

סקירה על דיוני הכנס על מיקרוסקופיה בתעשייה

ביזמת המכון נערך ב-23 ביוני מפגש טכני מוקדש לדיון בשימוש במיקרוסקופיה בתעשיות הקרמיקה והסיליקטים. אפשר לציין בספוק שבמפגש השתתפו 18 אורחים ו-11 מעובדי המכון.

המפגש התקיים בעתו משום שיש בדעת המכון לנצל ניצול מלא את הציוד החדש העומד לרשותו ולהציג בפני החברים את האפשרויות ואת התועלת שבכלים מדעיים אלה לפתרון בעיות טכניות.

המיקרוסקופ המקטב (The Polarizing Microscope).

ענין מיוחד לגבי בעיות ייצור קרמיקה וסיליקטים אחרים יש במיקרוסקופ המקטב המאפשר זהו מינרלים בעזרת תכונותיהם האופטיות האופיניות. החום ההגדלה שלו כרגיל נמצא בין 50 ל-1000 והוא שמושי במיוחד לתצפיות באור מועבר. כדי לצפות בדגמים עליהם להיות מושחזים לחתכים דקים בעובי של פחות מ-0.03 מ"מ, כך שהאור יחדור דרך החתך ואפשר יהיה להבחין בגבישים הבודדים. הוא מועיל גם לתצפיות בדגמי אבקה של חמרי גלם קרמיים.

משתמשים בטכניקות שונות כדי ליישם מכשיר רב-צדדי זה לשטחים שונים של כלי-יבית קרמיים חסיני אש, זכוכית וכד'. ברשות המכון מיקרוסקופ מקטב של Zeiss שהוא שמושי במיוחד לתצפיות באור מועבר. עבור תצפיות הן באור מועבר והן באור ישיר (מוחזר), וכדי לעשות צילומים, נמצאת במכון מערכת מיקרוסקופ Leitz-Panphot-Pol תצפיות באור ישיר נערכות על חומרים אטומים לאור או על מישטחים מלוטשים ומאוכילים. שיטת תצפית זו הנה שימושית ביותר לבדיקת מיקרו-מבנים ומיקרו-צפיפות של חומרים קרמיים.

מר א. שמיוביץ', מומחה המכון לפטרוגרפיה ולמיקרוסקופיה, הרצה במפגש על "בדיקת חסיני-אש אלומינור-סיליקטיים במיקרוסקופ המקטב". מר שמיוביץ' הוא גיאולוג ומינרלוג לפי הכשרתו ובעל נסיון רחב בתצפית ובזיהוי של סלעים ומינרלים. הידע שהוא רכש ע"י תצפיות בחמרים קרמיים טבעיים ניתן ללא קושי להתאמה למינרלים סינתטיים כגון אלה הנוצרים בעת תהליך השריפה בגופים קרמיים.

הטכניקה העיקרית בהכנת מידגמי הבדיקה מלבנים חסינות-אש היתה עשיית חתכים דקים. מפאת שבירותה ונקבוביותה הגבוהה יחסית של הלבנה חסינת-האש, יש צורך להספיג את הנקבים

בשרף אורגני חזק לפני החיתוך והלטוש, על מנת למנוע שבירת המבנה. אפילו בתמיכה זו, המוסיפה חוזק, דרושה מומחיות וסבלנות כדי להכין חתך דק וטוב.

בטכניקה נוספת הוכנו העתקים של משטחים ע"י שימוש בפילם אצטט מרוכך. התצפיות נעשו במיקרוסקופ המקטב של "לייץ" והוכנו תצלומים צבעוניים, בצורת שיקופיות 35 מ"מ, מהם הוצגו בהרצאתו של מר שמיוביץ', ובחלקן הן מובאות בעלון זה.

