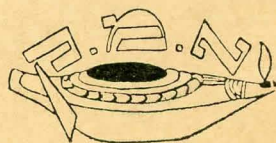


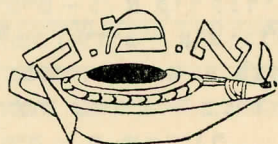
לא למכירה

מועצה מדעית לישראל
איגוד למחקר קרמי



י ל ק ו ט
האיגוד למחקר קרמי
מס. 7

מועצה מדעית לישראל
איגוד למחקר קרמי



י ל ק ו ט
האיגוד למחקר קרמי
מס. 7

תוכן הענינים

חמש שנות קיום האגוד — א. וישינסקי
ייבוש כלים קרמיים — ג'. א. קירקנדייל
דו"ח על השתלמות בארה"ב — א. אונגר
אנליסה כימית במעבדה קרמית — א. לבדסברג
דו"ח על השתלמות בארה"ב — ב. רוזנטל
דו"ח צנורות חרס — פ. שרייבר
על חמרי גלם וכרייתם — ח. רדי
על חרסיתים מהנגב — ז. בודנהיימר וא. ש. בראונפלד
טבלאות על קביעת החוזק המוצק בנוזל ליציקה
טבלאות על הפיכת מעלות פרנהייט לצלזיוס
טבלאות על שוה-ערך טמפרטורה או נקודת היתוך
של קונוסים
טבלאות על כח אלקטרו מניע—תרמי וזוגות תרמיים
ידיעות מהאגוד

דבר המערכת

גליון זה הוא השביעי בסדרת ילקוטנו מאז ייסוד האגוד למחקר קרמי, בשנת 1950. מובטחנו שקוראינו יקבלו בשמחה את הופעת בטאונם שוב בדפוס, ואנו מקוים שמכאן ואילך יופיע ילקוט האגוד תמיד בצורה ההולמת את תוכנו. את מרבית תוכנו של הילקוט הבא נקדיש להרצאות שתנתינה בכנוס הקרמי השני, שיתקיים בחיפה ובבאר שבע במחצית חודש דצמבר ש. ז.

המערכת

חמש שנות קיום האגוד למחקר קרמי

א. וישינסקי

מנהל האגוד למחקר קרמי, חיפה

אין בדעתנו כאן לתת סקירה מפורטת על אשר פעלנו בשטחים השונים, אבל על סמך הנסיונות המרובים שנרכשו עד כה נוכל להתוות בקרים כלליים את הדרך להמשכת פעולותינו בעתיד. ראשית למדנו שאין לבקש יעילות מכסימלית במספר הרב של פעולות המחקר שאנו מבצעים, אם אין אנו עושים בעת ובעונה אחת פעולה ערה גם בשטח הדרכה וחנוך מקצועי.

למדנו שאין להסתפק באינפורמציה בלבד על טיב חומרי הגלם, לא מבחינה אנליטית כימית ולא מבחינה קרמית, אם אין מבצעים נסויים מעשיים עם אותם החומרים בקנה מידה תעשייתי בכל ענף וענף ובכל התנאים הנתונים של המפעל. כמו כן למדנו גם אנו מהנסיון שאין להסתפק תמיד בתוצאה של האנליזה הכימית כשם שאין להסתפק בבדיקות קרמיות בלבד, אלא שיש להרחיב את המחקר בשטח המינרלוגי של החומרים כדי לזהות את אופי הגרעינים השונים הנמצאים בחומרים, על ידי מכשירים מדויקים שהומצאו בשנים האחרונות, כגון: זהוי חומרים באמצעות השיטה התרמית הדיפרנציאלית, על ידי קרני - X או על ידי מיקרוסקופים מיוחדים.

נוכחנו לדעת שאין לשים את הדגש בכל המחקרים שאנו מבצעים אך ורק על ניצול חומרי הגלם מהנגב בלבד, אם כי אנו רואים בנסויים אלה את אחד התפקידים העקריים של האגוד, הנסיון למד אותנו שבמקרים מסוימים עלינו לבצע גם נסויים עם חומרי גלם מחוץ לארץ. נוסף על כך עלינו להשתמש גם בנסיון שנרכש בהצלחה בשטח זה או אחר במפעלים רציניים אחרים בארץ עצמה. אבל מוטל עלינו התפקיד לבצע בעת ובעונה אחת נסויים מקבילים עם חומרי גלם מהנגב, בפרט ממחצבים של ואדי רמון (כידוע הצטברו אצל אנשי קרמיקה נסיונות עם חומרים אלה עוד מימי המנדט וגם מעבודות מחקר שנעשו בזמן האחרון במעבדת האגוד, אם כי ממחצב אחר בואדי רמון). בשטח הדרכה וחנוך מקצועי למדנו שאין להסתפק רק בהרצאות לחברי האגוד או קורסים לעובדים מקצועיים, אלא שיש לטפל גם באנשים האחראים באופן ישיר לבצוע תהליכי העבודה במפעל הקרמי. לשם כך אנו עומדים לערוך מדי פעם בפעם קורס מזורז למנהלי עבודה או למנהלי המחל-קת בתוך המעבדה של האגוד, במגמה למסור הסברים והדגמות על שיטות בקורת שיגרתית של חומרים ושל תהליכים שונים.

יש להקדיש יותר זמן מאשר עד כה לשטח הייעוץ הטכנולוגי למפעלים, המתלבטים בשל החלפת חומרי גלם מחוץ לארץ בחומרי גלם מהנגב. אין להכחיש שזאת היא אחת הבעיות העדינות שנתקלנו בהן עד כה, ואשר ניתנת לפתרון רק על ידי גישה אינדיבידואלית לכל מפעל והנהלתו, וגישה אוניקטיבית מוחלטת לכל אחד מחברי האגוד. אמנם יש לציין שחלה תזוזה מה בשטח זה, אבל כל עוד נמצאים מפעלים המהססים להביא לפנינו את בעיותיהם מתוך חשש של מסירת "סודות" (למרות שלא הצליחו עד כה לפתור חלק גדול מבעיותיהם בכוחות עצמם) נצטרך להמשיך בשכנוע חלק זה של חברי האגוד ולרכוש גם את אימונם באגוד ובסגל עובדיה. בכדי להדק עוד יותר את הקשר בינינו ובין המפעלים נפרסם בקרוב דו"ח חדשי על הפעולות השוטפות של האגוד מלבד הדו"חים והילקוטים שאנו מוציאים מדי פעם בפעם (מוכן שזה לא יכלול את המחקרים המיוחדים שאנו מבצעים עבור חברי האגוד).

תפקידי האגוד הולכים וגדלים עם התפתחותה של התעשייה הקרמית והתרחבויותיה בשטחים חד-
שים, כפרט בשמוש חומרי גלם מקומיים, משום כך אנו שוקלים כעת את התכניות שהביא לפנינו
פרופ. קירקנדייל מארצות הברית הנמצא בארץ מטעם ה-United States Operations Mission.
ידוע שהיקף האגודים למחקר קרמי בארצות מפותחות משקף את היקף התעשייה הקרמית
וטיב תוצרתה, וברור לנו שדבר זה חל לא פחות עלינו, ושאינן להבטיח בזמננו מפעל קרמי מפני
זעזועים ותנודות אם איננו מבוסס על מחקר יסודי.

אחרי חמש שנות קיום האגוד הזה אפשר לומר כודאות שאלה שנענו לפניית המועצה המדעית
להקים אגוד למחקר קרמי לא התאכזבו ונוכחו לדעת, לאור התפקידים המרובים והאפשרויות הג-
דולות, שאפשר, בגישה רצינית ובהתמסרות להגשים רעיון נועז ובלתי מקובל אצלנו: הקמת מוסד
שהיהוה מכשיר יעיל למחקר כל בעיותיה של התעשייה הקרמית בארץ.

ייבוש כלים קרמיים

ג. א. קירקנדייל,

מומחה לקרמיקה במשלחת הטכנית האמריקאית בישראל

ייבוש כלי חמר זוהי הבעיה המסובכת ביותר שעל היצרן הקרמי לפתרה. ייבוש בלתי מספיק או
בלתי נכון יגרום לפגמים אשר יתגלו רק לאחר שהכלי נשרף. רבים הם היצרנים שאינם מייחסים
חשיבות ותשומת לב ראויה לשלב זה של התהליך. ייבוש הוא, כפי הנראה, הפעולה החשובה ביותר
ביצור כל מיני מוצרים קרמיים החל מכלי אוכל וגמור בלבני שריפה. הכבשן הרגיל נבנה לשם
שריפת הכלים, אך כאשר מכניסים בו כלים לחים מצפים לפעולה שהכבשן לא הותאם אליה. צריך
להיות ברור ללא צל של ספק מהו מצב הכלי — אם הוא יבש או שאיננו יבש. כלי יבש רק על פני
השטח החיצוני יכויב. כמות קטנה ביותר של רטיבות בחלקו הפנימי של הגוף יכולה לגרום לסדקים
שכמעט אינם נראים לעין או להתפרקות כללית של הכלי, בהשפעת חום הכבשן. כמויות קטנות של
רטיבות בתוך הכלי יגרמו תקלות כאשר נוהגים שריפה של הגוף ושל הזוגית כאחת. הרטיבות
המתנדפת גורמת זחילה וחורי מחט בזוגית.

מנגנון היבוש

חומר פלסטי מרכב משלשה חלקים ראשוניים:

- (1) חלק החומר הצמנטי, הסיכתי, הקולואידלי אשר יתן את החוזק הפלסטי והמתכווץ בשעת
הייבוש והפסד המים.
- (2) החלקים או הגרגירים הבלתי פלסטיים, הבלתי סיכתיים הדרושים כדי למנוע התכווצות-יתר,
התעקמות וסדיקות.
- (3) פילמים של מים אשר נאחזים על פני השטחים של כל החלקיקים והמסייעים להתקשרותם של
אלה למסה אחידה. בייבוש אנו מעוניינים בהרחקת המים האלה הקשורים בדרך המכנית אל
חלקיקי הגוף.

שיטת הייבוש החשובה ככולן והנפוצה ביותר מתבטאת במושג הפשוט אידוי; הפיכת המים לאדי
מים. אידוי בא כתוצאה מלחץ אדים העולה עם עליית הטמפרטורה. כאשר לחץ האדים בתוך גוף
חמר שווה ללחץ החלקי של אדי מים בסביבה. נוצר מצב של שיווי משקל ואין כל אידוי. בעיית
ייבוש חמר מתבטאת בקיום ובוויסות תנאים של חוסר איזון בין לחץ אדי המים אשר בחמר לבין
לחץ האדים בסביבה. משיגים תנאים אלה על ידי ויסות הרטיבות של הסביבה והטמפרטורה היחסית
של החמר והסביבה.

בשעת הייבוש, יוצאים המים מן החמר כאדים. האויר מרחיק אדים אלה. כאשר שמים חמר רטוב לייבוש קיימת רטיבות על פני שטח החמר. לאחר שנעלמה הרטיבות יוצאים המים מהחלקים הפנימיים החוצה ומתאדים. מהירות האידוי קטנה (מואטת) מכיון שהמים באים עד פני השטח העליון באטיות, בתנאי טמפרטורה רגילים. אם האידוי מעל פני השטח העליון חל באותה מהירות שבה עולים המים דרך הצינורות הנימיים החוצה, משיגים תנאי ייבוש מהירים ותקינים. אך אם האידוי מהשטח העליון הוא יותר מהיר, נפסקת הזרימה הרצופה של המים אל פני השטח, היתרון של הפעולה הנימית מתבטל, והייבוש נעשה אטי מאד. פני השטח אמנם יבשים, אבל פנים הגוף איננו יבש. הלחץ הקטן הפנימי הנוצר בטמפרטורה הרגילה איננו מספיק לגרום לייבוש מהיר.

