розглянемо рентгенівську дифракційну картину продуктів гідратації вапняно-кремнеземистого в'язучого (додаток 5). Рентгенограма одержана на дифрактометрі ДРОН-1,5 і підготовлена до аналізу.

Результати розшифровки рентгенограми доцільно представити у вигляді таблиці такої форми.

Таблиця 1

Ідентифікація продуктів гідратації вапняно-кремнеземистого в'язучого

Кут повороту, θ	d, нм	I	Ідентифікована фаза
10,2	0,425	с.	кварц
13,9	0,335	с.	кварц
14,4	0,303	д.д.с.	кальцит, CSH
15,0	0,280	с.	CSH
15,5	0,284	с.	CSH
19,5	0,228	с.	кальцит
23,5	0,193	с.	кальцит
24,1	0,183	с.	CSH
25,0	0,181	с.	кварц

Найбільш інтенсивний на рентгенограмі пік з $d=0.303$ нм. Відомо, що основним продуктом гідратації вапняно-кремнеземистого в'язучого є фаза гідросилікату кальцію. Цій фазі відповідає максимум міжплощинної відстані з $d=0,303$ нм. Цей рефлекс доповнюють присутні піки з $d=0,284$ нм і $d=0,183$ нм. Але

крім них на рентгенограмі є багато інших рефлексів. Можна допустити присутність вихідних продуктів, що не вступили в реакцію, у вигляді гашеного вапна і кварцу. Перевірка значень міжплощинних відстаней, які характеризують вапно, показала їх відсутність на рентгенограмі, яку розглядаємо. Разом з тим, наявність інтенсивних ліній з $d=0,425; 0,335; 0,181$ нм підтверджує наявність кварцу. Тому в продуктах гідратації присутні поряд з гідросилікатом кальцію, як основної шуканої фази, кварц, що не прореагував, і карбонізоване вапно у вигляді кальциту.

Очевидно, що при розшифровці природи новоутворень в'язучого необхідні знання з курсу про ті процеси, які супроводжують його тверднення.

При ідентифікації приймаються до уваги результати, одержані по п.2.1., а також дані диференціально-термічного аналізу.

2.3. Використання диференціально-термічного аналізу для ідентифікації в'язучих речовин

При ідентифікації в'язучих речовин диференціально-термічний аналіз дозволяє якісно і кількісно оцінити зміну тепловмісту речовини (ентальпії) при нагріванні і по цьому показнику судити про природу самої речовини.

Реєстрація зміни тепловмісту речовини відбувається за допомогою термопар у вигляді екзо- і ендоефектів. Прийнято, що при ендотермічних процесах, тобто тих, які зв'язані з поглинанням теплоти речовиною за рахунок диспергування (видалення води різних видів, дисоціація), диференційна крива (термограма) відхиляється від нульової горизонталі вниз, а при екзотермічних процесах, тобто тих, які пов'язані з виділенням теплоти за рахунок конденсації (кристалізація, окислення), – відхиляється вгору.

Підготовка термограми заключається в точному фіксуванні теплових ефектів (ендо- і екзо-), які супроводжують нагрівання речовини, що досліджується. Приклад підготовленої до ідентифікації термограми даний в додатку 6.

Далі на основі результатів, одержаних при виконанні етапів 2.1 і 2.2 проводиться співставлення зафіксованих ефектів з тими, які дають довідкові джерела і частково наведені в додатку 4. Аналогічно досліджуються термографічні характеристики продуктів гідратації в'язучого, які одержані в процесі виконання завдання. Вони доповнюють загальну картину, яка одержана як результат розшифровки рентгенограм вихідної речовини, продуктів її гідратації, термограм цих же препаратів.

2.4. Використання інфрачервоної спектроскопії для ідентифікації в'язучих речовин

Спектральний аналіз є оптичним методом, який дозволяє за спектрами молекул визначати їх склад і кількість в речовині. Він оснований на вивченні динаміки руху молекул, яка специфічна для кожного окремого їх виду, орієнтуючись на коливання молекул в результаті взаємодії з зовнішнім

випромінюванням - інфрачервоним; тобто метод базується на вивченні спектрів поглинання. Ці спектри виникають при проходженні світла (розкладеного в спектр) через речовину, яку досліджують.

Молекулярні спектри характеризуються довжиною хвилі, частотою коливань, хвильовими числами. Хвильове число пов'язане з довжиною хвилі відношенням:

$$\nu = \frac{1}{\lambda},$$

де ν - хвильове число, λ - довжина хвилі, см, (тобто хвильове число є зворотною величиною довжини хвилі і вимірюється в см^{-1}).

Інфрачервоні спектри отримують в спеціальних апаратах – інфрачервоних спектрометрах, які реєструють спектри поглинання різних речовин у відсотках пропускання. Спектр записується на діаграмній стрічці, на якій шкала наведена у хвильових числах. Порівнюючи отриману інфрачервону спектрограму (ІЧС) з табличними кривими поглинання, визначають шукану молекулярну групу.

Метод ІЧС використовують для фазового аналізу гідратованих речовин, а також деяких безводних фаз. Переваги ІЧС при дослідженні в'язучих речовин полягають в можливості безперервного спостереження за аморфними речовинами, які погано ідентифікуються або взагалі не фіксуються рентгенівським методом.

Приклад ІЧС спектрограми наведений в додатку 7.

За деформаційними і валентними коливаннями різних молекулярних груп присутніх на ІЧС спектрограмі визначається належність речовин до тієї чи іншої групи, співставленням з інформацією, наведеною в довідкових джерелах.

Дані ІЧС доповнюють і уточнюють загальну картину, яка одержана, як результат проведених досліджень за п.2.1, 2.2 і 2.3.

Слід відмітити, що ідентифікація складу в'язучого може вважатись достовірною та коректною тільки у тому випадку, коли використовується не менше двох – трьох методів при повній кореляції даних.

2.5. Використання літературних джерел для загальної характеристики в'язучої речовини

Після визначення виду в'язучого за допомогою фізико-хімічних досліджень необхідно дати його найбільш повну характеристику по такій методиці викладення матеріалу:

- загальне поняття про в'язуче, до якої групи по класифікації відноситься;
- сировинні матеріали і основи технології виробництва;
- процеси твердіння, схеми хімічних реакцій;
- властивості в'язучого і області його призначення.

При викладенні матеріалу необхідно вказувати посилання на джерело інформації в стандартній формі (у дужках при згадуванні). Перелік джерел

інформації дається у кінці роботи в стандартній формі з вказівкою авторів, найменуванням роботи, місцем та датою опублікування.

3. Оформлення виконаної роботи

Робота оформлюється у відповідності з вказаним порядком її виконання і відображає результати по п.п. 2.1 – 2.5 у вигляді текстового матеріалу. Коментарі даних, одержаних за допомогою фізико-хімічних методів повинні бути конкретними з вказівкою показників, у тому числі у формі таблиці (див. приклад). Рентгенограми, термограми і інфрачервоні спектрограми повинні входити до складу звіту в обробленому за вказаними вимогами вигляді.

Загальний об'єм роботи не перевищує 10 сторінок машинописного тексту, включаючи рентгенограми і термограми.

Захист роботи проводиться індивідуально. Результати виконання індивідуального завдання є складовою частиною заліку по курсу.

**Перелік речовин, які можуть бути використані
для моделювання в'язучих сумішей**

1. Напівводний гіпс.
2. Двоводний гіпс.
3. Вапно негашене.
4. Вапно гашене.
5. Оксид магнію.
6. Клінкер портландцементний.
7. Туф, опока.
8. Шлаки доменні.
9. Шлак мартенівський.
10. Клінкер глиноземистого цементу.
11. Каолін.
12. Нефеліновий шлам.
13. Пісок кварцовий.
14. Сульфат магнію.
15. Хлорид магнію.
16. Кремнефтористий натрій.
17. Сода.
18. Поташ.
19. Метасилікат натрію.
20. Рідке скло.

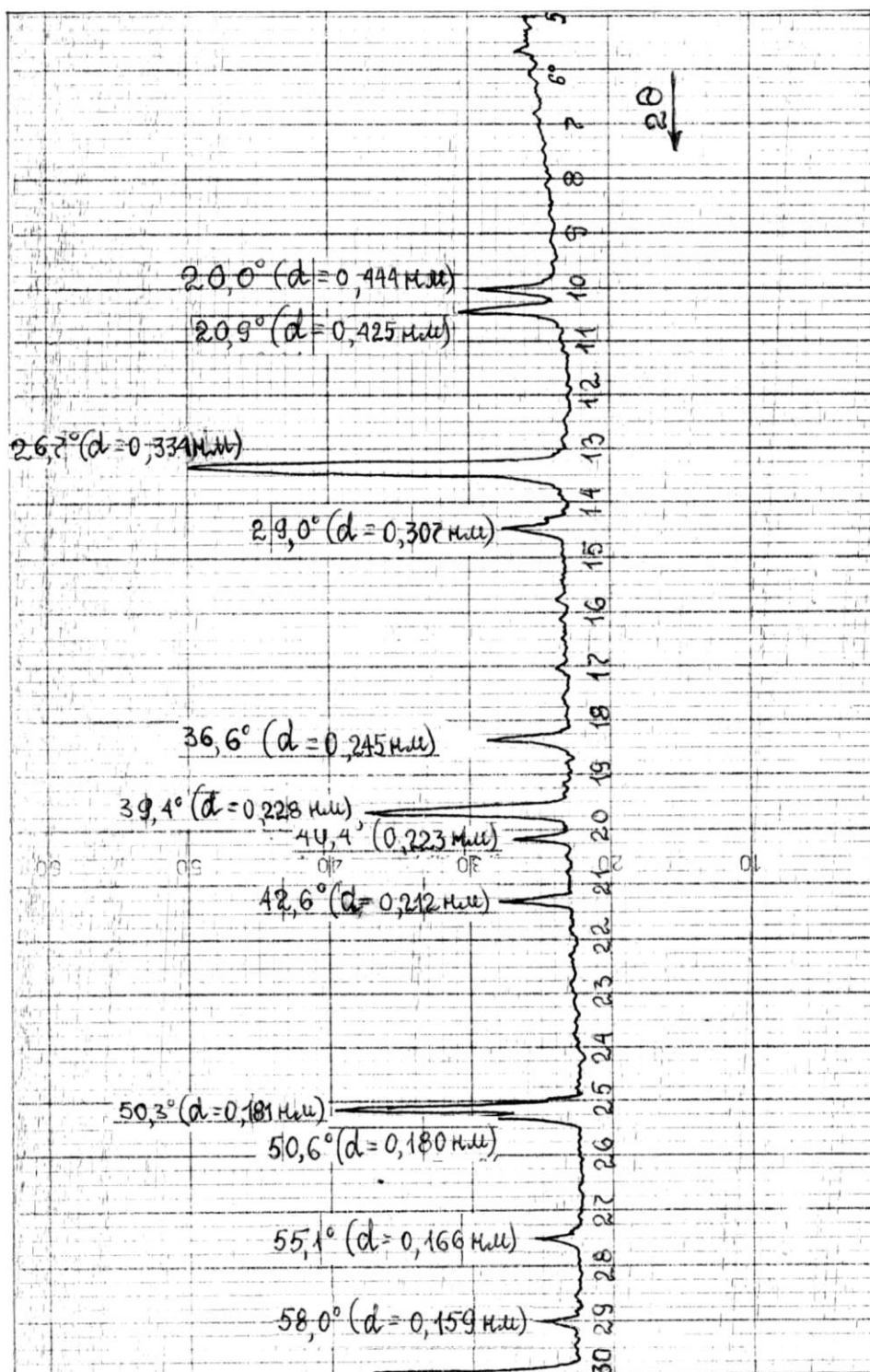
Таблиця розрахунку міжплощинних відстаней у кристалах (d , Å) залежно від кута повороту (2θ)