המחקר נעשה על שש לבנים חסינות-אש מתוצרת ישראל ואחת מתוצרת חוץ "Hysilin", המיוצרת ע"י חברת ג'נרל רפרקטוריס באנגליה. תכולת האלומינה נעה בין 35% ל-80%. המרכיב הגבישי העיקרי בלבנה אלומינו-סיליקטית הוא מוליט אשר מתפתח בשעת תהליך השריפה ממחצבי חרסית חסיני-אש ומתוספותיהם עשירות האלומינה. עם גידול תכולת האלומינה אפשר היה להבחין בווריאציות הבאות:

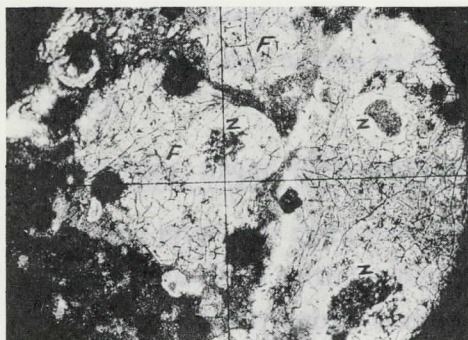


FIG. 2. HE 50 (50% Al_2O_3)

Zoned crystallization centers in incipiently crystalline grog. Cryptocrystalline mullite core is enveloped with a shell of better crystalline mullite, probably due to incomplete or pulsating reactions. Due to expansion and shrinkage the area around the zoned centers shows considerable fracturing. Plain light ($\times 125$)

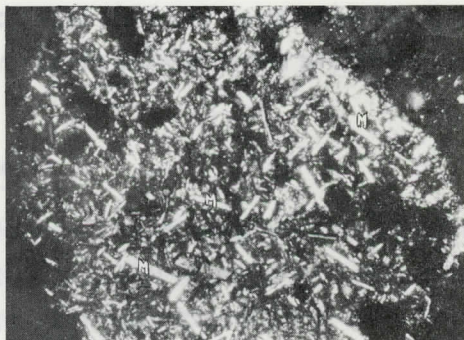


FIG. 1. HE 38 (38% Al_2O_3)

Octahedrally oriented mullite prisms in grog. Polarized light ($\times 125$)

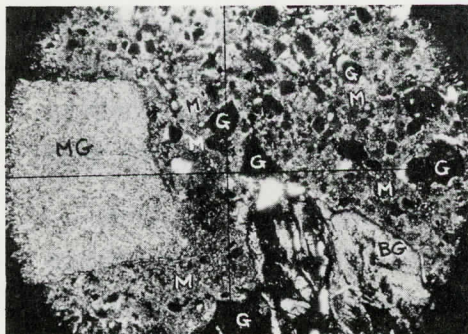


FIG. 4. HE 80 (80% Al_2O_3)

Well mullitized grog (MG) with one directional preferred orientation of mullite, banded grog (BG) in a matrix of devitrified glassy aggregates (G) and interstitial mullitized bond (M). Porosity and permeability poor. Plain light ($\times 44$)

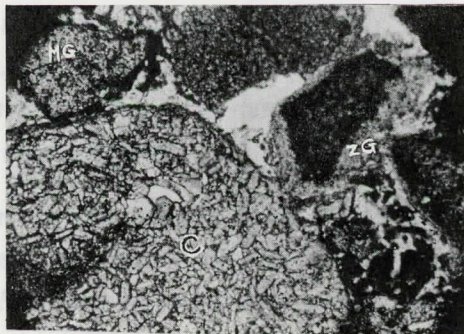


FIG. 3. HE 70 (70% Al_2O_3)

Grog of calcined bauxite converted to euhedral, closely packed crystals of corundum (C), some moderately mullitized (MG) and one fragment of zoned mullite grog (ZG). Interstitial porosity and poor permeability. White areas are void. Polarized light ($\times 125$)

(1) המוליט מראה דרגה גבוהה יותר של התפתחות גבישים הן לגבי גודל הגבישים הבודדים והן כחדות גבולות הגבישים.

(2) גדלה כמות המוליט בעל אוריינטציה מועדפת. קרוב לודאי שסוג האוריינטציה תלוי גם במבנה חלקיקי החרסית המקוריים ובהרכבם.