פ ע ו ל ת ה מ י י ב ש

מטרת המייבש הקרמי היא:

- (1) לספק חום לשם העלאת טמפרטורת המים, החמר והאויר, עד לטמפרטורת אידוי ולשנות את מצב המים מנוזל לאדים.
- (2) לספק זרימת אויר על מנת להרחיק את האדים הנוצרים על פני שטח הכלי.
- (3) לווסת את הרטיבות של האויר בכל שלבי הייבוש.
- (4) לגרום בתוך הגוף לחץ אידוי המספיק ליצור מהירות ייבוש מתקבלת על הדעת.

מייבש הבנוי היטב מבחינה הנדסית יכול לווסת את הייבוש של כלים קרמיים בכל שלושת השלבים הבאים: בשלבים הראשונים מורחקים המים והגוף מתכווץ. כאשר המים שבגוף נודדים החוצה ומתאדים, נמשכים זה אל זה ביתר חוזק החלקיקים של החמר והגופיפים הבלתי-פלסטיים עד אשר יימצאו, למעשה, במגע פסי (ההתכווצות נפסקת). השלב השני של הייבוש חל כאשר מורחקים המים שנשארו במרחבי הנקבים, לאחר שההתכווצות נפסקה. השלב השלישי — הרחקה סופית של המים שנשארו ונאחזו בגרגירים. את המים האלה מרחיקים לפעמים על ידי תשומת לב רבה אל השלבים המוקדמים של הייבוש בתוך הכבשן.

בשעת ייבוש כלי חמר, רצוי לשמור ולווסת את התנאים כך, שמהירות תנועת הרטיבות או הפיעפוע תהיה שווה בכל המסה בכל רגע שהוא. אם מסה רטובה ופלסטית של חמר מוצגת באטמור-ספירה חמה ויבשה חל האידוי על פני שטח החמר במהירות יותר גדולה ממהירות זרימת המים ממרכז הגוף החוצה. ההתכווצות של פני השטח גורמת להתהוות מאמץ דחיסה על הגרעין הפנימי של הגוף, אשר מביא להתהוות סדקים. כאשר החלק החיצוני של הגוף מתייבש יותר מהר מאשר החלק הפנימי שלו, וכתוצאה מכך מתכווץ יותר מהר מאשר חלקו הפנימי, נוטה הגוף להתעקם.

חמרים מאד קולואידליים וטחונים היטב, המכילים מייגומם של חמר בלתי פלסטי ומכסימום של מים, קשה ליבשם מבלי שיחולו בהם סדקים. בה במדה שיקטן הגרגיר, יקטן הניגום הממוצע. הנימיות לא תוכל איפוא במקרים רבים, לשמור על אספקה מספקת של מים על פני השטח העליון לשם החלפת המים שהתאידו, ולשמור גם על כמות מים שווה על פני השטח ובפנים הכלי. ייבוש מהיר ומווסת אומר מהזור מהיר, זרימה קבועה של כלים במפעל מבלי שים לב למזג האויר, לשטח ייבוש מוקטן, לאי-השתקעות של כלים רטובים בכבשן, והקטנת הפסדי המייבש.

ב י ק ו ר ת ה מ י י ב ש

מן ההכרח לספק למייבש אויר חם בנפח המספיק להתהוות פעולת הייבוש, מבלי להתחשב בשיטת חימום. צריך לבקר ולווסת את טמפרטורת אויר הייבוש כך, שתהיה קבועה בכל תנאי הייבוש, ושלא תהיה תלויה בשנויי האויר המקורי. את האויר ליבוש מחממים לפעמים חימום ישיר ולפעמים אוספים אותו כחום-הבא מקרור כבשנים. כך שבמקרים מסוימים נצטרך לקרר במקצת

את האויר ולא לחמם אותו. ביקורת אוטומטית של הטמפרטורה היא הדרך הטובה ביותר לייבוש תקין ויהיה הטפול באויר אשר יהיה.

לביקורת הריכוז של אויר הייבוש נודעת חשיבות דומה. בייבוש מוצלח של גוף חמר קיימת תמיד תקופת חימום מוקדמת. בתקופת חימום מוקדם זה לא יחול אידוי ולא יחול ייבוש. הכלי מחומם במידה שזה בכל נפח המסה, ולחץ האדים של רטיבות החמר עולה. אי-אפשר להשיג חימום מוקדם זה עם אויר חם ויבש לכן יש לשמור בזמן זה על רטיבות יחסית גבוהה באויר. לאחר החימום המוקדם של הגוף ועליית לחץ האדים בו עד לשיעור לחץ האויר הסובב אותו, מקטינים את הרטיבות היחסית בהדרגה, על ידי העלאת הטמפרטורה. רק אז מגיעה שעת הייבוש ממש.

אם נמצאים בשימוש מייבשים בעלי שיטת ביקורת מתאימה, ולאחר שנקבע מחזור הייבוש הרצוי ביותר, אפשר להמשיך בייבוש סדיר ימים רבים, מבלי להיות תלויים בתנאים החיצוניים, ואפשר לייצר מוצר אוזיד ולהקטין את ההפסדים הנגרמים בגלל יבוש בלתי מספיק או ייבוש מהיר מדי.

דו"ח על השתלמות בקרמיקה בארצות הברית אפריל - נובמבר 1954

א. אונגר

מפעל קרמי נעמן, חיפה

מחבר הדו"ח, מר איסר אונגר, עובד כמהנדס קרמי ב"נעמן" בע"מ, ב"ח ללכנים שרופות בחיפה. מר אונגר סיים בית ספר גבוה לקרמיקה במרכז אירופה, עלה ארצה ב-1922, ועסק במחקר קרמי כשנה; למקצועו חזר ב-1943, ומאז הוא ממשיך בעבודתו ב"נעמן", המייצר לבנים שרופות ולבנים וחמר חסוני אש (שמוטה), וחרסינה למבדדים חשמליים. כמו כן הוא עוסק בניסויים לייצר צינורות חרס וכלים העומדים נגד חומצות ("גזית", מפעל-בת, מייצר כלי בית מהרסינה).

מר אונגר מכהן כיושב-ראש האיגוד למחקר קרמי.

המטרה הכללית של הסיוור

התעשייה הקרמית המודרנית בארצנו אינה קיימת יותר מ-20 שנה. ישראל, כארץ קולטת עלייה, ובעלת אוכלוסייה הגדלה בקצב מהיר, זקוקה לפיתוח ענפי תעשייה. כמה מחומרי הגלם הקרמיים כבר נמצאו והמחקר הגיאולוגי ממשיך לגלות חומרים נוספים. במובן זה זכתה הקרמיקה יותר מתעשיות אחרות שעדיין חסרות חומר גלם מקומי.

הקרמיקה היא מקצוע עתיק-יומין, אולם רק לפני 70 שנה, בערך, התחילה הכימיה הנסיונית לחדור אליה, ואין יותר מ-40 שנה מאז הפיסיקה והכימיה המודרנית הולכות וכובשות מקומן ומשתלטות בקרמיקה. למעשה ולהלכה.

טכנולוג, הרוצה לשמור על הקשר עם ההתפתחות הטכנית בשדה פעולתו מחוייב לקרוא בהתמדה את הפרסומים, אבל אין דרך טובה מאשר ללכת לארצות מפותחות וללמוד במפעלים ובמוסדות מדע את השיטות והתגליות החדשות. בכוונה זו נסעתי באפריל 1954 לארצות הברית לתקופה של חצי שנה. ביזמת "האיגוד למחקר קרמי" הציעה המועצה המדעית שעל יד משרד ראש הממשלה "סיוע הטכני" של ארצות הברית (U. S. Operations Mission) להעניק שתי סטיפנדרות ללימוד הקרמיקה, ואני זכיתי באחת מהן.

תכנית, לחלק את זמני בין למודים במכוני אוניברסיטאים ובין עבודה ותצפיות במפעלי ייצור, נתקבלה בוועידת הסיוע. התכנית בוצעה ע"י משרד ההדרכה של מחלקת העבודה הממשלתית של ארצות הברית.

סדר כללי של הלימודים

(1) שלושה שבועות בוועידת הסיוע, אינפורמציה כללית ומסירת דו"ח בסיום.

(2) חודש אחד במחלקה הקרמית של האוניברסיטה במדינת ניו-יורק באלפרד.

- (3) חודש ביקורים שונים, בעיקר בסביבת טרנטון במדינת ניו-ג'רסי. (Trenton, N.J.)
- (4) שלושה שבועות ביקורים בעבודה במפעלים במדינת פנסילבניה.
- (5) חודש ימים, בעיקר במכון לניסוי הנדסי במחלקת הקרמיקה של האוניברסיטה של מדינת אוהיו בקולומבוס וביקורים במפעלים שונים.
- (6) שבועיים בשיקאגו מדינת אילינוי, ביקורים במוסדות מדע ומפעלים.
- (7) כחודש בקליפורניה, ביקורים במפעלים שונים ובמוסדות מדע.

במוסדות לימוד

המחלקה הקרמית של האוניברסיטה של מדינת ניו-יורק באלפרד היא הגדולה ביותר בארצות הברית וכנראה בעולם. המקום — אלפרד — כפר קטן בסביבה יפה והררית ואקלימו נוח מאד. שטח המחנה (Campus) והאוניברסיטה תופש את רוב הכפר. שיטת הלימוד באמריקה שונה במקצת מזו שבאירופה. הלימודים הם פחות חפשיים, דומים יותר לשיטה של בית ספר תיכוני. כל שבוע חייבים התלמידים למסור עבודות; יש מבחנים לעתים קרובות. הדרישות לגבי התלמיד הן ברורות, ומשטר הלימודים אינו דומה ל"חרות האקדמאית" הידועה באירופה. על יד האוניברסיטה יש מכוני מחקר המבצעים עבודות מחקר יסודיים ומיוחדים. רוב רובן של עבודות אלו נעשות ביזמתה ובתמיכתה של המדינה, ושל איגודים, קבוצות מפעלים או מפעלים בודדים. העבודה מתנהלת על ידי פרופסורים העוסקים אך ורק במחקר או שעוסקים בו נוסף להוראה באוניברסיטה. עוזריהם הם בעיקר מהנדסים צעירים מצטיינים מבוגרי האוניברסיטה. היחס בין המורה והתלמיד הוא ידידותי ביותר. האוניברסיטה שוכנת בבנינים מרווחים ויפים והמעבדות הרבות מצוידות בכל המכשירים הדרושים.

ליד המכונים יש גם מחלקה לניסוי חרושתי (Pilot Plant) המאפשרת להעתיק כל עבודת ייצור קרמי, בנאמנות האפשרית ביותר, לתנאי ייצור במפעל. לא קל היה לי להתאים את עצמי למסגרת הזאת לזמן קצר של חודש ימים בלבד, מה גם שבאתי בסוף הסמסטר השני, כשכל המורים והתלמידים עסוקים בבחינות הגמר. אבל היחס הנאה, והעזרה שהוגדרה לי היו תופעות נעלות של רצון טוב. מובן שנצלת את הספריה הגדולה ושם עבדתי רוב הזמן. אירגון הספריה מאפשר לרכז עבודות גדולות בזמן קצר, כי הספרנים הם אנשי מקצוע מנוסים ולעזרתם נמצאים קטלוגים של נושאים. בעזרת קטלוגים אלה יכולתי למצוא ולרכז ידיעות ואינפורמציה על נושאים שונים בשפות שונות מתוך ספרות של שנים רבות. עבודתי המעשית היתה בעיקר בדיקת כמה חרסיתים של ואדי חתירה, המכתש הגדול, באנגליסה תרמו-דיפרנציאלית. החודש באלפרד היה פורה מאד וקידם אותי בלימוד הבעיות המיוחדות שענינו אותי, בליטוש השפה ובהכרת חיי האוניברסיטה האמריקאית.