2θ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	17.673	17.326	16.993	16.673	16.364	16.067	15.780	15.504	15.237	14.979
6	14.729	14.488	14.254	14.028	13.809	13.597	13.391	13.192	12.998	12.810
7	12.627	12.449	12.277	12.109	11.945	11.786	11.632	11.481	11.334	11.190
8	11.051	10.915	10.782	10.652	10.525	10.402	10.281	10.163	10.048	9.9352
9	9.82581	9.7173	9.6119	9.5088	9.4079	9.3091	9.2123	9.1176	9.0247	8.9338
10	8.8447	8.7573	8.6717	8.5877	8.5054	8.4246	8.3454	8.2676	8.1913	8.1163
11	8.0428	7.9705	7.8996	7.8299	7.7615	7.6942	7.6281	7.5631	7.4992	7.4364
12	7.3747	7.3140	7.2543	7.1955	7.1377	7.0808	7.0248	6.9698	6.9155	6.8621
13	6.8096	6.7578	6.7068	6.6566	6.6072	6.5585	6.5105	6.4632	6.4166	6.3706
14	6.3253	6.2807	6.2367	6.1933	6.1505	6.1083	6.0667	6.0257	5.9852	5.9452
15	5.9058	5.8669	5.8286	5.7907	5.7533	5.7164	5.6800	5.6441	5.6086	5.5735
16	5.5389	5.5047	5.4710	5.4376	5.4047	5.3722	5.3400	5.3083	5.2769	5.2459
17	5.2153	5.1850	5.1551	5.1255	5.0963	5.0674	5.0388	5.0106	4.9826	4.9550
18	4.9277	4.9007	4.8740	4.8476	4.8215	4.7957	4.7701	4.7448	4.7198	4.6951
19	4.6706	4.6463	4.6224	4.5986	4.5752	4.5519	4.5289	4.5062	4.4836	4.4613
20	4.4392	4.4174	4.3957	4.3743	4.3531	4.3321	4.3113	4.2907	4.2703	4.2501
21	4.2301	4.2102	4.1906	4.1711	4.1519	4.1328	4.1139	4.0952	4.0766	4.0582
22	4.0400	4.0219	4.0040	3.9863	3.9687	3.9513	3.9341	3.9170	3.9000	3.8832
23	3.8666	3.8500	3.8337	3.8174	3.8014	3.7854	3.7696	3.7539	3.7384	3.7229
24	3.7077	3.6925	3.6775	3.6626	3.6478	3.6331	3.6186	3.6042	3.5898	3.5757

20	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	3.5616	3.5476	3.5338	3.5200	3.5064	3.4929	3.4794	3.4661	3.4529	3.4398
26	3.4268	3.4139	3.4011	3.3884	3.3758	3.3633	3.3509	3.3385	3.3263	3.3142
27	3.3021	3.2902	3.2783	3.2665	3.2548	3.2432	3.2317	3.2203	3.2089	3.1976
28	3.1864	3.1753	3.1643	3.1533	3.1425	3.1317	3.1209	3.1103	3.0997	3.0892
29	3.0788	3.0684	3.0582	3.0479	3.0378	3.0277	3.0177	3.0078	2.9979	2.9881
30	2.9784	2.9687	2.9591	2.9496	2.9401	2.9307	2.9214	2.9121	2.9028	2.8937
31	2.8846	2.8755	2.8665	2.8576	2.8487	2.8399	2.8311	2.8224	2.8138	2.8052
32	2.7967	2.7882	2.7798	2.7714	2.7630	2.7548	2.7466	2.7384	2.7303	2.7222
33	2.7142	2.7062	2.6983	2.6904	2.6826	2.6748	2.6671	2.6594	2.6517	2.6441
34	2.6366	2.6291	2.6216	2.6142	2.6068	2.6995	2.5922	2.5850	2.5778	2.5706
35	2.5635	2.5564	2.5494	2.5424	2.5355	2.5286	2.5217	2.5148	2.5081	2.5013
36	2.4946	2.4879	2.4813	2.4746	2.4681	2.4615	2.4550	2.4486	2.4422	2.4358
37	2.4294	2.4231	2.4168	2.4106	2.4044	2.3982	2.3920	2.3859	2.3798	2.3738
38	2.3678	2.3618	2.3558	2.3499	2.3440	2.3382	2.3323	2.3265	2.3208	2.3150
39	2.3093	2.3036	2.2980	2.2924	2.2868	2.2812	2.2757	2.2702	2.2647	2.2593
40	2.2539	2.2485	2.2431	2.2378	2.2325	2.2272	2.2219	2.2167	2.2115	2.2063
41	2.2012	2.1960	2.1909	2.1859	2.1808	2.1758	2.1708	2.1658	2.1609	2.1559
42	2.1510	2.1462	2.1413	2.1365	2.1317	2.1269	2.1221	2.1174	2.1127	2.1080
43	2.1033	2.0987	2.0940	2.0894	2.0848	2.0803	2.0757	2.0712	2.0667	2.0623
44	2.0578	2.0534	2.0490	2.0446	2.0402	2.0358	2.0315	2.0272	2.0229	2.0186
45	2.0144	2.0101	2.0059	2.0017	1.9975	1.9934	1.9893	1.9851	1.9810	1.9769
46	1.9729	1.9688	1.9648	1.9608	1.9568	1.9528	1.9489	1.9449	1.9410	1.9371
47	1.9332	1.9293	1.9255	1.9216	1.9178	1.9140	1.9102	1.9065	1.9027	1.8990
48	1.8952	1.8915	1.8878	1.8842	1.8805	1.9769	1.8732	1.8696	1.8660	1.8625
49	1.8589	1.8553	1.8518	1.8483	1.8448	1.8413	1.8378	1.8343	1.8309	1.8274

20	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	1.8240	1.8206	1.8172	1.8138	1.8105	1.8071	1.8038	1.8005	1.7972	1.7939
51	1.7906	1.7873	1.7841	1.7808	1.7776	1.7744	1.7712	1.7680	1.7648	1.7616
52	1.7585	1.7553	1.7522	1.7491	1.7460	1.7429	1.7398	1.7368	1.7337	1.7307
53	1.7276	1.7246	1.7216	1.7186	1.7156	1.7127	1.7097	1.7068	1.7038	1.7009
54	1.6980	1.6951	1.6922	1.6893	1.6864	1.6836	1.6807	1.6779	1.6751	1.6723
55	1.6694	1.6667	1.6639	1.6611	1.6583	1.6556	1.6528	1.6501	1.6474	1.6447
56	1.6420	1.6393	1.6366	1.6339	1.6313	1.6286	1.6260	1.6234	1.6207	1.6181
57	1.6155	1.6129	1.6104	1.6078	1.6052	1.6027	1.6001	1.5976	1.5951	1.5925
58	1.5900	1.5875	1.5851	1.5826	1.5801	1.5776	1.5752	1.5727	1.5703	1.5679
59	1.5655	1.5630	1.5606	1.5582	1.5559	1.5535	1.5511	1.5488	1.5464	1.5441
60	1.5417	1.5394	1.5371	1.5348	1.5325	1.5302	1.5279	1.5256	1.5233	1.5211

Приклад підготовленої до розшифровки рентгенограми

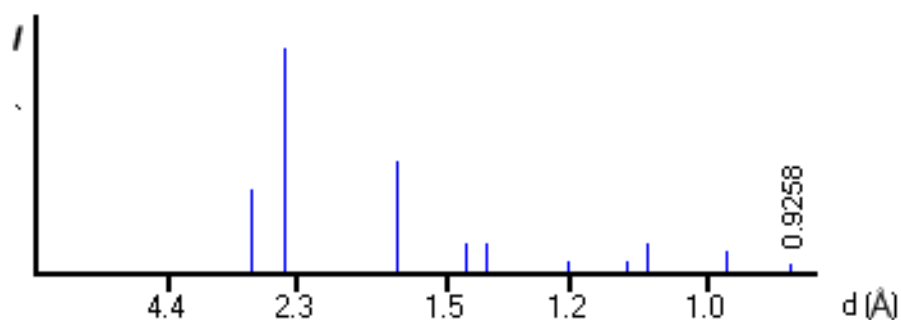


Ідентифікаційні характеристики мінералів та сполук

CaO – оксид кальцію (негашене вапно)

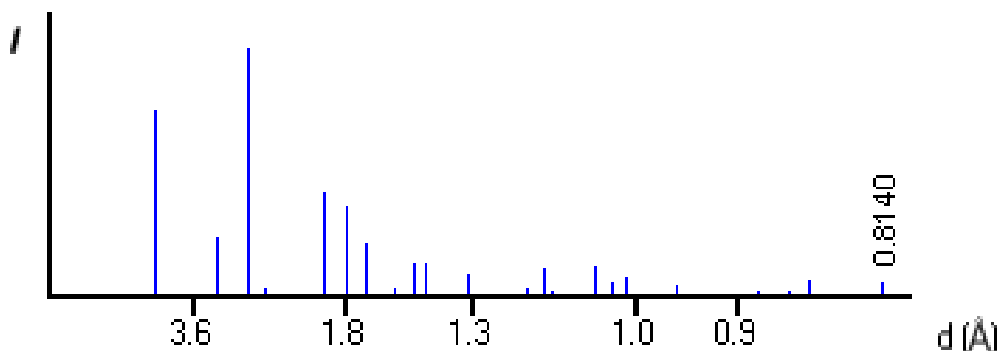
Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
2,76	40	1,100	7	0,800	6
2,39	100	1,071	25	0,759	2
1,69	63	0,979	13	0,731	1
1,445	20	0,922	3	0,723	2
1,382	20	0,847	3	0,671	1
1,200	10	0,810	3	0,666	1

Ca(OH)₂ – портландит (гашене вапно)

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
4,93	50	1,55	2	1,063	10
3,11	25	1,485	20	1,035	5
2,63	100	1,450	20	1,012	8
1,93	50	1,315	16	0,955	5
1,79	40	1,178	2	0,850	2
1,69	30	1,145	15		

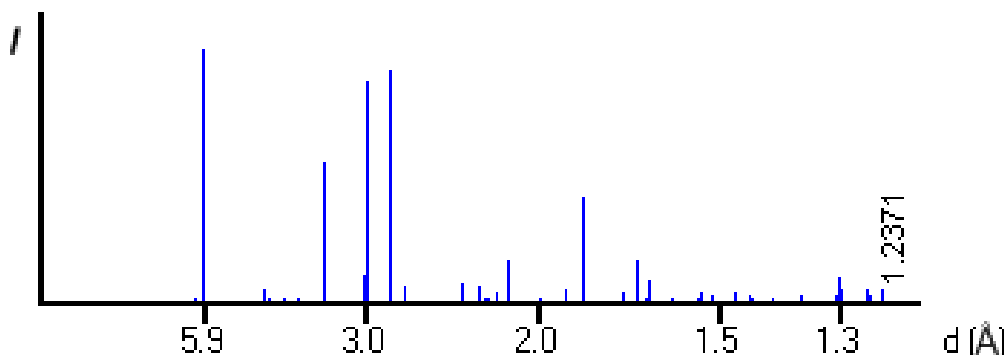


ДТА: (-) 585°C (дегідратація і перехід в CaO; крива ізобарної термогравіметрії Ca(OH)₂ показує двохстадійні втрати – на першій виділяється вода з Ca(OH)₂, на другій – CO₂ з домішок карбоната кальцію.