(3) גבישי המוליט יותר צפופים ולכן יש פחות חומר ברווחים בין הגבישים.

(4) ניכרים גבישי קורונדום ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) בלבנים עשירות האלומינה.

(5) עם עלית תכולת האלומינה יש פחות נקבוביות מחוברות ביניהן וקרוב לודאי פחות חדירות.

הודגם שהמיקרוסקופ המקטב הנו מכשיר מצויין להבחנה בין לבנים חסינות-אש בעלות הרכב משתנה במיוחד לגבי היווצרות מוליט. אולם קביעה כמותית של היווצרות מוליט במיקרוסקופ איננה בהכרח שוות-ערך עם קביעה כמותית ע"י הטכניקה של דיפרקציה קרני- $\times$ משום ששיטת הדיפרקציה של קרני $\times$ מבחינה בחומר קריסטלי גבישי שאי-אפשר לראותו במיקרוסקופ.

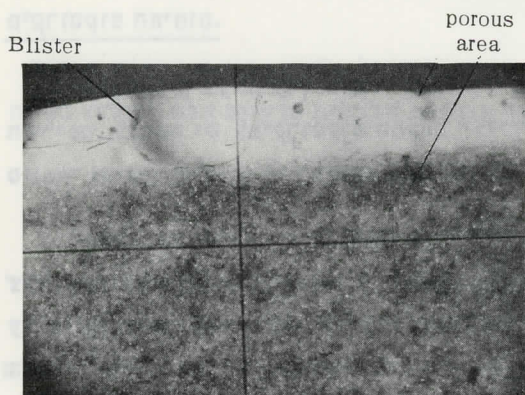


FIG. 6. Stereo microscope

Crosssection through Sanitary ware showing inhomogenous body and glaze blisters. ($\times 25$)

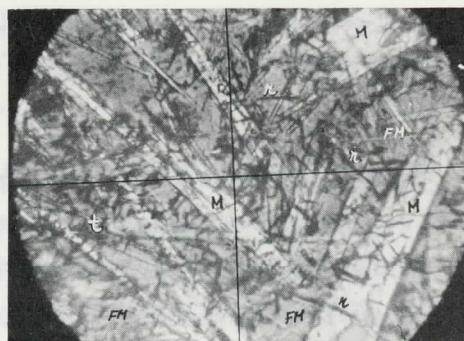


FIG. 5. HYCELIN (27-33% Al_2O_3)

Radiating needles and prisms of mullite (M) with finer interstitial mullite (FM) and rutile (r). Polarized light ($\times 44$)

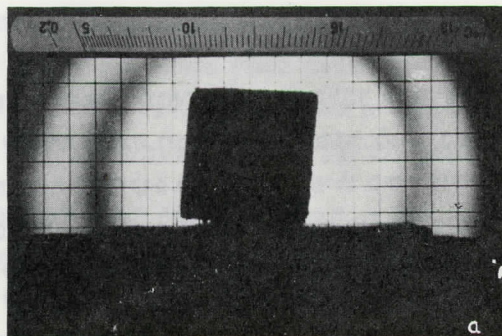
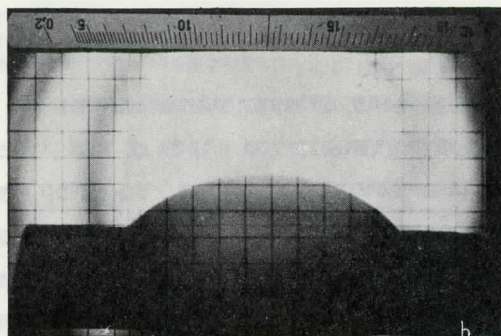


FIG. 7.

Spreading of glaze on wall tile body, viewed through the Leitz heating microscope.

(a) Frit pellet at 400°C ; (b) same at 1260°C . This figure illustrates the possible applications of the heating microscope, including measurement of wetting angles.