חודש שני ביליתי בלמודים תיאורטיים במחלקה הקרמית של תחנת הנסיונות ההנדסית של האוניברסיטה של מדינת אוהיו בעיר קולומבוס. (Ceramic Dept. Engineering Experimental Station, Ohio State University).

בתחנת הנסיונות עובדים רק אנשי מדע, אחדים מהם בעלי שם עולמי ועוזריהם הם בוגרי האוניברסיטה, צעירים שהצטיינו וקיבלו סטיפנדיה. במסגרת זו מצאתי אפשרויות רבות ללימוד חשוב ומענין. חבר המורים ישב אתי, הפגיש אותי עם עוזריו במעבדות השונות ובנושאים השונים. עבדתי בעיקר על בעיות של צנורות חרס, חרסינה חשמלית, חומרים חסוני-אש (שמוטה). תחנת נסיונות זו עוסקת לרוב בבעיות מעשיות, החלק הגדול ביותר של העבודה נעשה בתמיכה כספית מבחוץ. רמת המחקר היא גבוהה מאד ולעתים מסתעפת גם למחקר טהור. כמו כן עומדים אנשי מדע אלה בקשר הדוק עם המפעלים השונים ומבקרים בהם לעתים קרובות. קשר זה היה גם

לי לתועלת רבה, וקבלתי הזמנות רבות לבקורים במפעלים חשובים בכל חלקי ארצות הברית המחלקה הקרמית של אוניברסיטת אוהיו היא הותיקה בעולם, נוסדה בשנת 1898 ע"י פרופ' Orton נוכחתי לדעת שרק במכון מדעי אפשר לקבל אינפורמציה טכנולוגית בעלת ערך. במפעל ייצור בדרך כלל, קשה יותר להפגש עם המומחים המתאימים מתוך סיבות מובנות, גם הרבה יותר קשה לקבל אינפורמציה, והמבקר מהסס במידת מה לשאול שאלות רבות. אין גם הרבה זמן ואפשרויות הכרה זו הביאה אותי לחלוקת זמני בין לימוד ממש במכוני מחקר ובקורים במפעלים לשם תצפית במקום הראשון חקרתי את ה"למה" ו"המדוע", ובשני את ה"כיצד עושים זאת".

בין יתר המוסדות בקרתי ב־ Armour Foundation בשיקגו המבצע מחקר בקנה מידה בינלאומי, ובאוניברסיטה של מדינת קליפורניה בברקלי — שם עוסקים במחקר יסודי. המחלקה ללימוד הנדסה קרמית נמצאת עדיין בשלב של הקמה.

ל ב נ י ב נ י א

קיים הבדל בין לבנת בניה אחורית ולבנת צפוי. את הלכנה האחורית מייצרים בשתי שיטות: הראשונה הנהוגה בעיקר בעמק ההודסון במדינת ניו יורק, משתמשת בחמר רטוב (Soft mud) בלבד והמכונה מעתיקה בעצם את יצוב היד בתבניות עץ, אבל תפוקתה היא 120.000 לשמונה שעות. השיטה השנייה משתמשת בחמר קשה יותר (Stiff mud) עם לא יותר מ־16% מים במדינות המזרח ו־20% בקליפורניה. המכונה היא מכבש החילוון. הלכנה הירוקה היא כה יציבה עד שאפשר לערום 8 לבנים בגובה ישר על עגלות הייבוש, או תנור המנהרה. ברוב המפעלים שורפים את הלכנה בתנור שדה. השיטה היא קדומה אך הביצוע משוכלל וממוכן ביותר. ידו של העובד נוגעת בלבנה רק פעם אחת — מסרט המכבש עד לעגלת הייבוש. יתר ההעברות נעשות במזלגות המכניים השונים. הלכנה היא פשוטה ובדרך כלל לא מדויקת במידותיה. היא חזקה. פה, ככהרבה ענפים אחרים בארצות הברית, הגיעו להסכם הדדי בריא שהפך לנוהג בין היצרן והצרכן—אין מגזימים בדרישות מיותרות. לצרכי ציפוי הבנינים, משתמשים בלבני ציפוי, לרוב בלוק חלול, לפעמים עם כסוי־זוג. פה הדרישות הן גבוהות וכמוכן גם המחיר גבוה. את הלבנים האלו אורזים בקפדנות לשם הובלתן ואין עורמים אותן לערימה על יד הבנין, כדוגמת הלכנה הרגילה. כמעט שלא ראינו בנינים מטויחים מבוהן. האדריכל האמריקאי יודע היטב להשתמש בלבנים סטגנויות. לעתים קרובות מאד רואים קירות הבנויים מלבנים עשויות במכונה, אלא שהתאמצו לתת להן צורה ואופי של לבנה עשויה ביד ששטחה החיצוני גם, וקריה בלתי ישירים.

צ י נ ו ר ו ת ח ר ס

הייצור של סחורה זו מבליט את ההבדל הניכר הקיים עוד בארצות הברית בין מפעלים ותיקים, ביחוד במדינות המזרח, ובין מפעלים חדשים מודרניים בעיקר בחוף המערבי. עבדתי שבועיים במפעל של Robinson Clay Products, Cleofeld, Penna. מפעל זה הוקם לפני יותר מ־40 שנה. את החומר מביאים ממכרות חרסיתים, S. bole מין חמר קשה לוחי ההופך לאחר טחינה לחומר פלסטי, וחרסית אפורה פלסטית. המכרות פתוחים במדרוני הגבעות ויש לרוב שכבות פחם דק בין החרסיתים שלעתיים אפשר לנצלם להסקת הכבשנים, זהו בודאי מצב אידיאלי. עובי השכבות הוא בדרך כלל ממטר וחצי עד ל־4 — 3 מטר. מחפר חופר את החומר (לפעמים בעזרת פיצוצים) ומעמיס אותו על המכונות. מכונת הטחינה היא (Dry pan) ואחר כך (Wet pan). החומר מועלה לקומה החמישית ובמכבשים אנכיים נלחץ בלחץ הקיטור לצנורות. כ־12 פועלים עסוקים מסביב למכבש (Steam power extruder). ההובלה הפנימית של הצנורות נעשית בעגלות, הייבוש על רצפות עץ, מקור החום הוא קיטור.

צורות מיוחדות, כמו זוויות, צלבים, הסתעפויות ומלכודות נעשים בחלקם על ידי הדבקה של צנורות או בתבניות גבס. זה מעסיק פועלים מקצועיים ברמה גבוהה. השריפה נעשית בתנורים מחזוריים (27 במספר) בעלי קוטר פנימי של 12 — 11 מ' (Beehives). התנורים עומדים בחוץ, תחת כיפת השמים. ההסקה בפחם הנ"ל, בטמפרטורה של 1140°C , ממליחים את התנור על ידי הכנסת מלח רגיל מדי פעם לתוך פתחי ההסקה. זה יוצר את זיגוג המלח על הסחורה. מיצרים צנורות מ"4 עד ל"30. את שברי הצנורות הפגומים מחזירים למסה. טיב הסחורה גבוה, הייצור הוא מסורתי.

תמונה אחרת לגמרי מתקבלת בחוף המערבי, בקליפורניה. בקרתי בשלושה מפעלים של Golding. גם פה משתמשים לפחות בשני מיני חרסיתים, האחד צבעוני, והשני יותר חסון אש. אין מרבית להכניס שבר שרוף. המפעלים בנויים לרוב בקומה אחת והבניינים פתוחים יותר. רק את הצנורות בקוטר יותר מ"8 מיצרים במכבשים אנכיים (עד "36), לעומת זאת את ה"4, "6 ו"8 מיצרים במכבשי חילזון אופקיים והגיעו למיכון גמור בעזרת מפתחות סולינואיד ובוכנות אויר דחוס Solenoid switch controlled pressure cylinder.

ראיתי מכבש אוטומטי כזה שרק עובד אחד עובד בו בהעברת הצנורות ליבוש. רוב רובו של המיכון מתוכנן במפעלים עצמם. השיטה של סולינואיד גרמה למהפכה ממש, כי היא מאפשרת להתאים בקלות פעולות למיכון על ידי חיבור בתוך כתלי המפעל. רק את הצנור של "4 מכסים בזיגוג פנימי. היות וזה נדרש לפי חוק הבניה. יתר הצנורות מיוצרים בלי זיגוג בכלל. תוכנן שאין צורך בכך יש ביקורת מתמדת על טיב המוצר, הנעשית יום יום ע"י מבקרים מיוחדים.

יש נטייה להגדיל את אורך הצנור. היום כבר מיצרים צנורות של 1.50 מ'. ראיתי באוניברסיטה באוהיו צנורות של "4 ובאורך של 3.00 מ'. הם היו ישרים כסרגל ישר. הנטייה השניה היא לבטל את ראש החיבור. צנורות עד "8 נשרפים לרוב בתנור מנהרה, צנורות במדות יותר גדולות בתנורים עגולים רגילים מחזוריים, טמפרטורת השריפה — מסביב ל"1100°C.

לבנים חסונות אש (שמוטה)

תעשייה זו היא תעשיית מפתח, ובארץ תעשייתית כארצות הברית היא, כמובן, תעשייה חשובה וגדולה. המטלורגיה בלבד צורכת כמויות עצומות של חומר חסון אש. הדרישות היסודיות של סוגי החמר, אשר מגיב חומצי, סתמי ובסיסי, לדרגות השונות של טמפרטורה, לחוץ מכני ועוד היו גורמות לרייבוי הסוגים ולחתמחות הרבה בייצור זה. לרשות התעשייה האמריקנית עומדים הרבה מכרות של חרסיתים חסוני-אש, ולעתים קרובות הם נמצאים בקרבת הפחם וכמובן קרוב גם למרכזי הצריכה. סוג מיוחד של חרסית כזאת נקראת Flint clay. בדרך כלל קשה וסלעי ועם אחוז גבוה של אלומינה, מסביב ל"40. לשם עיצוב, אם פלסטי או בלחיצה מכנית חצי פלסטית, מוסיפים את האחוז הדרוש של חרסית פלסטית. רק לסוגים היותר טובים מוסיפים חומר שרוף (גרז). לבנת השמוטה היא בדרך כלל קשה מאוד. השריפה נעשית בתנורים מחזוריים או במנהרה. יותר ויותר משתמשים בלבנת בידוד חסונות אש. אם הדרישה היא רק עד ל"1200 — 1000 אזי אין זה מהווה בעיה טכנית קשה. אבל כל החישובים התרמוטכניים הראו שהחסכון הגדול ביותר הושג אם צפוי הבידוד נמצא ממש על יד האש. משום כך השתדלו לייצר לבנה מבודדת שתוכל לעמוד בטמפרטורות גבוהות (Hot face insulating brick). הבידוד הושג על ידי יצירת נקבונים קטנים בלתי מחוברים זה לזה. את המטרה הזאת משיגים בעיקר בשתי שיטות: הראשונה והעקרית — על ידי תוספת גרגירי חומר אורגני, לרוב נסורת, שגשרף בתנור ומשאיר את הנקבונים אחריו. השטה השניה יוצרת קצף על ידי תוספות שונות בתוך עיסת החרסיתיים. יש עוד הרבה בעיות לפתרון בשיטה זו. נוהגים לצקת מוצרים דקים, כמו מכילי שריפה (קפסולים Saggais) לחותות, ועוד,

כשהעיסה מושמת בתוך תבניות גבס, דוגמת היצור של כלי בית. במקרה של מכילי שריפה הביא תהליך זה להשבתת המוצר ולהארכת שימוש. אין באפשרותי במסגרת מאמר זה לתאר אלא חלק קטן מהתרשמויותי בשטח יצור הומר חסון אש, שהיא תעשיה גדולה ומסועפת ביותר.