CaSO₄·0,5H₂O – напівводний гіпс (α і β модифікації)

Дифракційна характеристика:

<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>hkil</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>hkil</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>hkil</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>hkil</i>
5,98	о.с.	10.0	2.20	о.о.сл.	20.2	1,60	о.о.сл.	31.1	1.21	сл.	41.2
4,35	о.о.сл.	10.1	2.12	с.	21.1	1,53	о.сл.	21.3	1.17	о.о.сл.	–
								10.4			
3,45	с.	11.0	1,99	о.сл.	30.0	1,47	сл.	31.2	1.15	о.сл.	–
2,98	о.о.сл.	20.0	1,89	сп.	30.1	1,44	о.сл.	30.3	1.13	о.о.сл.	–
2,78	о.о.с.	10.2	1,84	о.с.	21.2	1,35	о.сл.	40.2	1.12	о.о.сл.	–
2,69	о.сл.	20.1	1,72	сл.	22.0	1,29	сп.с.	21.4	1.11	о.о.сл.	–
2,33	сл.	11.2	1,69	с.	30.2	1,26	сп.	32.2	1.09	о.о.сл.	–
2,26	о.о.сл.	21.0	1,65	сп.	31.0	1,24	сп.	30.4	1.08	о.сл.	–



ДТА: (-) 200 – 210°C (дегідратація).

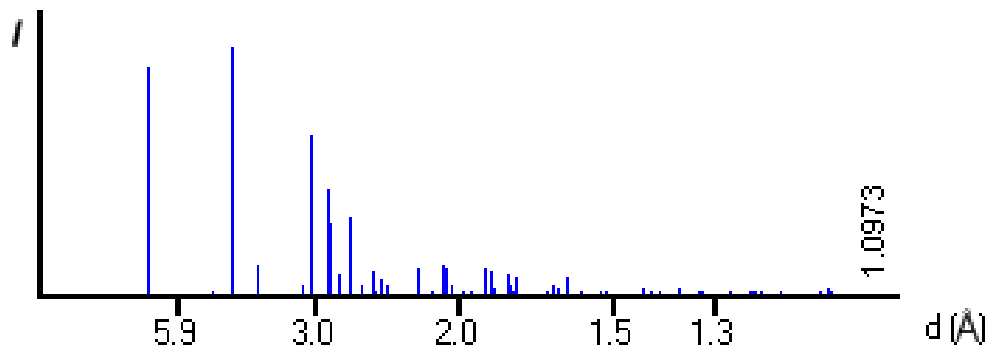
ІЧС: спектр β - форми характеризується чіткою половою поглинання близько 1008 см⁻¹, яка обумовлена зв'язком S – O, який практично відсутній на спектрі α - форми.

CaSO₄· 2H₂O – гіпс (двохводний гіпс)

Дифракційна характеристика:

<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>hkil</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>hkil</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>hkil</i>
7,56	о.с.	020	2,400	сл.	141	1,796	сл.	32 $\bar{1}$
4,27	с.	12 $\bar{1}$	2,216	сл.	15 $\bar{2}$	1,778	сп.с.	260
3,79	сп.	0,61; 0,40	2,139	о.о.сл.	24 $\bar{2}$	1,711	о.о.сл.	25 $\bar{3}$
3,163	о.сл.	11 $\bar{2}$	2,080	сп.сл.	12 $\bar{3}$	1,684	о.о.сл.	32 $\bar{3}$
3,059	с.	14 $\bar{1}$	2,073	сл.	112; 25 $\bar{1}$	1,664	сл.	34 $\bar{1}$
2,867	сп.с.	002	1,990	сл.	170	1,645	о.сл.	16 $\bar{3}$
2,786	сл.	21 $\bar{1}$	1,953	о.сл.	211	1,621	сл.	–
2,679	сп.с.	0,22; 0,51	1,898	сп.сл.	080; 0,62	1,599	о.о.сл.	–

$d, \text{Å}$	I	hkl	$d, \text{Å}$	I	hkl	$d, \text{Å}$	I	hkl
2,591	сл.	150; $20\bar{2}$	1,879	ср.сл.	$14\bar{3}$	1,584	о.о.сл.	—
2,530	о.о.сл.	060	1,864	сл.	$31\bar{2}$	1,532	о.о.сл.	—
2,495	сл.	200	1,843	о.о.сл.	231	1,522	о.о.сл.	—
2,450	сл.	$22\bar{2}$	1,182	ср.сл.	$26\bar{2}$			

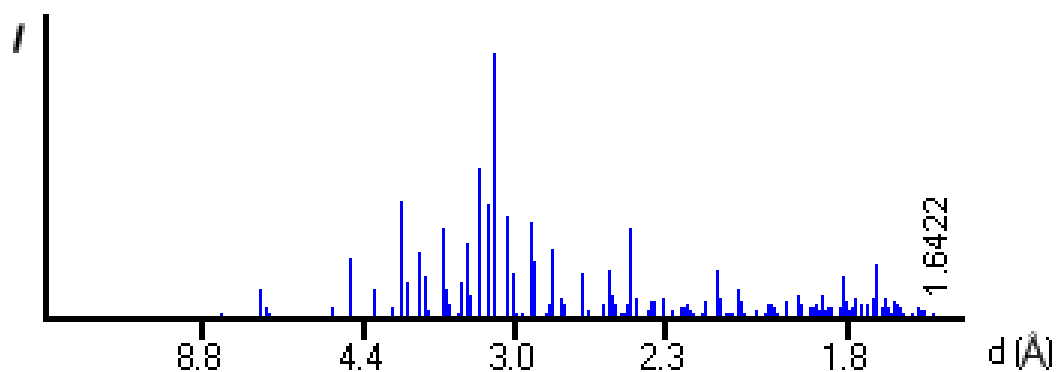


ДТА: подвійний ефект з максимумами при (–) 180°C (дегідратація до напівводного гіпсу) і при (–) 220 (повне обезводнення); (+) 380 – 420 (перебудова кристалічної решітки з перетворенням нерозчинного ангідриту в розчинний); (–) 1200°C (оборотне перетворення нерозчинного ангідриту в високотемпературну форму ангідриту).

$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ – анортит.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
4,08	3	2,648	2	1,762	5	1,342	3
3,80	3	2,509	6	1,714	2	1,317	2
3,63	2	2,135	6	1,626	3	1,274	2
3,37	2	2,097	3	1,532	2	1,211	3
3,26	1	2,021	3	1,480	4	1,166	4
3,20	10	1,926	3	1,451	3	1,127	2
3,15	2	1,877	2	1,410	2	1,079	3
2,948	4	1,836	5	1,385	4	1,064	4
2,832	4	1,797	4	1,360	3		

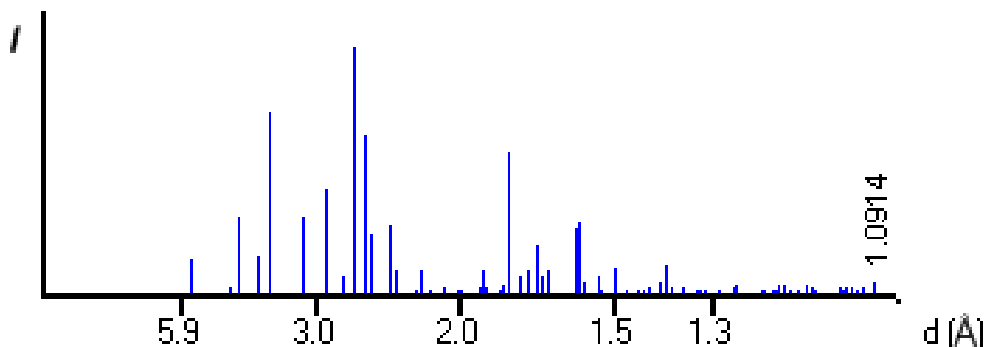


ІЧС: полоси поглинання при (см⁻¹) 460 – 480 (деформаційні коливання зв'язку Si–O–Si); 570 – 625 (валентні коливання зв'язку Al–O); 930 (валентні коливання зв'язку Si–O).

CaO·MgO·SiO₂ – монтичелліт.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
5,56	15	2,586	40	1,777	10
4,19	35	2,543	30	1,751	7
3,854	10	2,401	24	1,721	15
3,637	40	2,355	7	1,704	5
3,188	15	2,209	5	1,687	5
2,935	35	1,916	15	1,600	15
2,666	100	1,818	30		

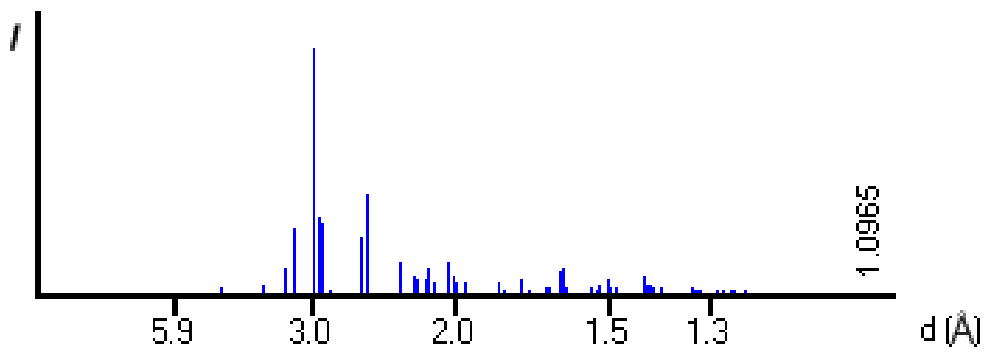


ІЧС: полоси поглинання при (см⁻¹) 950 – 1020 (деформаційні коливання зв'язку Si–O); 420 – 450 (деформаційні коливання Si–O–Si); 585 (валентні коливання зв'язку метал–кисень).

CaO·MgO·2SiO₂ – діопсид.

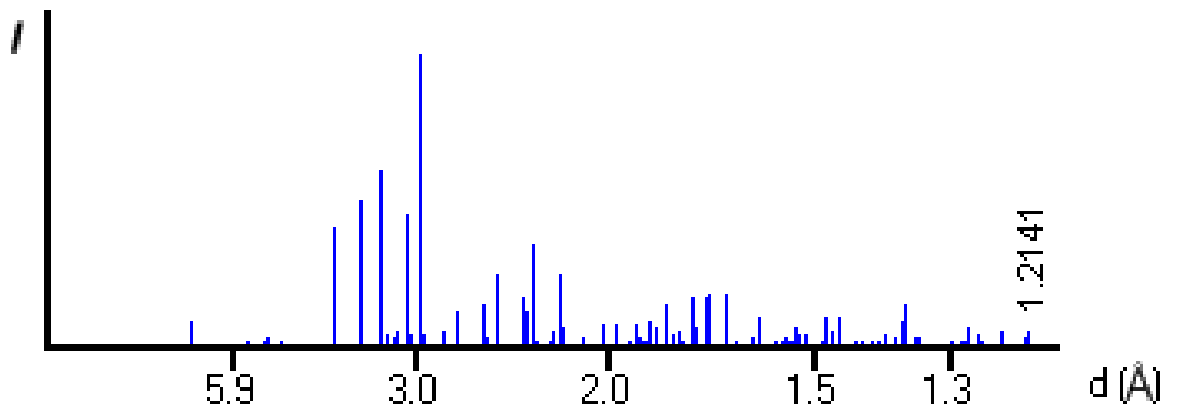
Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
2,231	30	2,215	14	1,968	8
2,992	100	2,198	14	1,835	10
2,291	30	2,156	12	1,754	14
2,894	40	2,133	18	1,673	6
2,566	25	2,108	10	1,658	6
2,524	65	2,042	20	1,624	35
2,518	65	2,014	14	1,617	35
2,301	16	2,006	10		



β - CaO·SiO₂ – волластоніт.
Дифракційна характеристика:

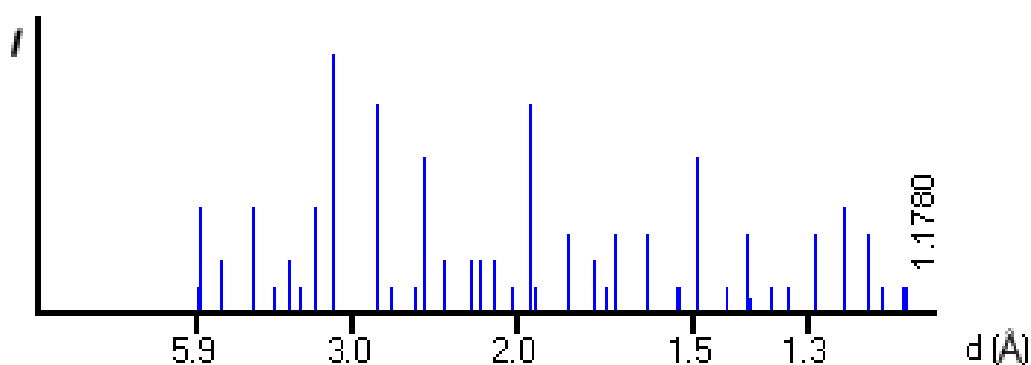
$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
7,7	40	2,33	40	1,72	60
4,05	10	2,29	40	1,602	40
3,83	80	2,18	60	1,531	10
3,52	80	2,08	5	1,515	5
3,40	5	2,01	20	1,478	20
3,31	80	1,98	20	1,455	30
3,16	5	1,91	20	1,426	5
3,09	30	1,88	20	1,387	
2,97	100	1,86	10	1,358	30
2,80	10	1,83	60	1,332	10
2,72	10	1,80	5	1,312	5
2,55	30	1,79	5		
2,47	60	1,75	40		



α - $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ – псевдоволластоніт.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
5,70	10	1,83	10	1,38	10
4,37	10	1,75	10	1,29	10
4,04	10	1,70	10	1,25	20
3,42	20	1,68	10	1,22	10
3,23	80	1,61	10	1,20	10
2,80	60	1,54	10	1,18	10
2,44	20	1,47	20	1,14	10
1,99	20	1,44	10	1,11	10
1,97	100	1,41	10		



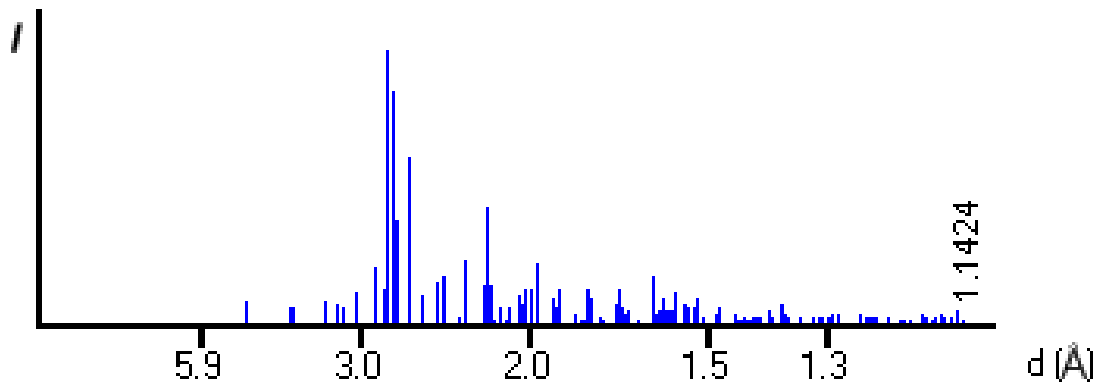
ІС: полоси поглинання при (cm^{-1}) 420 – 500 (деформаційні коливання зв'язку Si–O–Si); 570 – 580 (валентні коливання зв'язку Ca–O); 715 (полоса поглинання характерна для циклічних радикалів $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$; 920 – 1110 (валентні коливання зв'язку Si–O).

$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ – ларніт, двохкальцієвий силікат (беліт).

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	hkl	$d, \text{Å}$	I	hkl
4,65	сл.	002	2,026	сл.	032
3,83	о.сл.	012	2,020	сл.	130
3,79	о.сл.	110	1,984	ср.	113; $22\bar{4}$
3,38	сл.	020	1,913	сл.	024
3,24	сл.	113	1,897	сл.	211
3,18	о.сл.	021	1,893	сл.	220
3,05	сл.	111	1,847	сл.	$20\bar{6}$
2,878	ср.	$12\bar{1}$	1,820	о.сл.	033
2,813	ср.	013	1,809	сл.	$22\bar{5}$
2,794	ср.с.	$10\bar{4}$	1,803	сл.	$10\bar{6}$
2,785	о.с.	$12\bar{2}$	1,791	сл.	015
2,748	с.	$20\bar{2}$	1,768	о.сл.	$31\bar{3}$

$d, \text{Å}$	I	hkl	$d, \text{Å}$	I	hkl
2,732	ср.	022	1,762	о.сл.	$31\bar{4}$
2,718	ср.	120	1,718	о.сл.	$23\bar{3}; 104$
2,609	с.	102	1,707	сл.	202; 221
2,546	сл.	$21\bar{2}$	1,696	о.сл.	315
2,452	сл.	$20\bar{4}$	1,635	сл.	306
2,434	сл.	$11\bar{2}$	1,627	сл.	$02\bar{5}$
2,409	сл.	$21\bar{1}$	1,621	о.сл.	$22\bar{6}$
2,322	о.сл.	004	1,615	о.сл.	$14\bar{1}$
2,305	о.сл.	$21\bar{4}$	1,610	сл.	$32\bar{3}$
2,282	ср.	200; 023	1,606	сл.	$32\bar{2}$
2,196	ср.	014	1,605	сл.	230
2,189	с.	031	1,587	сл.	042
2,166	сл.	210	1,584	сл.	140
2,132	сл.	222	1,574	сл.	$13\bar{5}$
2,094	сл.	115	1,555	о.сл.	217
2,050	сл.	$22\bar{1}$	1,552	о.сл.	$23\bar{5}$
2,047	сл.	$13\bar{2}$	1,547	о.сл.	006
2,042	сл.	$21\bar{5}$			



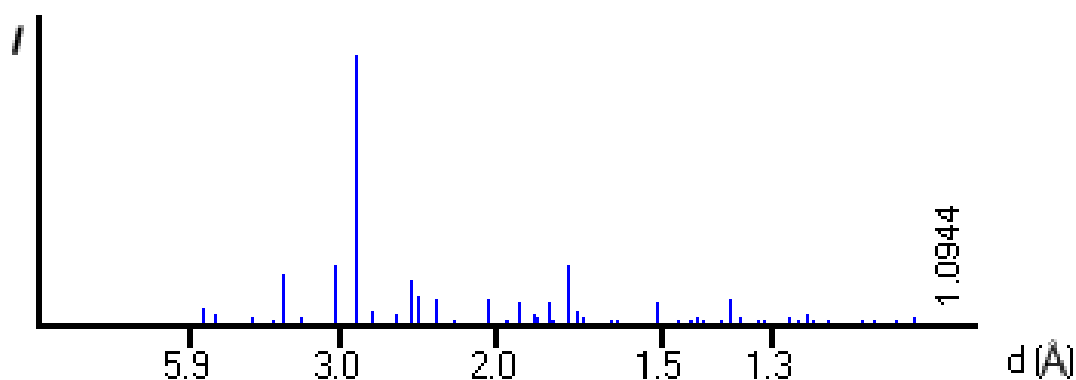
ДТА: (під час нагрівання) ефекти поліморфних перетворень при (–) 700 – 720; (–) 1160 і (–) 1440 – 1450°C .

ІЧС: полоси поглинання при (cm^{-1}) 500 ($\nu_4 - \text{SiO}_2$); 520 с. ($\nu_4 - \text{SiO}_4$); 540 ($\nu - \text{SiO}_4$); 845 д.с. ($\nu_3 - \text{SiO}_4$); 870 ($\nu_3 - \text{SiO}_4$); 890 д.с. ($\nu_3 - \text{SiO}_4$); 920 ($\nu_3 - \text{SiO}_4$); 1000 с. ($\nu_3 - \text{SiO}_4$); 1170 д.сл. ($2\nu_4 - \text{SiO}_4$).

2CaO·Al₂O₃·SiO₂ – геленіт.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
4,23	20	2,12	20	1,61	30
3,71	60	2,04	60	1,55	20
3,44	20	1,97	30	1,52	70
3,06	60	1,92	60	1,47	30
2,85	100	1,87	50	1,45	20
2,72	20	1,85	50	1,44	50
2,53	20	1,81	60	1,42	30
2,43	70	1,76	}100	1,41	20
2,41	}70	1,75		1,39	30
2,40		1,72	1,37	70	
2,30	}70	1,71	1,36	50	
2,29		1,63			
2,19	30				



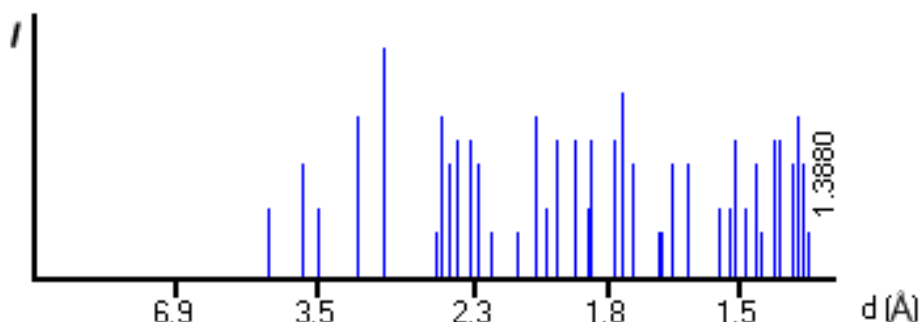
ІС: полоси поглинання при (см⁻¹) 830 – 1080 (валентні асиметричні і симетричні коливання зв'язку Si–O); 750 (симетричні коливання Si–O); 580 – 640 (валентні коливання метал–кисень); 450 (деформаційні коливання Si–O–Si).

2CaO·MgO·SiO₂ – окерманіт.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
4,22	30	2,04	70	1,54	30
3,72	50	2,00	30	1,52	30
3,51	30	1,96	60	1,51	60
3,09	70	1,90	60	1,49	30
2,87	100	1,86	30	1,47	50
2,51	20	1,85	60	1,46	20
2,48	70	1,78	60	1,44	60
2,43	50	1,76	80	1,43	–
2,39	60	1,73	50	1,41	50
2,32	60	1,67	20	1,40	70

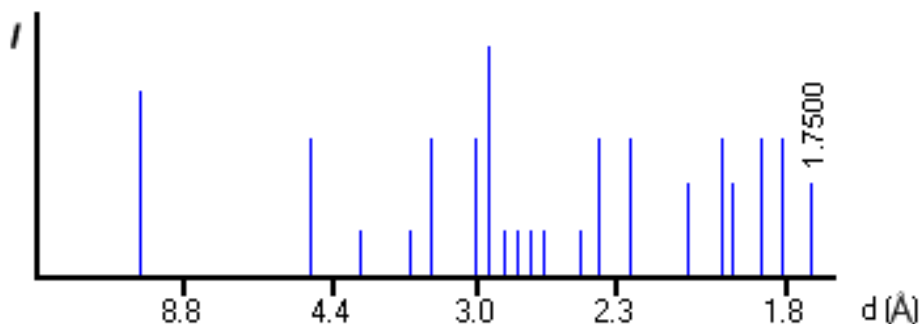
$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
2,28	50	1,66	20	1,39	50
2,22	20	1,64	50		
2,11	20	1,60	50		



ІЧС: полоси поглинання при (см^{-1}) 700 – 1100 (валентні коливання зв'язку Si–O діортогруп Si_2O_7); 475 (деформаційні коливання зв'язку Si–O–Si); в області частот, які відповідають валентним коливанням зв'язку метал–кисень ($580 – 640 \text{ см}^{-1}$), під час переходу від окерманіту до меліліту, а потім до геленіту, одна з полос поглинання (580 см^{-1}) зникає повністю, а інтенсивність полоси, яка залишилась (640 см^{-1}) різко знижується.