ע"י השוואת מיקרודמבנים של לבנים חסינות-אש שנעשו בשיטת ייצור שונות ומחומרי גלם שונים הדגים מר שמיוכף שהמיקרוסקופ המקטב הנו מכשיר מצויין לזיהוי מוצרים מייצור שונה.

הסטריאו-מיקרוסקופ:

לעתים קרובות מועיל הדבר לצפות במידגמים בהגדלה נמוכה (פי 6 עד 100) במיקרוסקופ סטריאוסקופי. לרשות המכון מכשיר "וילד M. 5". זהו כלי שאין לוותר עליו בתצפיות הקשורות בבעיות חרושתיות כגון חקר מבנה מישטח ומעקב אחר מקורם של ליקויי אימל או זיגוג. מכשיר זה מן הראוי שיהיה מצוי בכל מעבדה חרושתית. בעוד שהתוצאה הטובה ביותר מתקבלת ממיקרוסקופ מקטב ע"י צופה שהוא מומחה בקריסטלוגרפיה ובמינרלוגיה, הרי את סטריאו-מיקרוסקופ יכול להפעיל כל בעל עין חדה ושכל ישר. דרושים גם מינימום מומחיות וזמן כדי להכין דגמים לתצפית. כדי לאמת את הדבר, הראה המרצה חתך דרך מוצר קרמיקה סניטרית עם ליקוי בזיגוג, וממה שניתן היה לראות, התקבל על הדעת שליקוי הזיגוג מקורו יותר במבנה הגוף הקרמי מאשר בזיגוג עצמו. מיקרוסקופ החימום.

אינפורמציה בעלת ערך אפשר לקבל ע"י תצפית חומרים קרמיים במיקרוסקופ בשעת תהליך השריפה. כנספת יש למיקרוסקופ המקטב "לייך". הג' ל שולחן חימום המאפשר תצפית תהליכי סינטור והיתוך בואקום או באטמוספירת-מגן עד ל- 1750°C .

לעומת זאת יש במכון גם מיקרוסקופ חימום "לייך" מיוחד שבו הדגם מותקן בתנור אופקי. צללית מוגדלת של הדגם באורך 3-7 מ"מ, מוטלת ע"י המיקרוסקופ על מסך מזכוכית מלוטשת או על פילם-צלילום. שורה של תצלומים נותנת סקירה ברורה על המתרחש בשעת הסינטור וההיתוך. המכשיר מועיל במיוחד בקביעת נקודות סגסוג, נקודות היתוך ונקודות זרימה של קרמיקה, זכוכית וזיגוגיות.

תמונות מוקרנות הדגימו את השימוש בשיטה זו בקביעת כושר הרטבה ובמידת זווית ההרטבה בין זיגוג למישטח קרמי. שיטה זו מועילה במידה שווה בקביעת התנהגות ההיתוך של אמיל על משטח מתכת.

ויכוח כללי:

המשתתפים הכירו בעובדה שהמיקרוסקופ הוא כלי שאין לוותר עליו, לא בלבד עבור מכון מדעי, אלא גם לבקרת תהליכים חרושתיים. למשל יעילות טחינה וזמן הטחינה אפשר לבקר בפשטות ע"י קביעת גודל החלקיקים במיקרוסקופ. הודגש גם שהמיקרוסקופ הנו מועיל אפילו בידי אנשים פחות מאומנים מאשר מינרלוגים ופטרוגרפים. אולם מידה מסוימת של הכשרה בשביל טכנאים תהיה רצויה. הן באירופה והן באמריקה מתקיימים קורסי קיץ במיקרוסקופיה לקרמיקאים אשר הוכחה תועלתם הרבה. יש לחשוב על עריכת קורס ממושט בישראל.

אילו רק עורר הכנס מחשבות על השימוש בצידוד המיקרוסקופי של המכון לשם פתרון יישומים חרושתיים, ובלי לשים לב לתוצאות אחרות - כי גם אז היינו חושבים שמלא תכלית מועילה.