ק ר מ י ק א ס נ י ט ר י ת

תעשיה זו בקרתי בעיקר לשם לימוד ארגון הייצור וההובלה הפנימית שהם משוכללים ביותר. המוצר הוא משוכה מאד, הגוף מסונטר כמעט לגמרי והזיגוג קשה. התרשמתי מאד מהבקורת המתדת של טיב המוצר בכל שלבי ייצורו. מספר מבקרים עסוקים במיוחד בתפקיד זה כי רק בשיטה של בדיקה בלתי פוסקת יכול מפעל להתקיים ולעמוד במשק המבוסס על עקרון התחרות מתמדת.

מ ב ד ד י מ ח ש מ ל י י מ מ ח ר ס י נ ה

בקרתי מספר רב של מפעלים אלה, בעיקר במדינות גרמניה ואיטליה. קיימת חלוקת תפקידים ברורה בין מפעלים המייצרים מבדדים למתח נמוך ולאלו המייצרים מבדדים למתח גבוה. מפעל למבדד מתח נמוך כובש, בדרך כלל, את מוצריו במכבשים בתוך תופסי פלדה. את תערובת המסה מכינים מהמרכיבים השונים במערבל בתוספת המים הדרושה. במפעלים עצמם אין נוהגים עוד לטחון את חומרי הגלם, כי אפשר לקנות את כל החומרים טחונים דק, מוכנים לשימוש. לרוב מקבלים את הקאוליינים ואת החרסיתים כשכל התכונות הכימיות והפיסיקליות מובטחות. את זה משיג הספק ע"י ערבוב תוספות שונות וביקורות מתמידות. בכמה מהמפעלים הותיקים ראיתי מחלקות לטחינת המסה בטחנות כדורים, אך אין משתמשים בהן עוד, והסיבה פשוטה: אמנם הכנת המסה כפי שהיתה נהוגה מקנה למסה פלסטיות טובה יותר אבל שיטה ישנה זו היא יותר יקרה ודי מפעל אחד שיעבור לשיטת הערבוב החצי יבש, ויצר ההתחרות מושך גם את יתר המפעלים לדרך החדשה.

רוב המפעלים מכינים בעצמם את תופסי המוצר ולמטרה זו יש להם מסגרות מצוידות היטב, ובעלי מקצוע טובים ביותר. ראיתי מכבשים מכל הסוגים, החל ממכש בורגיד עד למכש היד-ראולי מהיר; התפוקה היא גבוהה מאד וטיב המוצר משיב רצון. לרוב אין מכסים את המוצר בזיגוג אך מוסיפים לחרסינה הלבנה תחמוצות מתכת על מנת לתת להן צבע אפור הנות לשימוש. את זאת עושים בשריפה אחת בטמפרטורה מסביב 1300°C בתנור מנהרה. הפרשי החום בעגלת התנור מלמעלה למטה, הם בדרך כלל, בין חצי עד קונוס אורטון. המוצר נשרף לסינטור, אינו מוגמר ויש לו עוד ספיגת מים בין חצי עד אחוז אחד. מתח החשמל הנהוג בארצות הברית הוא בדרך כלל 120 וולט. הביקורת על טיב המוצר מכוונת למידות, לצורה החיצונית ולספיגת המים. את המבדדים למתח גבוה מייצרים במפעלים גדולים. הכנת המסה נעשית בשיטה הפלסטית, וגם פה משתמשים בחלק חומרים טחונים מראש, אבל מערבבים את התערובת במערבל, עם הרבה מים, לעיסה שמשמשים בה במישרים ליציקת גופים לפעמים עד גודל של שלשה מטרים ויותר, או מוציאים חלק של המים במכש ווקואום, ואת עיצוב המוצר עושים על אבניים רגילים או באבני לחיצה חמה (Hot pres-sing), גם פה מזגנים את הגוף היבש, בדרך כלל, בזוג חום, ושורפים אותו בשריפה אחת בתנור מנהרה; רק הגופים הגדולים ביותר נשרפים בתנורים מחזוריים.

את המבדד למתח גבוה מייצרים לפעמים בשיטת חריטה מגוף אשר לחצו אותו במכש ריקות או שגומרים על המחרטת את המוצר היצוק בתבניות גבס, או שעיצבו אותו קודם על אבניים. הבקורת היא מדוקדקת ביותר בכל שלבי היצור הזה וכל מוצר עובר כמה בדיקות קפדניות. את חלקי המתכת מרכיבים לגוף הקרמי לפני הבדיקות הסופיות. מחלקת הבדיקות היא גדולה וחשובה מאד. למפעל כזה יש גם מעבדה טובה ובה עובדים מומחים ממדרגה ראשונה. המוצר הוא משוכה מאד, התביעות לתכונותיו הולכות וגדלות משנה לשנה וזה דורש בקורת ומחקר ללא הרף.

כלי בית

בקרטי מפעלים במדינות המזרח וגם בקליפורניה. — על אף האפשרות ליצר כלים בשריפה חד-פעמית שורפים כמעט כל המפעלים לפחות בשתי שריפות. גם פה, כבכל הקרמיקה הלבנה משתמשים בחומרי גלם מקומיים או בחומרי גלם מובאים מחו"ל, קובע המחיר, הדרישה לטיב, וגם המסורת, המושפעת עוד בהרבה, ביחוד במזרח, מהמסורת הקרמית האנגלית. ההכנה של התערובת היא פלסטית וטחנת הכדורים עודנה בשימוש. את המוצרים לסוגיהם וצורותיהם הרבות מיצרים בכל השיטות הנהירות לקרמיקאים. שיטה חדשה היא הלחיצה במכשם מכני כתבניות גבס Ram press-sing. בכמה מפעלים ראיתי מכונות אבניים אוטומטיות המסוגלות לייצר כמויות גדולות מאד. השריפה הראשונה היא גבוהה. את הסחורה מסוג חרסית (Semivitreous, Steingut) שורפים בין 1050°C — 1200°C , את החרסינה (Vitreous porcelain) מסביב ל- 1300°C .

על הגופים האלה מציירים את הקישוט בכל השיטות המקובלות של ציור יד או הדפסה. אחרי זה מכסים בזיגוג, בדרך כלל במכונה, ושורפים בפעם השניה בין 1000°C — 1150°C . אחרי זה מוסיפים קישוט, לפי הצורך, מעל הזיגוג, ושורפים בטמפרטורה נמוכה—פעם שלישית. השיטה האמריקנית של שריפת החרסינה כשהשריפה הראשונה הגבוהה מביאה לסינטור הדרוש של הגוף, מאפשרת להכניס את הגופים לתוך חול או אבקת תחמוצת האלומינה, ובאופן כזה מונעים את הדפורמציה של הגוף בזמן השריפה. את הצלחות שורפים לעתים על בסיסים העשויים בצורה המדויקת של הצלחת, משוטת מיועדת למטרה זו. בשריפת הזיגוג, הנמוכה בהרבה, אין כבר שום סכנה של דפורמציה ואפשר לתמוך את הגופים על אצבעונים ומשולשים כנהוג בחרסית Steingut. יש צורך לנקות את המוצרים מהחול הנדבק בשריפה הראשונה ולשם זה המציאו מכונת משונה בשם "Turulen" מין טחנת כדורים ארוכה עם שיפוע, הצילינדר החיצוני במקרה זה אינו עשוי מפת פלדה, כי אם מגומי בדומה לצמיג. המוצרים אשר הוכנסו לתוך מכשיר מוזר זה מתגלגלים יחד עם כדורים קטנים של פלינט או שבר סחורה ומשפשפים ומלטשים זה את זה. הרעש הוא גדול, אבל גם ההספק ואחוז השבר קטן יותר משערת; בכל אופן החשבון הסופי מצדיק את השיטה הזאת — וזהו באמריקה הקובע העיקרי ומוכן שאי אפשר להכניס לתוך מכונה זו סחורה דקה מאד. סגנון הקישוט הוא בדרך כלל מסורתי, אבל יש גם צבור הדורש סגנון יותר מודרני. העם האמריקני אוהב צבעים חיים.

גם פה הבקורת על טיב הסחורה מעסיקה מספר גדול של מבקרים. משתדלים לתקן מה שניתן לתיקון על מנת לשמור על אחוז גדול ביותר של סוג "א". הענף הזה של קרמיקה לבנה לוחם קשות בהתחרות של יבוא ממספר ארצות זרות שמוצריהן זולים יותר, כופן, או המצטיינים בסוג משובח כאנגליה, צרפת, וגם גרמניה.

נראה לי שבפרק של כלי בית כדאי להעיר עוד הערה אחת: במסעדות רבות ראיתי כלים אשר היה להם גוף בצבע לא לבן כי אם צהבהב חום בהיר (Beige, Cane) דומה מאד לצבע הטבעי של צבען השרוף של חרסית הנגב! יש לי רושם שהיה קשה ואולי גם בלתי אפשרי למכור בארץ סחורה בצבע כזה על אף טיבה ויופיה.

ענפים שונים

בקרטי במפעלים למרצפות רצפה. מוצר זה יכול להיות לבנה שרופה קשה Puvey Klinkes אשר מיצרים אותו, בדומה ללבנה מחומר צבעוני טבעי, בשיטות ובמידות המקובלות. סלילת כבישים אינה נהוגה יותר בלבנים כאלה למרות שלפי כל הדעות כבישים אלה טובים מאד, אך המחיר הגבוה של הקלינקר אינו עומד בתחרות עם זיפות הכבישים. מצד שני מיצרים מרצפות רצפה לריצוף חדרים, בעיקר חדרי אמבטיה, מוסדות צבוריים או תעשייתיים, הסחורה הזו יש שהיא

מסוג של סחורת חרסית (Stone ware) ואפילו חרסינה (Porcelain). לרוב מייצרים את המרצפות האלו בלחיצה יבשה ובמידות קטנות בשטח של אינץ' על אינץ' או שנים על שנים. הצבע הטבעי תלוי בסוג של החרסית, או בצבע בתחמוצות מתכות בגונים יפים במקרה של חרסינה.

מרצפות קיר

גם במפעלים אלו בקרתי, כי יש תמיד מה ללמוד בכל מפעל קרמי. במפעל גדול בקליפורניה ראיתי הכנת חומר מעניבת מאד: את המסה עשירת לטקום, הכינו במערבל עם כמות המים הדרושה. את העיסה (Slip) העלו לגובה של 10 מ' בערך ובריסוס פיזרו אותה לתוך סילו (Silo) בצורת משפך. מלמטה מוכנס אויר חם וטיפות העיסה מתייבשות בנפילתן למטה; במכשיר זה שעובד לפי העקרון של זרימה נגדית, נתקבלה בפעולה אחת בלבד לבקו מוכנה ללחיצה במכבש.

קרמיקה אמנותית

ביקרתי בכמה מפעלים של קרמיקה אמנותית. יש לציין שענף זה נפוץ מאד בארצות הברית, וכמעט בכל בית ספר מלמדים אותו. מספר העוסקים בו לשם הנאה פרטית גדול מאד. מפעלים ובתי מסחר עוסקים באספקת ציוד וחומרים לאנשי "הובי" אלה. רוב המפעלים שביקרתי במזרח מייצרים סחורה מסוג דומה לחרסינה (Vitreous China) בעיקר בסיסי מנורות, מאפרות, צנצנות, פסלונים וכדומה; לרוב לפי דוגמאות אשר, בדרך כלל, סופקו יחד עם ההזמנה על ידי בתי מסחר גדולים. סגנון הסחורה הזאת מסורתית ומיושן ביותר. לעומת זאת ראיתי בקליפורניה מפעלים המצטיינים בייצור מוצרים בסגנון מודרני ונאה מאד. אבל גם מפעלים אלה על אף שאי-פותיהם האמנותיות יודעים להשתמש במידת האפשר בשיטות ייצור יעילות ומצליחים בכל זאת לשמור על האופי החד-פעמי של המוצר. אינני מתכוון לומר בזה שאין עינו הבוחנת של קרמיקאי מגלה את סימני הייצור ההמוני. אפשר לומר בסיכום שזוהי אמנות של סרט נע. קיימות גם הרבה סדנאות של אמנים בודדים, ששם כל מוצר הוא אוריגינלי. מחיר המוצרים האלה גבוה מאד. הוסבר לי שהקונים האמריקאים חסידי הסגנון המודרני, ומספרם אינו רב, מוכנים לשלם מחיר גבוה מתוך הנחה שמוצר יפה חייב להיות יקר (או להיפך).