$\beta\text{2CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – β -гідрат C_2S , гіллебрандит
Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
12,600	с.	2,830	о.сл.	2,056	сл.
4,770	ср.	2,750	о.сл.	1,963	ср.
4,050	о.сл.	2,680	о.сл.	1,928	сл.
3,520	о.сл.	2,620	о.сл.	1,864	ср.
3,340	ср.	2,450	о.сл.	1,812	ср.
3,010	ср.	2,373	ср.	1,747	сл.
2,920	о.с.	2,247	ср.		



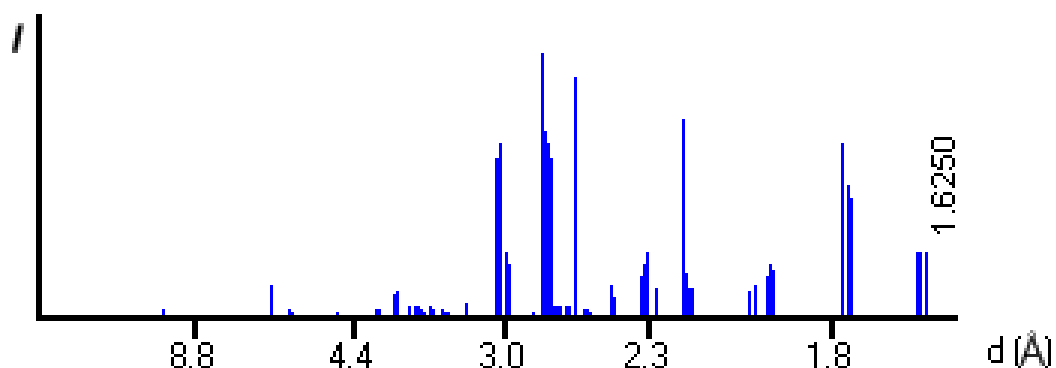
ДТА: головний ефект дегідратії при (–) $540 – 600^\circ\text{C}$, за іншими даними $540 – 630$ або $540 – 560^\circ\text{C}$. Втрата маси в основному в межах температур $520 – 540^\circ\text{C}$.

ІЧС: полоси поглинання при (см^{-1}) 3626, 3584, 1154, 1078, 1025, 990, 968, 934, 903, 840, 722, 646, 590, 540, 509, 468.

3CaO·SiO₂ – трикальцієвий силікат (аліт).

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
5,901	сл.	2,011	о.сл.	1,328	о.сл.
3,862	сл.	1,979	ср./ш.	1,307	о.сл.
3,510	о.сл.	1,940	ср.с.	1,271	о.сл./ш.
3,346	о.сл.	1,926	ср.	1,212	сл.
3,227	о.о.сл.	1,900	о.сл./ш.	1,198	ср.
3,022	с.	1,863	о.о.с.	1,172	о.сл.
2,957	ср.	1,825	ср./ш.	1,167	сл.
2,891	сл.	1,797	сл.	1,158	сл.
2,818	о.о.сл.	1,771	с.	1,142	сл.
2,776	о.с.	1,752	с.	1,132	ср.сл.
2,730	с.	1,642	о.сл.	1,123	сл.
2,670	о.о.сл.	1,632	с.	1,097	ср.
2,602	о.с.	1,623	ср.	1,089	сл.
2,549	о.о.сл.	1,543	ср.	1,071	сл.
2,449	сл.	1,526	о.сл.	1,066	сл.
2,326	ср.	1,513	о.сл.	1,055	о.о.сл.
2,304	ср.сл.	1,497	ср.	1,044	о.о.сл.
2,277	о.сл.	1,481	ср.	1,034	о.о.сл.
2,234	о.о.сл.	1,466	сл./ш.	1,026	сл.
2,185	о.с.	1,454	сл./ш.	1,016	о.о.сл.
2,159	о.о.сл.	1,433	о.сл.	0,999	о.о.сл.
2,125	сл.	1,409	о.сл.	0,996	сл.
2,083	сл.	1,392	ср.	0,988	о.сл.
2,045	о.сл.	1,377	о.о.сл.		



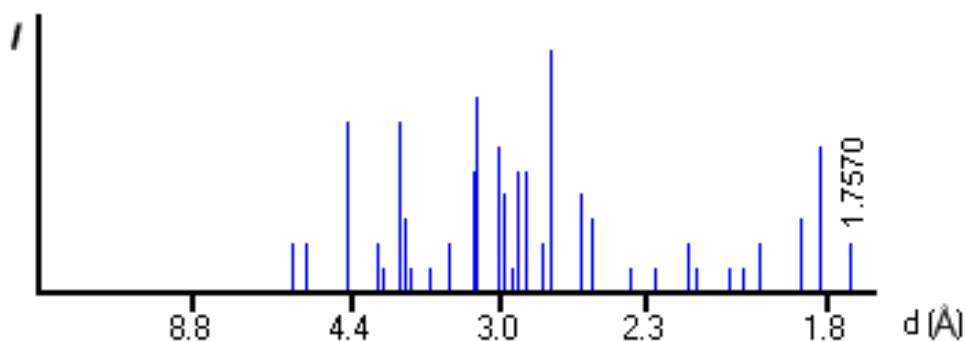
ДТА: (–) 600 – 620 (перехід триклінної форми Т_I в Т_{II}); (–) 920 – 925 (перехід Т_{II} в Т_{III}); (–) 970 – 980 (перехід Т_{III} в М_I); слабкий, але чіткий ефект (–) 990 – 1000°C (перехід М_I в М_{II}). Перетворення моноклінної форми в тригональну (М_{II} → Тр) при 1050°C термічним ефектом не супроводжується.

ІЧС: полоси поглинання при (см⁻¹) 403 ($\delta - \text{SiO}_4$); 450 ($\delta_s - \text{SiO}_4$); 525 ($\delta_{as} - \text{SiO}_4$); 820 ($\nu_s - \text{SiO}_4$); 890 ($\nu_{as} - \text{SiO}_4$); 914 ($\nu_{as} - \text{SiO}_4$); 946 ($\nu_{as} - \text{SiO}_4$); характерні мультиплетність і розщиплення полос поглинання $\nu_{as} -$ коливань.

3CaO·2SiO₂ – ранкініт.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
4,39	80	2,47	70	1,74	20
4,04	80	2,34	20	1,72	20
3,76	100	2,26	20	1,67	20
3,51	50	2,15	20	1,62	30
3,33	50	2,10	20	1,59	30
3,15	100	2,03	20	1,54	20
2,97	70	1,98	20	1,52	20
2,85	70	1,94	20	1,47	70
2,74	30	1,90	70	1,44	30
2,68	100	1,84	70	1,42	20
2,54	80	1,80	80		

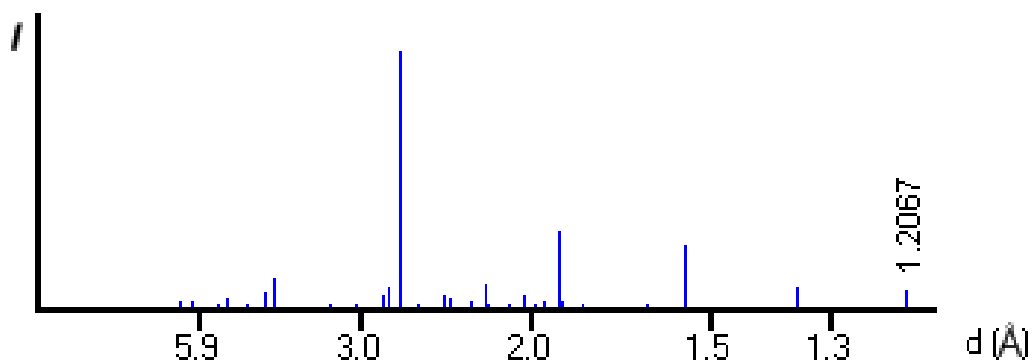


3CaO·Al₂O₃ – трикальцієвий алюмінат.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
6,83	сл.	2,097	о.сл.	1,610	о.о.сл.
6,23	о.сл.	2,040	сл.	1,583	о.о.сл.
5,09	сл.	1,988	о.сл.	1,574	о.о.сл.
4,604	о.сл.	1,955	о.сл.	1,558	с.
4,235	ср.	1,940	о.о.сл.	1,519	о.о.сл.
4,080	ср.с.	1,908	с.	1,497	о.о.сл.
3,816	о.о.сл.	1,893	о.сл.	1,490	о.о.сл.
3,705	о.о.сл.	1,838	о.сл.	1,476	о.о.сл.
3,501	о.о.сл.	1,824	о.сл.	1,462	о.сл.
3,332	сл.	1,799	о.о.сл.	1,455	о.о.сл.
3,052	о.сл.	1,785	о.о.сл.	1,436	о.о.сл.

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
2,993	о.сл.	1,763	о.о.сл.	1,429	о.о.сл.
2,834	сл.	1,740	о.о.сл.	1,411	о.о.сл.
2,787	ср.с.	1,727	о.о.сл.	1,405	о.о.сл.
2,700	о.о.с.	1,706	о.о.сл.	1,390	о.о.сл.
2,581	о.сл.	1,695	о.о.сл.	1,349	ср.с.
2,431	о.сл.	1,675	о.о.сл.	1,334	о.о.сл.
2,384	сл.	1,646	о.о.сл.	1,319	о.о.сл.
2,277	о.сл.	1,627	о.о.сл.	1,218	о.о.сл.
2,204	ср.	1,618	о.о.сл.	1,2064	ср. сл.

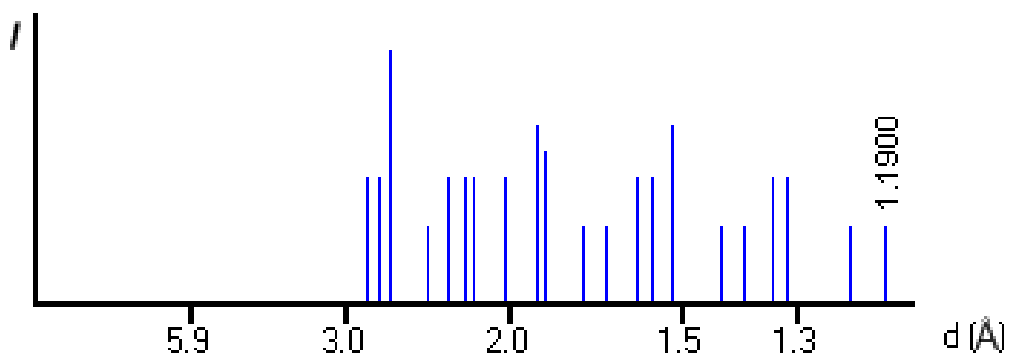


ІС: полоси поглинання при (см^{-1}) 455; 500; 560 – 700; 990; 1025; 1050.