סיכום

לא קל לרכז התרשמויות של חצי שנת בקורים במספר כה גדול של מוסדות ומפעלים בכל ענפי הקרמיקה. הארץ היא נרחבה מאד ויש בה הבדלים גדולים בתנאים, בחומרים, בשווקים ובמסורת. בדרך כלל אפשר להגיד שמדינות המזרח קשורות למסורת יותר, ואילו המערב יותר דינמי ומתקדם. יחד עם זאת — יש להם הרבה במשותף; משק האומה הוא חפשי, ההתחרות היא גורם מכריע, ואין כלל וכלל הרגשת שאננות לא אצל הפועל, ולא אצל מנהל המפעל.

יש לעם האמריקאי חוש מפותח מאד לפתרון בעיות טכניות. ייתכן שאינם חכמים במובן זה מעמים אחרים, אבל הם פיתחו כל כך הרבה דרכים של ביצוע טכני והיעול בייצור הוא הגבוה והמתקדם ביותר בעולם. זה כבר הפך להשקפת עולם: הם מוכנים תמיד לנסות את החדש, את הבלתי רגיל, ולעיתים קרובות מאד רואים הצלחה במעשיהם. ואף אין זו אגדה שמפעל מוכן להוריד את מחיר המוצר אם שכלול טכני מאפשר זאת. עבודת האדם היא הסחורה היקרה ביותר שם. ועל כן מתנהל מחקר בלתי פוסק בכל שטחי הייצור, בכל צורותיו — חיפוש דרכים המאפשרות ייצור טוב יותר, זול, וכדאי. ההישגים בשטח זה הם בלי ספק גדולים, אבל לא נפגשתי שם אף פעם בשאיפה להסתפק בכך. כל שכלול, כל הישג, נראה רק כתחנת ביניים בדרך להתקדמות נוספת.

קיימים, כמובן, הבדלים גדולים בתנאים בין ארץ גדולה כארצות הברית שהנה ממש יבשת, בעלת אוצרות טבע בלתי מוגבלים, שווקים פנימיים עצומים לבין מדינת ישראל הקטנה, עניית זומרי הגלם. אבל למרות ההבדלים האלה אפשר ללמוד הרבה מאד מהם ולהגשים חלק מזה גם אצלנו. אולי לא הכל אפשר לעשות היום ומחר, צריך לפתח שרותים טכניים לביצוע שכלולים אלו, צריך לחנך מנהלים, טכנאים ועובדים. צריך ליצור בסיס איתן לחומר גלם. מחקר בלתי פוסק ורוח של יצירה הם העיקר.

בסיום שורות אלו אני מרגיש חובה נעימה להודות לכל המוסדות והאישים בארצות הברית וב־ישראל שאפשרו לי לראות וללמוד. עזרתם ניתנה בעין יפה ויחסם היה ידידותי.

אנליסה כימית במעבדה הקרמית

א. לנדסברג — שטאוב

ידוע, שהתכונות הפיסיות ולא הכימיות הן הקובעות את אופי החרסית. שני סוגי חרסית בעלי הרכב כימי שזה יכולים להיות שונים זה מזה בהתנהגות בשריפה, בתכונות יציקה וכבישה וכו'. נשאלת השאלה, מדוע משתמשים בכל זאת באנליסה כימית? האנליסה הכימית נחוצה לקרמיקאי משתי סיבות עיקריות:

א. ביקורת ההדמיות של כל משלוח של חמר גלם.

ב. חישוב, ההרכב של הגופים והזיגוגים.

ברצוני להדגיש: לפני האנליסה הכימית יבואו תמיד נסויים של שריפת החמר לבדיקת הצבע, ההתכווצות, לקביעת נקודת הדבקוק (סנטור) בבת אחת עם נסויים לקביעת הכיוריות (הפלסטיות), מלחים הנמסים במים, העלולים לגרום קצף, החזק גבוה של אלקליים שישפיעו על הזוגיות, גזים המביאים לתפיחות, החזק גבוה או נמוך של SiO_2 , — כל אלה מתגלים כבר בשלב זה. בשעת הכנת דוגמאות של חמר לשריפה יכולים להתגלות נתונים בעלי ערך על תכונות הפלסטיות וה־ייבוש. נסוי שריפה יוכיח תמיד אם כדאי לבצע אנליסה כימית של החרסית, חול או של פצלת השדה. האנליסה הכימית יקרה היא למרות זאת שהשימוש בשיטות חדשות קיצר את משך זמן האנליסה.

השיטה המסורתית הנהוגה באנליסט סיליקטים היא זו של ההתכה עם תערובת של פחמת הנתרן והאשלגן, המסת ההתך בחומצת מלח, וקביעת המרכיבים השונים בזה אחר זה, לאחר הרחקת ה־ SiO_2 . סוגי חול שונים הופעלו ב־ HF שאליו הוסיפו חומצה גפריתנית כדי להרחיק את ה־ SiO_2 . השארית נקבעה בתמיסה. לקביעת החמר האלקלי השתמשו בהתכה עם פחמת הסיידן בשיטת Lawrence-Smith — ביצוע השיטה הוא ממושך, ודרוש נסיון רב בעבודה כדי להגיע לדיוק רצוי. ביקורת שגרתית של חמרים מצריכה שיטה מהירה יותר. יש לציין שההתכה עם אלקלי, ותהא זו תערובת של פחמת האשלגן והנתרן או NaOH , אין אפשרות לותר עליה.

סלמנג (1) פיתח את השיטה שהוצעה ע"י האמריקאים (2) והתופסת את מקום שיטת Lawrence-Smith. בשיטה החדשה התערובת מורכבת מ־ HClO_4 , HNO_3 ו־ HF . שיטה זו עולה על כל שיטה אחרת מכיון שהתערובת של H_2SO_4 — HF אינה מביאה תמיד להתהוות תמיסה צלולה. אמנם קיימת שיטה מעניינת מאד של פלשקה (3) הנותנת תוצאות די טובות, אבל יש לה חסרונות (ראה להלן) בהשוואה לשיטת HF — HClO_4 — HNO_3 (4) מציינת שיטה חצי־מיקרוכימית. לא בדקתי שיטה זו במעבדה. את האלקלי קובעים בעזרת פוטומטר להבה (שיטה זו נחשבת למהירה ביותר בקביעת האלקלי אך תוצאותיה אינן מדויקות ביותר). CaO ו־ MgO נקבעים כוורסנטיים, Al עם אלומינן, Fe ו־ Ti עם טירון. התכה מעניינת, אך לא מתאימה לכל מעבדה היא זו עם נתרן

מתכת, (5). שיטץ ואנטוני (6) הציעו שיטה, מיוסדת על התכה עם סודה, שנעשית במכשיר מיוחד למטרה זאת, דהיינו, התכה במין צירוף של כוריות-ספל-פלטינום בתוך תנור מיוחד. האידוי יחול על ידי חום אינפרא-אדום תוך כדי נשיפת אוויר מעל שטח הנזול במטרה להקטין את זמ האידוי עד למינימום האפשרי וכו'. לא קשה יהיה לבנות את מתקן החימום. אך הצורך כורית ספל-פלטינום יעלה ביוקר. הנסיון הראה שאין מפסידים זמן, אם בודקים מספר רב של דוגמאות בבת אחת, אם הוכנו מספר מספיק של דוגמאות לקביעת המרכיבים הבודדים בעוד שדוגמאות אחרות נמצאות באידוי.

מכיון שאידוי ההתך המומס, חימומו בתנור, הפעלתו עם HCl , וחימומו הנוסף (צריך לחזור שלש פעמים על פעולה זו) הם ממושכים ביותר, הציע פרופ. סלמנג את התהליך הבא: חימום בספל-קוורץ על גבי אש חלשה, בסוף על ידי מנורת אינפרא-אדום, (העמדת ספל הקוורץ על גבי מנורת אינפרא אדום לשעה) ולתוצאת הקביעה להוסיף SiO_2 1/2%. מציאתי שמקבלים תוצאות שאפשר לסמוך עליהן כאשר שמים את ספל החרסינה המלא חמר יבש על גבי התנור לשעה אחת, מרטיבים את השארית עם HCl , ואחר כך שמים את הספל מתחת למנורת אינפרא-אדום לתקופה של חצי שעה ואז מחזירים אותו אל התנור לשעה נוספת מקובל עתה להוסיף בורקס לפחמות להתכה.

השיטה האמריקאית הסטנדרטית מצריכה תמיד שתי התכות: אחת עם $\text{HClO}_4 - \text{HNO}_3 - \text{HF}$ לקביעת האלקלי (אפשר לקבוע גם את MgO , CaO וכו' בתמיסה הזאת אם יש צורך) ואחת עם פחמות לקביעת SiO_2 , ומרכיבים אחרים כפי הצורך. סלמנג בשיטתו המשופרת משתמש בהתכה אחת עם $\text{HClO}_4 - \text{HNO}_3 - \text{HF}$ לקביעת CaO , K_2O , Na_2O , MgO , ובהתכה שניה עם NaOH לקביעת TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 . פלשקה, לעומתם, משתמש בהתכה אחת עם $\text{HF} - \text{NH}_4\text{F}$ וחומצה אוכלית. בשיטה האמריקאית משתמשים בשתי כוריות פלטינה, או ביתר דיוק בכורית אחת ובספל אחד, שניהם מפלטינה. היתרון של שיטת סלמנג הוא באפשרות לבצע את ההתכה עם NaOH בכורית כסף או Ni ואילו ספל הפלטינה משמש להתכה השניה בלבד. פלשקה משתמש בכורית פלטינה אחת בלבד. מסיבה זו עבדתי לפי שיטתו, כי ברשות המעבדה רק כורית פלטינה אחת, אבל במקרה זה SiO_2 מורחק, ונקבע רק כהפרש, והכרח היה לקבוע את האלקלי בכל דוגמא ודוגמא כדי להגיע לתוצאות נכונות של SiO_2 . תהליך כזה יכול להימשך יותר זמן מאשר התכה נפרדת לקביעת SiO_2 . (דיון יותר מפורט על שיטה זו ראה להלן). צריך תמיד להשתמש בהתכה עם $\text{HNO}_3 - \text{HClO}_4 - \text{HF}$ אם רוצים לקבוע את הזיהומים בחול; מכיון שהפעלת החול עם תערובת $\text{HNO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4 - \text{HF}$ בלבד איננה נותנת תמיד תמיסה שקופה, ובייחוד ש- TiO_2 הנמצא לעתים קרובות בחולות שלנו אינו נמס בשלמותו בתמיסה זאת.

אפשר לבצע את ההתכה של HF גם בכורית קטנה של פלטינה, במקרה שאין ברשותנו ספל פלטינה, בהנחה שנמנע הפסדי חמר בגלל ההתזה. זמן הנדפת ה- HF במקרה זה יהיה כ-4 שעות לפי כמות SiO_2 שבדוגמא, לעומת 1-2 שעות בתוך ספל.

שיטת סלמנג

התהליך: מרטיבים כ-0.7 גרם של הדוגמא בכורית פלטינה בטיפות אחדות של HNO_3 (כ-1/2 סמ"עק) מוסיפים 2 סמ"עק HClO_4 וממלאים את הכורית, שקיבולה 30 סמ"עק, ב- HF עד חציה. שמים את הכורית על אמבט חול ומאידיים את החומצה הפלואורית (תחילה לאט, ואחר כך ביתר חום) עד הופעת עשן סמיך של HClO_4 . ממלאים מחדש את הכורית עד חציה ושוב מאידיים. כאשר מופיעים אדי ה- HClO_4 , מורידים את הכורית מן האש, לשם קרור. מוסיפים מנה חדשה של 2 סמ"עק HClO_4 ומחממים שוב את הכורית עד אשר מופיעים אדי HClO_4 . לאחר הקרור מוסיפים 1/2 גרם חומצת בור ושוטפים את דפנות הכורית בקצת מים מזוקקים. כעת מחממים את

הכורית כמעט עד יובש, (במקרה והגעת ליובש מוחלט הוסף טיפות אחדות של HClO_4) ממל-אים את הכורית עד לחציה במים רותחים, ושמים בתוך כוס שבה 50 סמ"עק חומצת מלח מהולה. מחממים את הכוס על גבי אמבט חול עד אשר מקבלים תמיסה צלולה. את התמיסה מעבירים לבקבוק מדידה של 250 סמ"עק. תמיסה זו תשמש לקביעת MgO , CaO , TiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O . בשיטה זו השתמשו תמיד בקביעת האלקלי אשר בפצלת השדה ובחרסית וגם כאשר נדרשה ביקורת התוצאות שהתקבלו מההתכה בסודה, וכמו כן בכל מקרה של קביעת הזיהומים בחול. קביעת האלקלי בתמיסה זו נעשתה לפי שיטות סלמנג ופלשקה. סלמנג קובע Na_2O בתור מגנזיום-אורניל-אצטת, ואשלגן כקובלט ניטריט. הוא קובע שווה הנקודה החלשה בשיטתו, כי השוני בתוצאות היה גדול, למעלה מהרצוי. לעומת זאת זמן האנליזה הוא קצר מאד. מצאתי בשיטת אבץ-אורניל-אצטת, שבה השתמשתי כרגיל, נותנת תוצאות שונות, אם התמיסות לא היו כ-100% מדויקות, לכן השתמשתי בשיטת פלשקה בהפרדת האלקלים מיתר המרכיבים, ולאחר שקילת סכום הכלורידים קבעתי את האשלגן בתור על-כלורת והתוצאות היו מדויקות.

שיטת פלשקה

מערכבים גרם אחד של החומר עם NH_4F ומחממים את התערובת עד הרחקת כל HF ו- SiO_2 חוזרים על פעולה זו פעם או פעמיים לפי הצורך. מוסיפים 2-3 גרם של חומצה אוסלית, מכסים את הכורית במכסה ומחממים אותה עד למצב שהוא פחות מחום אדום. חוזרים על תהליך זה פעמיים עם פחות חומצה. שוברים את העוגה המתקבלת בעזרת חוט פלטינה חזק וממיסים עם HCl . מוסיפים קצת H_2O_2 לתמצן את הפחמן המתהווה. קשה לכוון את החימום שימנע מעבר ה- Al , Fe , לתחמוצת שאינה נמסה, והכללת חמרים אחרים בתוך תחמוצות אלה. פלשקה מזכיר את החסרון הזה שהיה הגורם העיקרי לזניחת שיטה זו וקבלת שטת $\text{HF}-\text{HClO}_4-\text{HNO}_3$. אולם לאחר שמקבלים תמיסה צלולה בשטת $\text{HF}-\text{HClO}_4-\text{HNO}_3$, נוקטים בשיטת פלשקה שהיא משובחת. הוא מציין שקצת אלקלי מהזכוכית נמס תמיד וערכי האלקלי שבתוצאות הם גבוהים, למעלה מן הראוי. בכל שיטה דרושה קביעת עקר (השוואה) עם כל הריאגנטים שיידרשו בקביעה רגילה ומלאה, ואת התוצאות, יש לתקן בהתאם לקביעת השוואה זאת. HF שהיה ברשותנו הכיל Fe , וכן גם SiO_2 בריאגנטים, בכמות מדאיגה. יש לבחון את הריאגנטים ביחס להחזק באלקלי, לע-שות טיטריציה של KMnO_4 עם המים המזוקקים, לקבוע עקבות Cl וכו'. במקרה שאין נוהגים באמצעי זהירות אלה מגיעים לתוצאות של 102 אחוז ומעלה.

שיטה משולבת של סלמנג-פלשקה לקביעת האלקלי, הנהוגה

במעבדתנו

מעבים 100 סמ"עק מ-250 סמ"עק שהתקבלו בשיטת סלמנג עד לנפח קטן מאד, ומוסיפים נפח שוה של כוהל 96% ו-50 סמ"עק תמיסת שפגוטץ שהוכנה זה מקרוב (180 סמ"עק NH_4OH מרוכז, 800 סמ"עק מים מזוקקים, 900 סמ"עק אלוהול רווי פחמת האמוניום ומסונן). המשקע מכיל Ti , Fe , Al , Mg , Ca . לאחר שעה של בחישה חזקה מדי פעם בפעם, מפרידים את המשקע ע"י סינון ושוטפים אותו עם תמיסת השיקוע. התסנון מכיל K , Na אשר אותם קובעים בדרך הרגילה כסכום של כלורידים, לאחר הרחקת מלחי האמוניום. ממיסים את הכלורידים עם כמות קטנה של מים חמים ושוקלים את ה- K כ- KClO_4 . אף על פי ששיטה זו היא הרבה יותר ממושכת מקביעה של אשלגן כקובלטניטריט ישר מהתמיסה, משתמשים בה מכיון היא שהיא מספקת ביקורת רצויה לקביעת הנתרן כנתרן אבץ אורניל אצטת.

קביעת תרכובות אחרות מלבד האלקלי

כשאין זקוקים לקבוע אלקלי, או כשאין עושים אנליסה של חול, משתמשים בהתכת סודה בלבד, מחוץ למקרה של קביעות ביקורת.

סלמנג ממליץ על ההתכה עם NaOH כי לא משתמשים בהתכה זו בכורית פלטינה. יתרון זה מתבטל על ידי כך שהדוגמאות שלבו, כמעט כולן, מכילות Ti בצורה שאינה נמסה על ידי התכה עם NaOH או עם פחמה ז. א. כרוטיל. דוגמאות אחדות מכילות ברזל בצורה שאינה נמסה ב-NaOH. נדרשת איפוא התכה נוספת (ודרושה כורית פלטינה) כדי להחסיר את ה-Ti ו-Fe הזה מהמשקע של SiO_2 ולהגיע לתוצאות נכונות בשביל SiO_2 .

מאחר שכמות מסוימת של Ti כמעט תמיד עוברת אל התמיסה, צריך יהיה לקבוע Ti ו-Fe גם במשקע של SiO_2 וגם בתסיסת ההיתר. תהליך קביעה רגיל של SiO_2 נעשה בעזרת המסה ב-HF וביצוע אנליסה של השארית. תהליך זה דורש כמובן שמוש רב בכורית פלטינה, לכן יהיה יותר מהיר תהליך התכת ה- SiO_2 השקולה עם עודף של דו-גפרת האשלגן ומצוי במים וקביעת Ti ו-Fe בתמיסה. על ידי כך משתחררת הכורית של פלטינה לאחר זמן קצר מאוד ועומדת לרשותנו לקביעות נוספות. מציאנו עד עתה רק מקרה אחד מתוך שלשה מקרים שכמות קטנה של ברזל לא התמוססה על ידי דו גפרת האשלגן, אלא בהתכה מחמצנת $(\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaNO}_3)$ או על ידי התערובת של HF. התוצאות שהתקבלו בהתחלה כסכום, הושוּוּ עם אלה שהתקבלו בשיטת HF, ונמצאו מתאימים לגמרי. ולכן החלטנו שמספיקה בהחלט התכה אחת בלבד, התכת פחמה באנליסות החרסות הרגילות.

קביעת TiO_2 , MgO , CaO , Fe_2O_3 , Al_2O_3

כל המרכיבים האלה נקבעו לפי השיטות המקובלות. אף על פי ששיטת האוקסיניולין, שבה נקבע האלומיניום ולא ה- SiO_2 , אפשר לסמוך על שיטה זו יותר מאשר לשקע R_2O_3 עם NH_4OH , לסנן, לשרוף ולשקול. אני מטילה ספק אם שיטה זו מהירה יותר. הנחה דומה מתיחסת לגבי שיטת וורסנת בשביל CaO , MgO , אף על פי שברור לי שקביעת תרכובות בתסנין של תסנין עלולה לגרום הפסדים. CaO נקבע מאז ומתמיד כאוכסלת ועל ידי טיטרציה עם $\text{N}/100 \text{ KMnO}_4$, Mg נקבע כמגנזיום אמוניום זרחת.

הפסד בשריפה נקבע על ידי חימום גרם אחד של החומר בתנור חשמלי.

קביעת הברזל

לאחר קבלת קולורימטר Dubosc קבענו את דיוק קביעת הברזל במכשיר זה בהשוואה לקביעות הקולורימטריות בגלילי נסלר עם תיאוציאנת האשלגן ו- H_2O_2 ובהשוואה לשיטת רינהרדט-צימרמן. ידוע שבשיטת רינהרדט צימרמן מקבלים תוצאות גבוהות, אך באנליסה סדירה כאשר משתמשים ב- $\text{N}/100 \text{ KMnO}_4$ הדיוק מספיק. דוגמאות המכילות 1.5% ויותר של Fe_2O_3 תיבדקנה בשיטת רינהרדט-צימרמן.

טבלה מס' 1

קביעת הברזל

קולורימטר Dubosc	קביעת קולורימטרית בגלילי נסלר	שיטת רינהרדט- צימרמן
חול	0.10	0.2
חרסית ZP 126	0.87	1.1

אפשר להשיג דיוק גדול עוד יותר כשהגלילים משונתנים בתת-חלוקה דקה יותר. שיטה זו חסכונית בזמן ורצוי לעשות טיטרציה של סידן וברזל בזה אחר זה מאותה הביורטה.

בקביעת קולורימטרית של ברזל, השתמשנו תמיד בשטת תיאוציאנת. השנויים בצבע, הנגרמים על ידי תיאוציאנת ו- H_2O_2 בתמיסה המכילה ברזל, עם שנוי ה-pH ופעולת האור, ידועים היטב

בספרות הכימית. בקולורимטר משווים נפתים קטנים של תמיסות ואור חזק מוקרן עליהן, ולכן צריך להקפיד על pH כמעט שווה של תמיסת הסטנדרט ותמיסת הבדיקה ועל קריאה מהירה עד כמה שאפשר. קושי אחר: Ti אשר נמצא כמעט בכל החמרים נותן צבע צהוב עם H_2O_2 ומשווה לתמיסה גון לגמרי שונה מזה שיש לתמיסה הסטנדרטית. מתגברים בקלות על קושי זה על ידי הוספת טיפה של תמיסת Ti מהולה מאוד אל תמיסת הברזל הסטנדרטית. לאחר נקיטת כל אמצעי הזהירות שהוזכרו, משיגים התאמה מלאה בבדיקות. הכרת לציין שמדי כל קריאה צריך להכין תמיסה סטנדרטית טריה ונוסף לכך תיעשה השוואה של שתי דוגמאות תמיסת הנעלם אל שתי דוגמאות התמיסה הסטנדרטית.