$3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ – мервініт.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
2,84	50	2,03	50	1,53	70
2,74	50	1,90	70	1,43	30
2,66	100	1,87	60	1,39	30
2,41	30	1,75	30	1,34	50
2,30	50	1,69	30	1,32	50
2,20	50	1,61	50	1,23	50
2,16	50	1,57	50	1,19	30

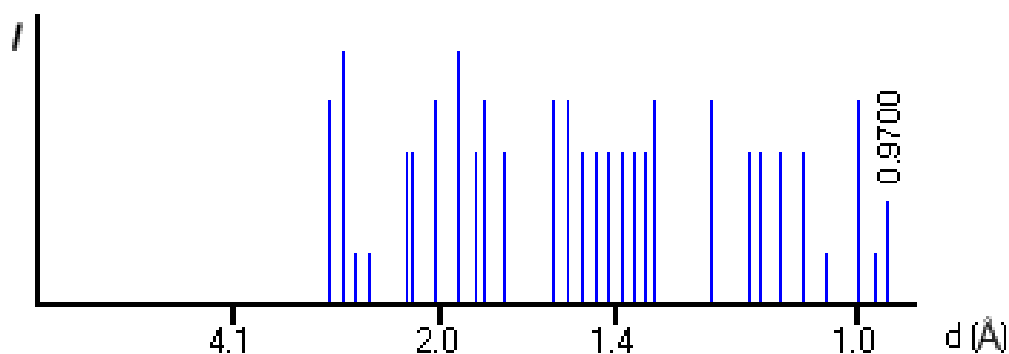


ІЧС: полоси поглинання при (см^{-1}) 930 –1040 (валентні коливання зв'язку Si–O); 430 – 440 (деформаційні коливання зв'язку Si–O–Si); 585 –590 (коливання зв'язку Mg–O).

4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃ –чотирьохкальцієвий алюмоферит.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	hkl	$d, \text{Å}$	I	hkl
7,24	ср.сл.	020	1,92	с.	202
3,63	о.сл.	031	1,86	о.о.сл.	152
3,39	о.о.сл.	121	1,81	сл.	080
2,77	с.	002	1,73	о.о.сл.	033
2,67	ср.с.	200	1,57	сл.	143
2,63	о.с.	141	1,53	сл.	341
2,57	о.о.сл.	051	1,51	о.о.сл.	082
2,43	о.о.сл.	211	1,50	о.о.сл.	280
2,20	о.сл.	231	1,45	о.о.сл.	233
2,15	о.сл.	240	1,42	о.о.сл.	004
2,04	ср.	161	1,39	о.о.сл.	342
			1,33	о.о.сл.	353
			1,32	о.о.сл.	282

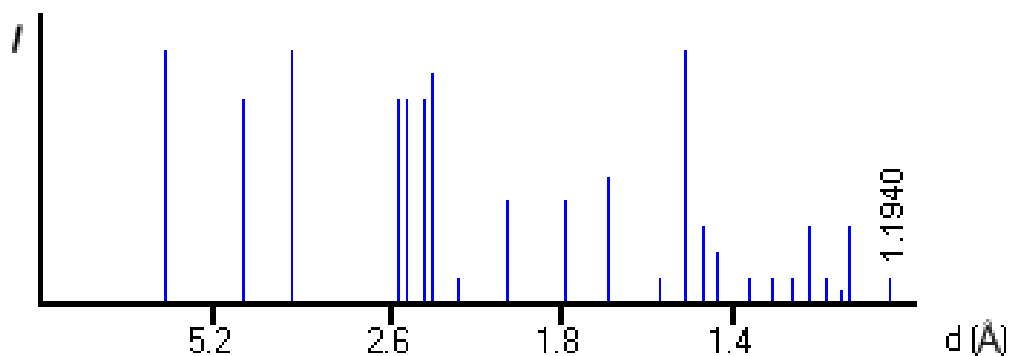


ІЧС: полоси поглинання при (см^{-1}) 410 с. (γ – FeO₆, ν – AlO₆), 530 сл. (можлива комбінація коливань), 610 сер., 650 с., 720 д.с. (комбінація коливань AlO₄⁻, FeO₄⁻, AlO₆- і FeO₂⁻ груп), 780 д. сл. (можлива комбінація коливань), 810 с. (ν_3 – AlO₄).

Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O – каолінит.

Дифракційна характеристика:

<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>	<i>d</i> , Å	<i>I</i>
7,14	10	2,291	6	1,429	2
4,84	1	2,248	1	1,390	2
4,61	2	2,186	2	1,347	2
4,48	3	2,137	1	1,337	4
4,36	4	1,993	6	1,306	6
4,17	4	1,940	3	1,290	2
4,09	2	1,896	2	1,283	7
3,85	2	1,786	5	1,265	5
3,73	2	1,711	1	1,247	6
3,57	10	1,685	2	1,235	6
3,32	3	1,665	7	1,199	3
2,77	4	1,619	4	1,189	3
2,559	4	1,589	2	1,126	8
2,489	6	1,541	5	1,113	2
2,378	4	1,487	10	1,097	3
2,338	8	1,453	3	1,082	3

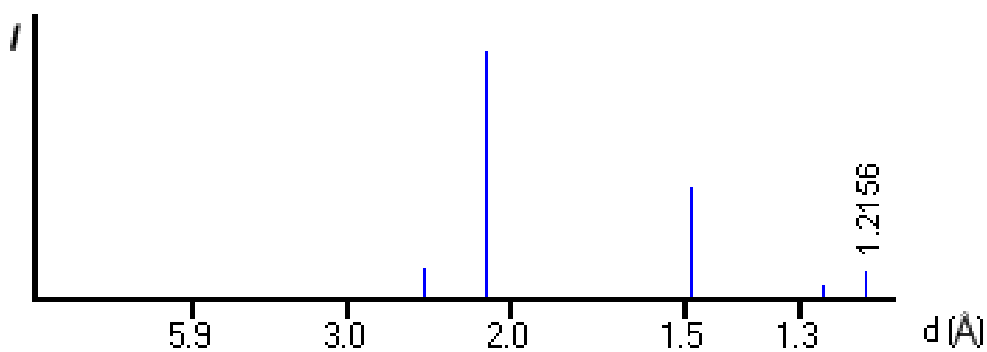


ДТА: (–) 480 – 590°C (виділення конституційної води з руйнуванням кристалічної решітки); (+) 950 – 1050 (кристалізація аморфного кремнезема або утворення муліта або силіманіта); (+) 1130 – 1250°C (слабий ефект, який спостерігають не у всіх каолінітів, можлива кристалізація залишкової аморфної SiO₂ після закінчення формування муліта. На термогравіметричних кривих каолініта фіксується втрата маси в інтервалі температур 400 – 550°C, яка відповідає видаленню конституційної води.

MgO – оксид магнію (периклаз).

Дифракційна характеристика:

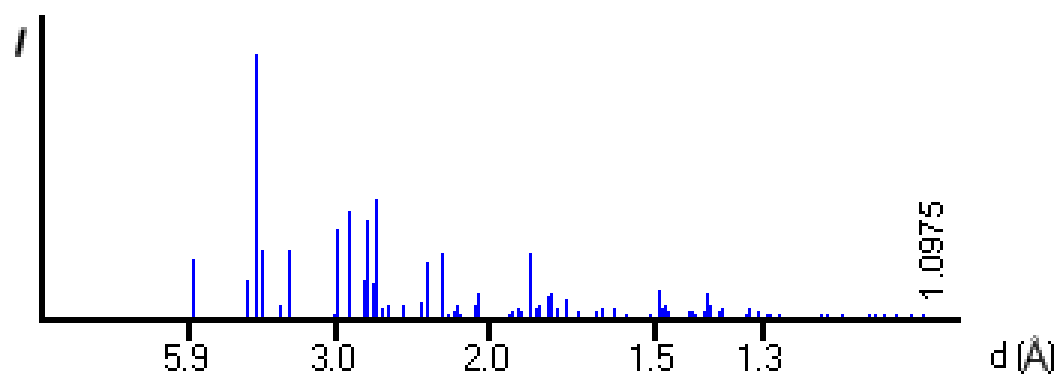
$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
2,431	9	0,9648	5	0,7103	3
2,108	10	0,9393	8	0,7005	4
1,485	10	0,8578	7	0,6637	4
1,268	6	0,8092	3	0,6411	1
1,213	8	0,7431	4	0,6330	3
1,051	6				



MgCl₂·6H₂O – хлористий магній.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
5,8	15	2,55	3	1,78	8
4,10	100	2,46	3	1,72	10
3,57	15	2,31	15	1,63	3
2,98	20	2,23	25	1,59	3
2,88	50	2,15	8	1,480	10
2,72	44	2,05	18	1,420	3
2,65	75	1,84	31	1,390	10
				1,365	3

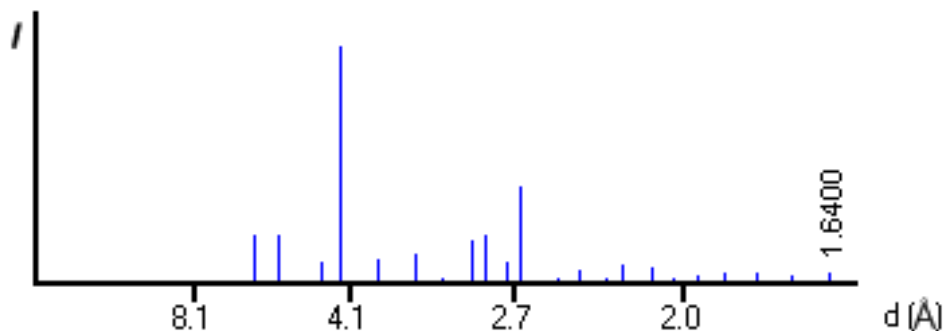


ДТА: (–) 116 – 120°C (плавлення з одночасним розкладом до чотирьохводного гідрату); (–) 155 – 190 (перехід чотирьохводного гідрату в двохводний з одночасним кипінням); (–) 230 (перехід двохводного гідрату в одноводний з одночасним розкладом солі); (–) 300 (розклад одноводного гідрату); (–) 470 – 540°C (дисоціація безводного продукту).

MgSO₄·7H₂O – сірчаноокислий магній.

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I
5,35	90
4,21	100
2,68	80

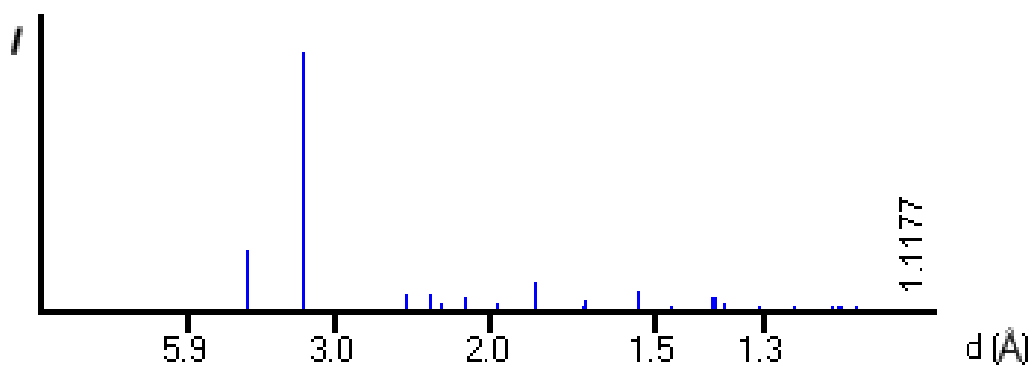


ДТА: (–) 55 – 58°C (плавлення з переходом в гексагідрат); (–) 85 – 90 (плавлення гексагідрата); (–) 105 – 110 (викіпання розчину); (–) 125 (дегідратація); (–) 135 – 145 (дегідратація); (–) 185 – 195 (дегідратація до моногідрата); (–) 320 – 340°C (повне обезводнення).