ברור לי שישנן שיטות לקביעת הברזל שאינן רגישות ל- pH ואור, אבל הריאגנטים הדרושים לשם כך יקרים מדי לשמוש באנליסה שיגרתית.

ק ב י ע ת TiO_2

TiO_2 נקבע תמיד לפי השיטה הקולורимטרית וגם אנו מצאנו התאמה מלאה בין הבדיקות השונות שנעשו בגילי מדידה רגילים, בגילי נסלר או בקולורимטר. הקביעה של טיטן (וגם זו של ברזל) בקולורимטר חסכונית מאוד מבחינת הזמן.

בקביעת הרכיבים האחרים השתמשנו בשיטות מקובלות. הזיהומים השכיחים ביותר בחמרי הגלם שלנו הם מנגן, נחושת, זרחן ופלווארידים.

ק ב י ע ת מ ל ח י מ נ מ ס י מ ב מ י מ

כאשר השריפה רומזת על נוכחות מלחים נמסים במים, הכרת לקבוע מלחים אלה קודם האנליסה הכללית. נוכחות כמויות גדולות של כלורידים בחמרי הגלם מפריעה בעיבוד התעשיתי. ההשפעה השלילית של גפרות מתבטלת על ידי הוספת מלחי בריום לאחר שנקבע אחוז הגפרות בחרסית. כמעט שאין למצוא חומר גלם מקומי שאינו מכיל מלחים אלה אשר גרמו תקלות והפסדים חמריים בבתי החרושת שלנו. דבר זה נכון אפילו לגבי החולות שלנו.

מרתיתים עם מים דוגמא של 100 גרם במשך שעות על גבי אמבט חול, מסננים את החמר וקובעים את הגפרית (כ- $BaSO_4$) ו- $NaCl$ (על ידי טיטרציה עם $N/10 AgNO_3$ בנוכחות דו כרומת האשלגן כאינדיקטור) אשר עוברים אל התסנין.

ס כ ו מ

- 1) יש תמיד להקדים נסויי שריפה לאנליסה הכימית.
- 2) שילוב שלש שיטות של אנליסת סיליקטים, דהיינו, שיטת סלמנג (שטה משוכללת של A.S.T.M.) שיטת פלשקה והשיטה המסורתית של התכת סודה נמצאו השיטות הטובות ביותר.
- 3) בקביעת Mg , Ca , Al מעדיפים את השיטות המקובלות.
- 4) קולורимטר Dubosc הוא אידיאלי לקביעת Ti . מתוארת שיטת עבודה לקביעת ברזל בקולורимטר זה.
- 5) מוכרחים לקבוע מלחים נמסים במים בסוגים השונים של החול.

ביבליוגרפיה

- 1) *Am. Soc. Test. Mat.* 1943 p. 14-15.
- 2) *Ber. d. Deutschen Ker. Ges.*, Bd. 29, 1952, 11, S. 386-88.
- 3) *Flaschka, Ein Beitrag² Silikat analyse. Z. f. and Chem.*, 1949, 129, S. 386-88
- 4) *Cory and Sackon, An. Chem.*, 1953, 25, 624-8.
- 5) *Am. Chem. Abstr.*, 1952, p. 5481.
- 6) *Schutz and Antoni., (Sprechsaal, 1953), 86, 49-51.*

ד"ר ח על השתלמות בקרמיקה בארצות הברית מאי – ספטמבר 1954

מאת ב. רוזנטל

מחברת הדו"ח, הגב' ד"ר רוזנטל, עובדת בתור קרמיקאית במפעל "לפיד", בתל-אביב. ביזמת האגוד למחקר קרמי, הציעה המועצה המדעית שעל יד משרד ראש הממשלה ל"סיוע הטכני" לחלק שתי סטיפנדיות ללימוד הקרמיקה, וד"ר רוזנטל זכתה באחת מהן.

אין זה קל כלל וכלל לסכם בקצרה את כל ההתרשמויות מביקור הלימודים שלי בארצות הברית בחדשי מאי – ספטמבר 1954. היריעה רחבה וגדושה.

בזמן קצר זה, סך הכל 4 חדשים, שעיקרם הקדשתי לעבודה עיונית באוניברסיטת אלפרד ובמטרופוליטן מוזיאון של ניו-יורק, אי אפשר להגיע להתרשמות שתהיה תמציתית ורחבת היקף כאחד על התעשייה הקרמית העצומה, רבת הממדים ורבת הגונים שבאה"ב, ובייחוד שרמטה אינה אחידה.

אמנם ראיתי ולמדתי הרבה מאד, אך מדי פעם בפעם היו אלה רק בקורי חטף ומוטב היה לראות פחות ולהעמיק יותר: להמעיט במספר המפעלים שבהם ייערך הביקור ולהגדיל את זמן הביקור בהם. דבר זה לא היה אפשרי, ומאחר שמשרד העבודה לא יכול היה לסדר בקורי למוד ממושכים במפעל אחד או במפעלים אחדים בלבד, השתדלתי לראות כל מה שנראה לי כחדש. שמתי לב במיוחד למיכון על יתרונותיו וחסרונותיו והאפשרויות והגוזרות בו, ועל הסכנות הכרוכות במכון יתר. מפעלי הענק של סירקוזה, וניו-קסטל, אשר היו מצויינים בזמן התנופה הכלכלית, הם היום נטל כבד לבעליהם היודעים את מקום התורפה ונמנעים מלחזור על השגיאות: כעת משתדלים ליצור יחידות קטנות מתוך מפעלי הענק, הפועלות כיחידות עצמאיות ובלתי תלויות זו בזו וממשיכות להיות נושאות את עצמן ומכניסות רוחים.

ראשית ברצוני למסור לכם מה הם המפעלים שבקרתי, אם ביקור ממושך או ביקור קצר.

אוניברסיטת אלפרד היא מוסד הלימוד הקרמי הגדול ביותר בארה"ב, ואולי בעולם כולו. האפשרויות הבלתי מוגבלות העומדות לרשות הסטודנטים במוסד זה הן: מעבדות מכל סוג, לכל שטחי הקרמיקה. החל ממעבדות לכימיה כללית ולכימיה פיסיקלית, אגפים לגיאולוגיה ופטרולוגיה, אנליסה ספקטרלית, אנליסות קרני X ואנליסות תרמיות, וגמור במחלקות לטכניקת החום ולבדיקות. נוסף לכך הדרכה מעשית בכל ענפי הקרמיקה, החל מהדרכה מקצועית בשימוש באבני-קידור עד למכונת הייצור המודרנית ביותר. כבשנים מכל סוג ושיטה בקנה מידה קטן, אך תמיד בצורה הניתנת לשימוש ומקנה מושגים שונים על כל הפעולות הבודדות של התעשייה. מחלקות לתיכון, כולל קורסים לדפסנות ולדוגמנות, ספריה שאפשר למצוא בה כמעט כל מה שנכתב והודפס במשך שבעים השנים האחרונות על קרמיקה וכל הנוגע אליה במישרין או בעקיפין. ואחרון אחרון... מורים פעילים העומדים במרכז התיים הקרמיים מאז ומתמיד ומקיימים מגע עם התעשייה מתוך מסירות נלהבת למקצועם.

אני לכשעצמי התעניינתי במיוחד בתיכון וציור (Design) ורצוני היה לאסוף ידיעות מחוץ למסגרת של אוניברסיטת אלפרד ולכן כיוונתי את בקורי הבא לניו-יורק. לפני כן ביקרתי בכל מיני בתי המלאכה. הגדולים והקטנים, שהוקמו על ידי תלמידי אוניברסיטת אלפרד בסביבתה. כאן אזכיר במיוחד את גלידדן, מפעל המעסיק צוות של 20 איש אשר בו העבודה נעשית במכבשי לחץ ותנור מנהרה; המוצרים: מיני קרמיקת בית נאה.

טורנר ורוס המפורסמים בכל ארה"ב במוצרי כלי סין אבן, המיוצרים ביחידות ומפעלים דומים המעסיקים עובד או שניים, והנמצאים על יד בתי ספר ובתי נכות, מקום שם נותנים קורסים והתענינות בפעילות מלאכת היד הקרמית גדולה עד מאד.

לאחר שעזבתי את אלפרד ביקרתי במפעלי סירקוס נ.י. לחרסינה מזוגנת, ויכולתי לראות במשך ימים אחדים את בתי היוצר של אוונדוגה ואורקוואה. בשניהם מייצרים את החרסינה הטיפוסית לבתי המלון באמריקה: מוצר בחלקו שקוף, בחלקו לבן, ובחלקו צבוע במסה שנשרפה שריפה מוקדמת ב-10 S. K. 12, והנשרפת לכלי הגמור עם זגוגית שקופה ב-4 S. K. בשני המפעלים, ובמיוחד באונדוגה יש מיכון, והם משתמשים מחוץ לקוורץ ולפצלת השדה האמריקאיים, בחומרי חרסינה וחומר כדורים אנגליים. מפליא המספר הרב שלסוגי החמר שבשימוש. 4-6 מיני חמר כדורים, ולפחות שני מיני חמר חרסינה. למרות שקיימת האפשרות הנוחה לייצר מוצר זה בעל דופן עבה בשריפה אחת, נעשה הדבר, בדרך כלל, בשתי שריפות. לאחר שריפתו בתנור-מנהרה בצורה מושלמת וזיגוגו בטיב דומה בעזרת מכשירי זיגוג שויצריים, מקשטים קישוט מסוים את הגוף הקרמי מתחת לזיגוג קודם שריפתו.

כוונתי המיוחדת במטרופוליטן מוזיאום היתה — לראות את האוסף המתחס אל הייצור הקרמי בארצנו ובסביבתה בעבר. מחוץ למוצגים שנאספו, קימים גם חיקויים בכל שטחי האמנות והאומנות יות, וביניהם במספר רב, העתקות הקרמיקה של האיים היוניים בתקופה שבין 500 — 1000 לאחר סה"נ אשר השפיעה השפעה מרחיקת לכת על הקרמיקה של כל המזרח.

ניתנת לכל אדם ההזדמנות לראות בתצוגות בתי המסחר בשוק הקבוע שבשדרה החמישית 225 בניו יורק, מוצרי קרמיקה מכל אשר נמצא בייצור ונמצא למכירה בשוק. אפשר לחקור מחירים ואיכות, וללמוד את כיוון ההתפתחות.

מכיון שאנו משתדלים להביא את מוצרינו ולמכרם בשוק הבין לאומי, החשבתי מאד את הנסיון שאספתי במקום זה.

תחנתי הבאה היתה בופלו שבמדינת נ.י. ובתי היוצר שלה.

בית חרושת בגודל בינוני, אך כולו ממוכן, מייצר עם צוות של 200 עובדים 40000 ספלים וצלחות ביום, מחוץ לכדים וקערות יצוקות. מקובל הוא שחרסינת זכוכית נשרפת ב-12 S. K. ומזוגנת ב-4 S. K.

המכונות מקורן ב-Broncton Whale וביקרתי בית חרושת קטן שהנו בעל תפוקה גדולה. כאן מייצרים אך ורק מכונות חרטות. ראיתי מכונה לעשיית צלחות בעלת 12 ראשים, אשר יכולה להפיק 6000 צלחות בקוטר עד ל-22 ס"מ ביום, בפעולה נסיונית. אדם אחד משגיח על שתי מכונות כאלה.

קבלתי ברצון את הזמנת המפעל Ferro Enamel אשר בקליבלנד, וביליתי שבועיים במעבדות ובמקום היצור של בית חרושת זה, הגדול ביותר בייצור גלמי-זכוכית וצבעים בשביל התעשייה הקרמית. בעיקר מייצרים, כפי שמוכיח השם, גלם זכוכית לאמאיל. אבל גם בשטח הצבעים, ולאחרונה במוצרים בשביל התעשייה הפלסטית, צועד Ferro בראש. לענק זה שייכת גם החברה Allied Furnace Const.