SiO₂ – оксид кремнію (кремнезем)

Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	hkl	$d, \text{Å}$	I	hkl	$d, \text{Å}$	I	hkl
4,24	5	10 $\bar{1}$ 0	1,539	9	21 $\bar{3}$ 1	1,1512	7	31 $\bar{4}$ 1
3,34	10	10 $\bar{1}$ 1	1,450	4	11 $\bar{2}$ 3	1,1130	1	30 $\bar{3}$ 3
2,45	5	11 $\bar{2}$ 0	1,380	8	21 $\bar{3}$ 2	1,0798	8	31 $\bar{4}$ 2
2,280	5	10 $\bar{1}$ 2	1,372	9	20 $\bar{2}$ 3	1,0622	2	40 $\bar{4}$ 0
2,231	4	11 $\bar{2}$ 1	1,2852	6	10 $\bar{1}$ 4	1,0462	6	10 $\bar{1}$ 5
2,123	5	20 $\bar{2}$ 0	1,2535	7	30 $\bar{3}$ 2	1,0420	5	40 $\bar{4}$ 1
1,975	4	20 $\bar{2}$ 1	1,2260	5	22 $\bar{4}$ 0	1,0330	7	21 $\bar{3}$ 4
1,813	9	11 $\bar{2}$ 2	1,1978	8	21 $\bar{3}$ 3	1,0132	7	22 $\bar{4}$ 3
1,668	5	20 $\bar{2}$ 2	1,1822	8	11 $\bar{2}$ 4	0,9876	7	40 $\bar{4}$ 2
1,656	2	10 $\bar{1}$ 3	1,1779	7	31 $\bar{4}$ 0			



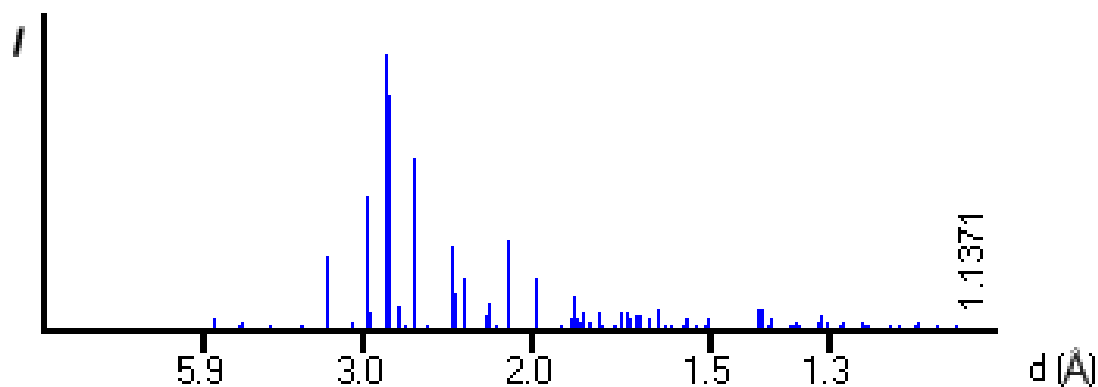
ДТА: (-) 573°C (оборотне поліморфне перетворення в α -кварц з теплою інверсії 18,84 кДж/кг).

ІЧС: сильні полоси поглинання при (см^{-1}) 467,3 – 463; 520,8 – 518,1; 694,4 – 689,7; 781,3; 800; 1093; 1159.

K_2CO_3 – карбонат калію (поташ).

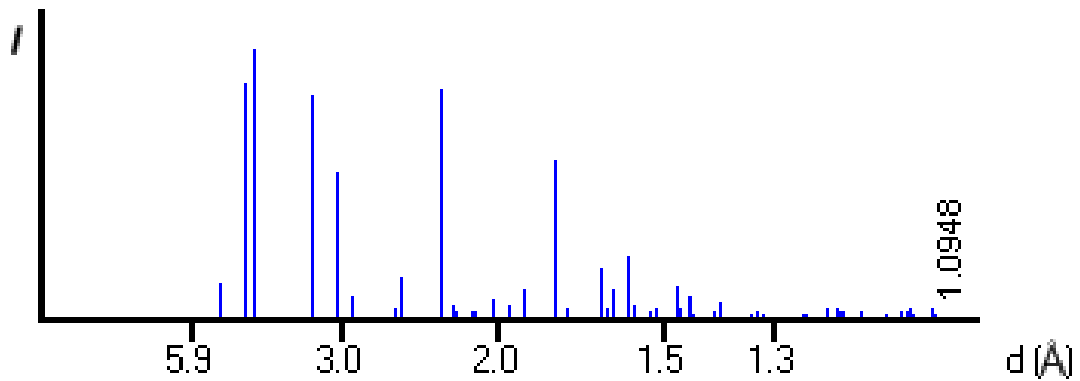
Дифракційна характеристика:

$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
7,0	2	1,99	10	1,31	2
5,5	2	1,85	8		
3,39	6	1,77	3		
2,97	16	1,70	3		
2,80	100	1,67	2		
2,61	32	1,61	3		
2,37	16	1,55	2		
2,31	8	1,50	2		
2,18	6	1,41	5		
2,09	14	1,35	2		



Na₂SiF₆ – кремнефтористий натрій.
Дифракційна характеристика:

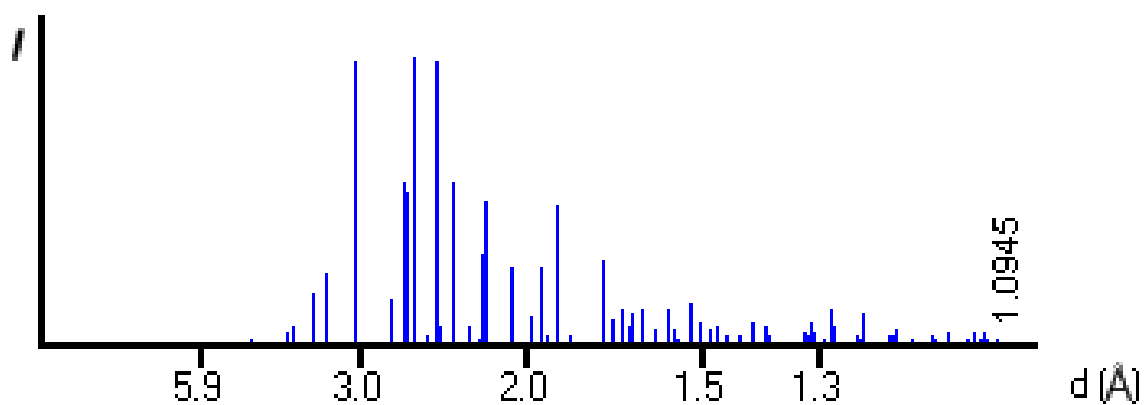
$d, \text{Å}$	I
4,44	6
3,34	7
3,07	3
2,29	10
1,80	8
1,591	3



ДТА: (–) 542 – 546°C (дисоціація).

Na₂CO₃ – карбонат натрію.
Дифракційна характеристика:

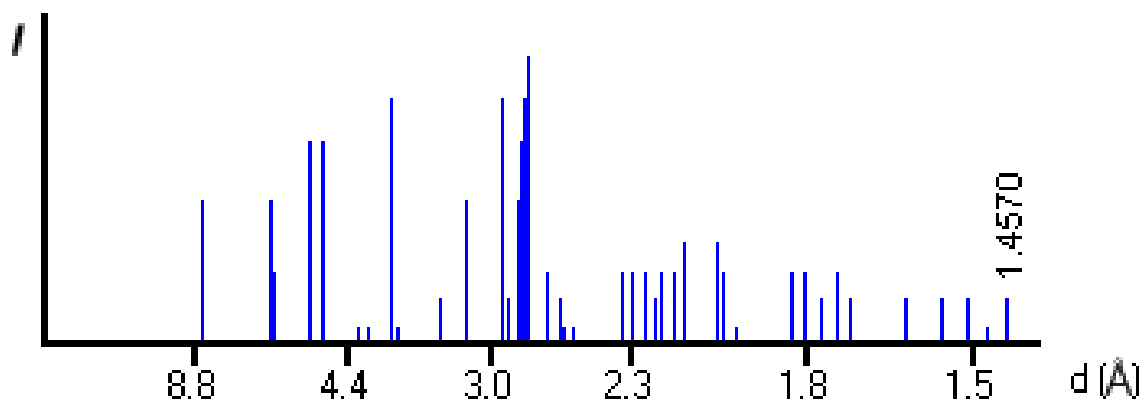
$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
3,43	8	1,79	4
3,22	18	1,71	25
2,96	80	1,67	12
2,85	2	1,62	12
2,70	20	1,57	25
2,60	60	1,52	8
2,54	60	1,48	16
2,36	100	1,45	6
2,25	40	1,42	4
2,18	60	1,39	8
2,11	4	1,35	4
2,02	14		
1,95	40		
1,88	40		
1,83	2		



$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ – метасилікат натрію.

Дифракційна характеристика:

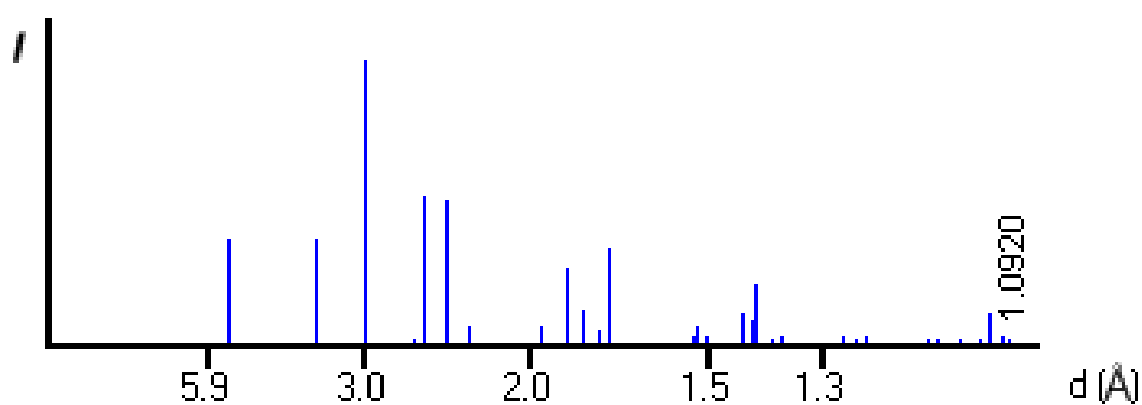
$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
8,7	10	2,19	10	1,40	5
5,9	10	2,12	8	1,35	5
5,3	5	2,02	15		
5,0	10	1,92	5		
4,75	15	1,82	10		
3,83	30	1,71	5		
3,16	10				
2,92	20	1,54	5		
2,79	100	1,51	5		
2,68	5	1,45	5		
2,53	9	1,43	5		
2,31	5	1,42	5		



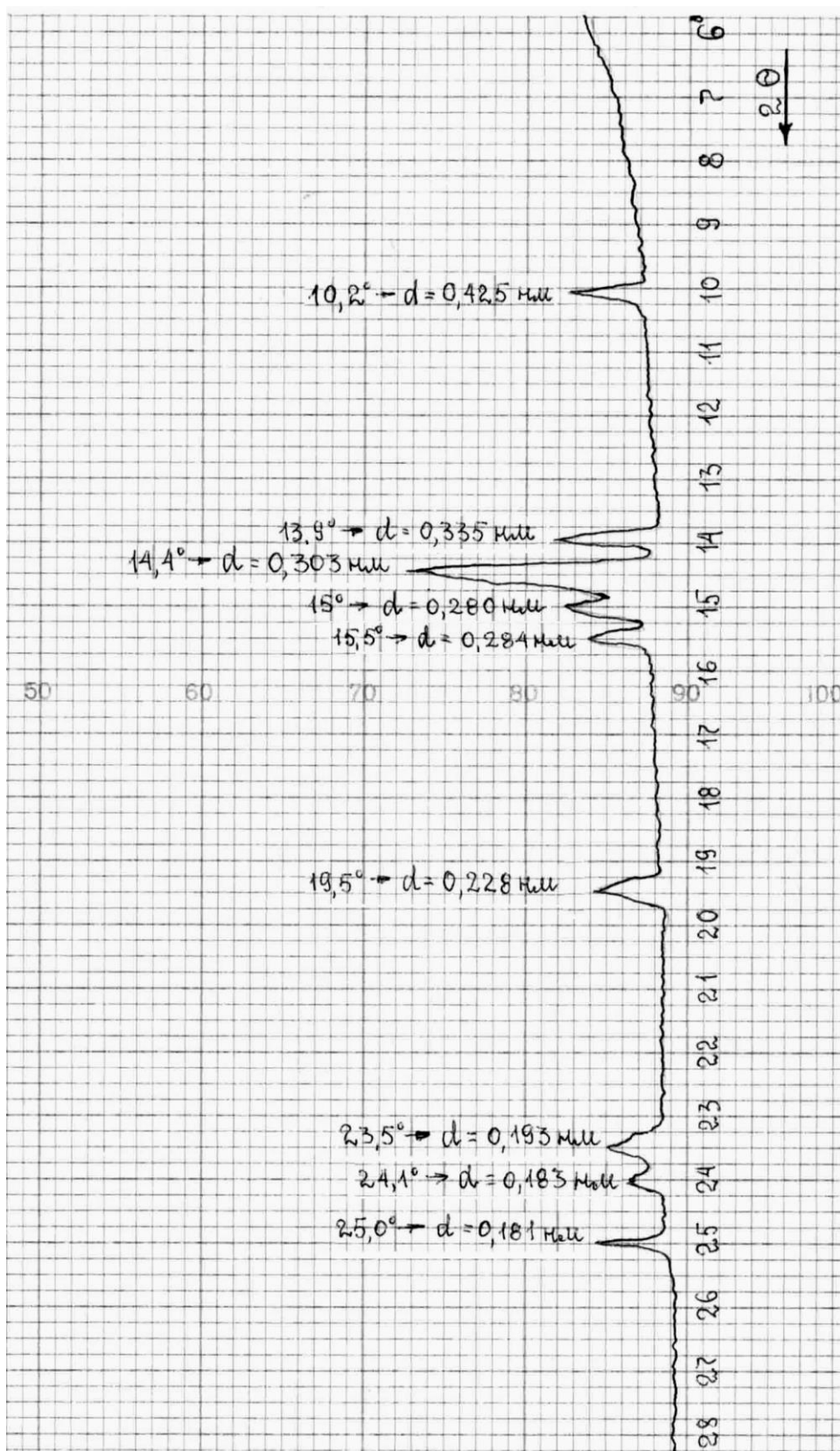
Na₂SiO₃ – силікат натрію.

Дифракційна характеристика:

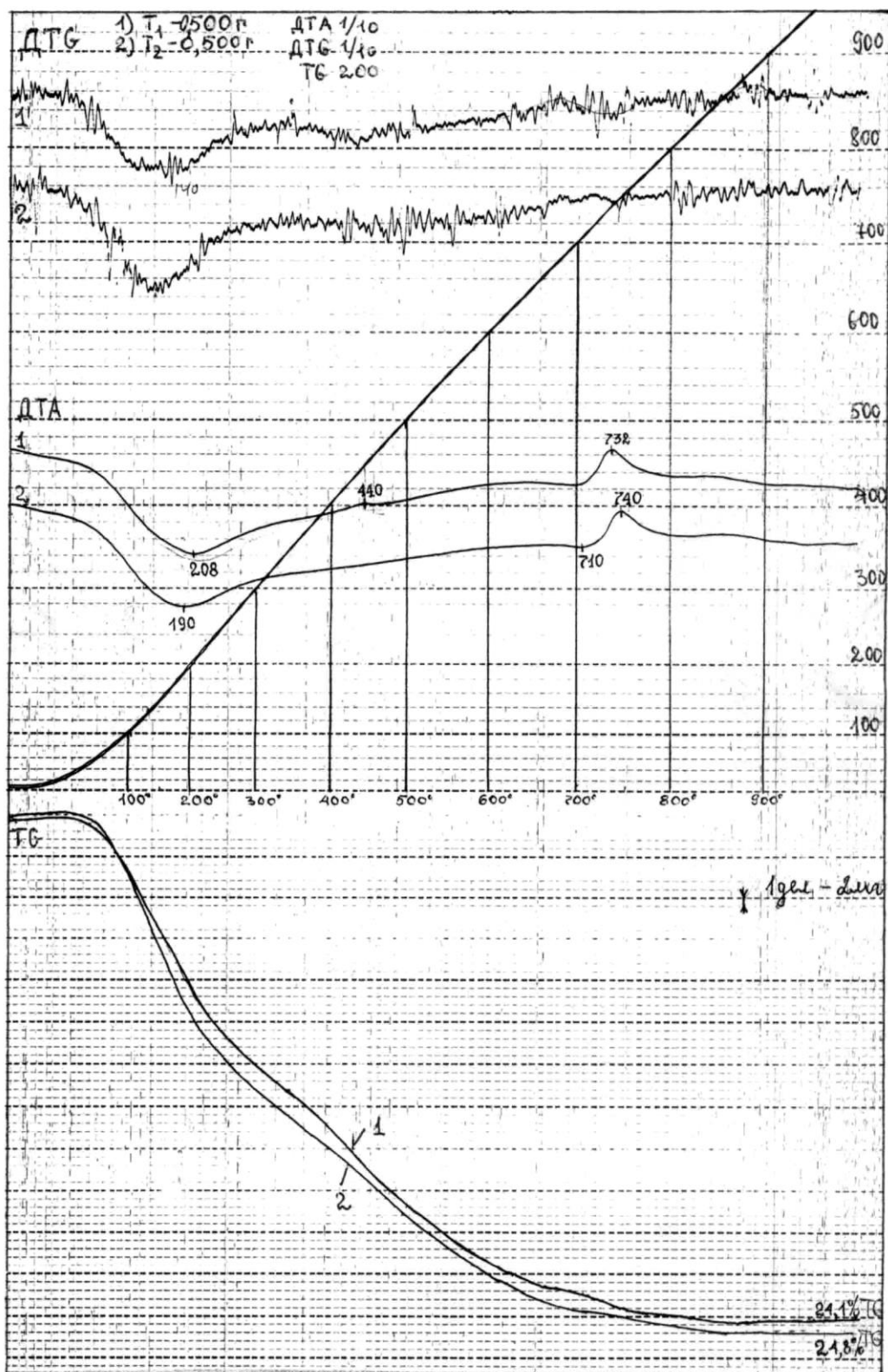
$d, \text{Å}$	I	$d, \text{Å}$	I
5,3	20	1,45	9
3,56	20	1,42	40
3,04	100	1,15	3
2,57	48	1,11	9
2,40	64	1,03	2
1,98	9	0,99	2
1,88	28	0,93	2
1,83	9		
1,75	40		
1,53	5		



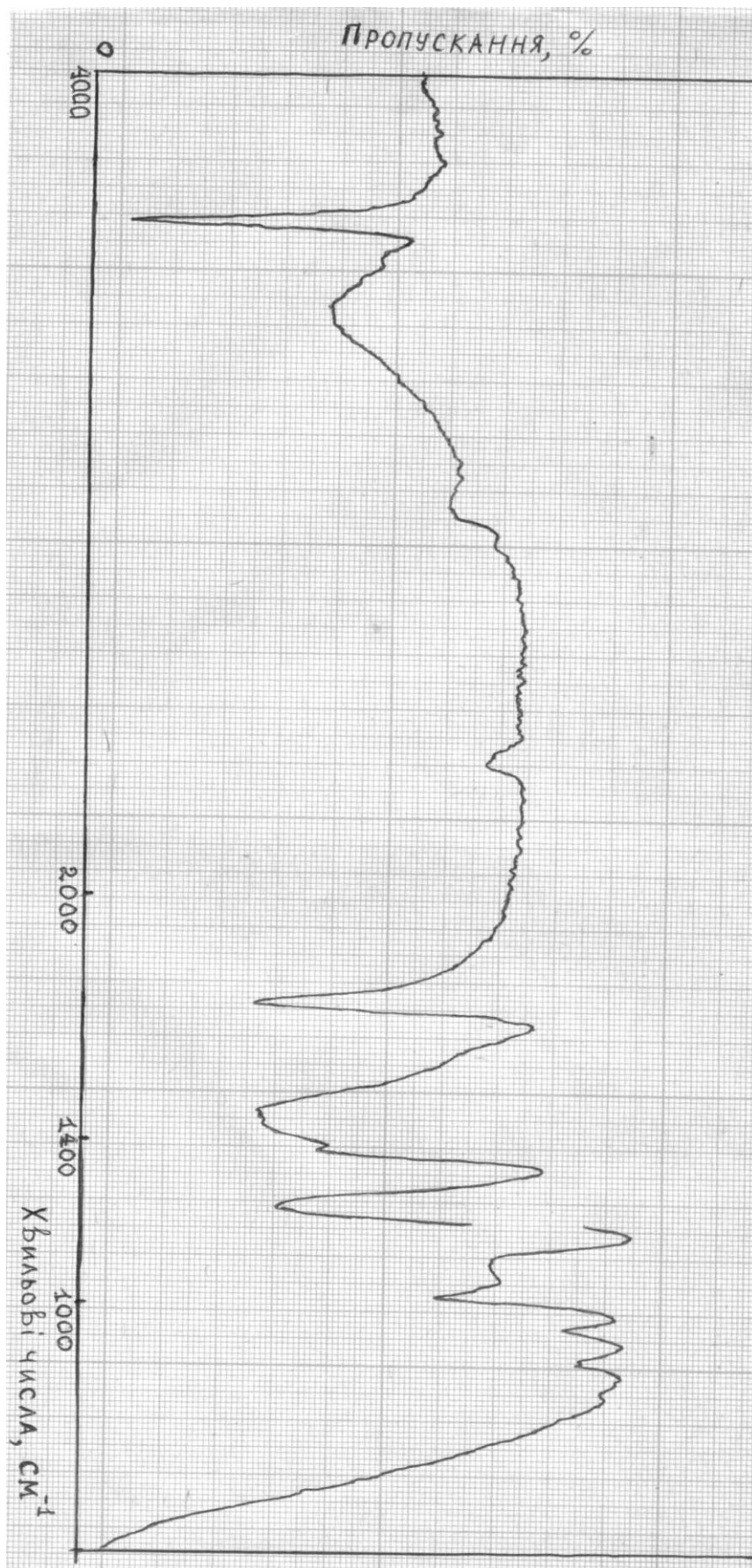
**Рентгенограма продуктів гідратації
вапняно-кремнеземистого в'язучого**



Приклад підготовленої до розшифровки термограми



Інфрачервона спектрограма полімінерального в'язучого



Список літератури

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'язучі речовини: підручник, К.:Основа. 2012. 446с.
2. Дворкин Л.Й., Дворкин О.Л. Строительные минеральные вяжущие материалы: учебное пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2011. 540 с.
3. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. – Чинний від 2011-09-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 17 с.
4. В'язучі гіпсові. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-82:2010. – Чинний від 2011-03-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 29 с.
5. Добавки активні мінеральні та добавки-наповнювачі до цементу. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-128:2006. – Чинний від 2007-01-01. – К.: Мінбуд України, 2006. – 12 с.
6. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму. ДСТУ Б В.2.7-185:2009. – Чинний від 2010-08-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 13 с.
7. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск. ДСТУ Б В.2.7-187:2009. – Чинний від 2010-08-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 22 с.
8. Пісок стандартний для випробувань цементів. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-189:2009. – Чинний від 2010-08-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 20 с.

В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

Методичні вказівки
до виконання індивідуальної роботи
для студентів спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія»
спеціалізації 192.04 «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

Укладачі: Константиновський Олександр Петрович
Троян В'ячеслав Васильович
Руденко Ігор Ігоревич

Випусковий редактор
Комп'ютерне верстання

Підписано до друку Формат 60x84 ^{1/16}
Ум. друк. арк. Обл.-вид. арк.
Електронний документ. Вид.№

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

Віддруковано в редакційно-видавничому відділі

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
ДК № 808 від 13.02.2002 р