ניתנה לי הרשות להשתמש בכל הסידורים של המעבדות המשוכללות, ללמוד את כל מוצרי הסינטור, לדון עם כל המומחים המתאימים על הבעיות שלנו, ולבצע ניסויים בשימוש חמרי גלם שונים.

Ferro הוא ספק חשוב לרוב המפעלים שבמזרח ארה"ב ו-Allied בנה מספר גדול של תנורים באוהיו ובפנסילבניה. ביקרתי בלוויית אחד המהנדסים שלהם במפעלים רבים הנמצאים במרכז גדול זה של התעשייה הקרמית.

המפעל הגדול ביותר להרסינת בתי מלון בארה"ב אשר בבתי היוצר של שננגו בניו-קסטל מסודר להעסקת 3000 פועלים, ובזמן ביקורי הועסקו 1600 פועלים בלבד. לבניה שריפה של ניו-קסטל ידועות ונפוצות בכל רחבי ארה"ב. בסבריינג פועלת Spaulding China Co. החברה מאורגנת היטב ובעלת בית חרושת קטן עם צוות של 50 עובדים המייצרים קרמיקה אמנותית; לרשותם אמצעי הייצור החדשים ביותר, מכונות יציקה, מתקני זיגוג מסתובבים וכו'. מפעל זה מסודר למופת ונקי להפליא, ובעל היקף ייצור גדול ביחס לגדל המפעל. Walker China בבדפורד מייצר חרסינת בתי מלון יפים במיוחד וכמובן שהשריפה הראשונית נעשת ב-S.K. 14, כששני תנורי סיבוב של Allied נמצאים במעגל הייצור. ושוב מספר של בתי מלאכה קטנים אשר הציגו מוצגיהם בשעת בקורי בבית הנכות לאמנות אשר בקליבלנד.

מקליבלנד עברתי לקולומבוס, אוהיו, מולדת תנורי המנהרה שלנו ומכבש הלחץ (כבישה).

כבר לפני כן ראיתי מכבש זה בייצור, אך אין הוא נפוץ באמריקה במידה הראויה, מכיון שאין זו מכונה שמושית בייצור המוני. לעומת זאת בייצור של קנה מידה קטן, כנהוג אצלנו, זוהי מכונת-עזר מצויינת, והיו לי הזדמנויות נוספות במפעלים הקטנים אשר בקליפורניה לראות את שמושיו הרבים.

מדינת אוהיו היא מרכז קרמי, ושמחה מתעוררת בלבו של אדם לעבור בארץ ולפגוש מפעלים ותצוגות לאורך הדרכים. בתי החרושת מוציאים לרחוב את מוצריהם לעיני העוברים וכך מפיצים אותם בכמויות ובמהירות. אמריקה חיה בכבישים, ואפשר להכיר את הסביבה לפי המוצרים המיוחדים במינם שאפשר להשיג בדרכים, באוהיו: קרמיקה, יין, תפוחים ודבש.

קרמיקת הטלך של המערב בנויה על יסוד חמרי הגלם של עמק המות, המאפשרים מחזור שריפה קצר עד להפליא, ומכאן נובע כל הייצור, השונה מזה שבמזרח. האקלים גורם לביטול הייבוש המלאכותי. המיכון אינו כל כך רחב כבמזרח, והשיווק בארץ עשירה זו גדול מאד.

גלדדינג מק בין, מייצר את כל מוצרי הקרמיקה, החל מחרסינה אמיתית וגמור בלבני אבן פשוטות, ובתי החרושת שלו מפוזרים דרומית לקליפורניה עד לסיטל במדינת וושינגטון.

הזדמנתי במחלקת Franciscan Ware, בשני מפעלי לוחות קיר, במפעל לצינורות ובמחלקה לקשוטי בניין וקרמיקה ארכיטקטונית, אך לא בקרתי בכל אלה ביסודיות. במקרה היה Franciscan Ware הכלי הלבן היחיד שראיתי בייצור בשיטת חדירה על ידי שריפה.

מוצר מעניין עד למאד ראיתי ברנגודו בייץ: כאן מייצרים לוחות קיר בשריפה אחת ומחזור השריפה קצר מאד: שלש שעות בלבד.

כן ביליתי שבועיים בבית החרושת הקטן והנפלא של סשה ברסטוב. מפעל זה נבנה מחדש ונתמך על ידי מכון רוקפלר לאחר שנשרף כולו לפני שלש שנים. בעל המפעל, סשה ברסטוב, מתכנן מוכשר מאד ועבודותיו מעניינות באופן בלתי רגיל וזוכות להערכה רבה. המפעל מסודר למופת ומעסיק כ-40 עובדים המפעילים שלושה תנורי מנהרה. הוא מייצר מוצר הזוכה להערכה רבה בשוקי אמריקה ולמחזירים גבוהים מאד ע"י שמוש בטכניקת קישוט משוכללת. למוצרים יופי מיוחד במינו; רבים מגסים להעתיקם על ידי חקרי. באשר לערכם המוחלט יש מקום לחלוקי דעות. ניצלתי יפה את הזמן במקום זה.

בלוס אנג'לס היתה לי הזדמנות לבקר את Metlox Dinnerware Plant ולראות ביסודיות את Vernon Kiln. שניהם מייצרים כלי בית, קרמיקה קליפורנית שנשרפה בטמפרטורות גבוהות, ולעתים קרובות טובה בצורתה ובקשורה.

בלוס אנג'לס קיימים מפעלים רבים לקרמיקה מלאכותית, וביניהם אלה של הגו רנקר במונרוביה מעניינים ביותר. כיון שקיימים כ-10 מפעלים דומים המייצרים מיליונים של פסילוני חיות וצעצועים תוך כדי אמנות מדויקת ומפליאה, מוצף השוק האמריקאי בפסילונים אלו.

Jae ו-Silvan Ceramics שבקליפורניה יכולים לשמש כדוגמא של מפעלי קרמיקה אמנותית המיצרים באופן חלקי גם מוצרים שמושיים. שניהם מצויידים במכשירי כבישה ובמיוחד מטפלים בייצור Lazy Susans.

וכאן שוב ה"Heirlooms of Tomorrow" מייצרים פסילוני דרזון וחפצי קשוט ברמה גבוהה של טכניקה. קרמיקת שרון המייצרת כנות למנורות, בתי היוצר של בוניטה. גם אלה, ייצורם הוא בדברים מיוחדים במינם המפעלים מסודרים יפה ובתכליתיות. יש תנודות בתעסוקה.

לבסוף עלי להזכיר שני בתי מלאכה אשר הוקמו על ידי שני מהגרים וינאים, נצלרס וסוזי זינגר בלוס אנג'לס, לפי מיטב המסורת הוינאית והמייצרים ביחידות לא רק שהם מועסקים תמיד ומוכרים בשוק, אלא ששמן הולך לפנייהם בחוגים המקצועיים בכל רחבי ארה"ב. השפעת המהגרים מאירופה ניכרת בכל ארה"ב במיוחד בשטח התיכון ואמנות עבודת היד. כך היה בלוס אנג'לס.

ולאורך החוף עד סן דיגו קים מספר רב של מפעלים גדולים וקטנים בסנטה אניטה, סנטה רוזה, לגונה ביץ' ועד לגבול מכסיקו. משרפות לבנים עם תנורי מיילר פשוטים, בתי חרושת ללבני שמוט ובתי מלאכה קטנים וזעירים לקרמיקה אמנותית.

ואז באה חווית תצוגת "מתנת הסתיו" של לוס אנג'לס. בארבעה בניינים גדולים הוצג כל אשר אפשר לתאר בעולם כשי. שודיה, ויפן, הודו ואפריקה, תעשיית האמנות של העולם כולו. ישראל מיוצגת על ידי "Israel Creations". כל הארצות נאבקות על הדולר והמלחמה קשה. מציעים הרבה ומסוגים שונים, ולכל מוצר קיים שוק, וכפי שלפעמים קיימת רמה נמוכה בחנויות שי, כך קיים לפעמים ציבור קונים מחוץ, מודרך, בעל טעם משוכלל ועדין ובעל דרישות גבוהות. חנויות מוריס וגומפס בסן פרנציסקו ושל ינסן ובוננס בניו-יורק וכפי שנאמר לי, החנויות בערי טכסס—שם גרים עשירי ארה"ב, עומדות על רמה גבוהה שקשה למצוא שוה לה באירופה של היום. היה מעניין לראות את תגובת הקהל למוצרינו ולשמוע את הדעות שהובעו. אך עלי להמשיך בסירי ופני מועדות אל מונטריי שעל החוף בין לוס אנג'לס וסן פרנציסקו, ושם Del Monte Properties ופלוטציה של פצלת שדה.

מפיקים פצלת שדה נקיה מחול המכיל פצלת השדה על ידי פלוטציה אמינים. פצלת-שדה זו שימושה רב בכל התעשייה הקרמית ותעשיית הזכוכית שבחוף המערבי. אמינו-פלוטציה הוא תהליך פשוט עד למאד באשר למתקנים, ואם תימצא פצלת השדה בקרבת אילת נוכל להפעיל שם מיתקן דומה.

בסן פרנציסקו המרוחקת ממונטריי מהלך 4 שעות נסיעה באוטובוס, הכינו תכנית סיורים בשבילי והם Standard Sanitary Works בסן פבלו, Kraft Tile Works בבילס, הידועים בשימושם בחמרי לינקול מסקרמנטו הדומים לחמר מהנגב שלנו, San Jose Tile Caplants מפעל מוצרי אבן מסאוסלימו, ושוב מספר בתי מלאכה קטנים בעלי מוצרים אפייניים ויפים עד למאד. ונוסף לכל—יום יפה ונרגש באוניברסיטת ברקלי ובפרק מגלו, מרכז אמנות מלאכת היד של צפון קליפורניה.

ב-16 באוגוסט עזבתי את המערב והגעתי בקפיצה אחת לניו-יורק ומשם לאלפרד. בינתיים הבאתי לתשומת לבו של פרופ. וסט את דוגמת "נגב 53", ודנתי אתו על יתרונותיו וחסרונותיו ועל האמצעים שיש לנקוט לשם העשרתו.

ומשם לטרנטון שבניו ג'רסי—המרכז הקרמי הותיק, Crane Potteries בשביל מוצרים סניטריים, Wengel Tile Works הממוכנים כהלכה והמייצרים חרסינת ניו ג'רסי לחשמל ומתקני חדר אמבטיה, National Ceramics המייצרים קרמיקת חשמל יפה ובעלת ערך רב, ולבסוף Stangl Pottery המיצרים בדרך אמנותית ונאה מאד כלי פחר קלים הצבועים בתוך המסה שלהם. ב-Remy Refractory Works שבפילדלפיה ניתן לי לפחות פעם, להתבונן יפה אל דרכי היצור והשריפה של קרבורנדום ומולליט.

חזרתי לשם מסירת דו"ח סיכום לושינגטון.

בטרנטון שמעתי על מפעלים מסוימים שבסביבת ניו-ברונסוויק, ואת אלה רציתי לבקר עד מסירת הדו"ח הסופי, ובמיוחד את הגדולים שבהם Carborundum בפרט, ואת Perth Amboys ואת Radiator Inc. המייצר כלים סניטריים. אלה הם המפעלים הגדולים שעודם מייצרים כלים חסוני אש ומכוסים זגוגית אטומה ונשרפים שריפה אחת.

המפעל הקרמי האחרון שבו סיירתי הוא Federal Seebord.

Federal Seebord Terra Cotta in Perth Amboys, מייצרים קרמיקת בנין אמנותית בממדים גדולים, ולפי תהליכים מסורתיים. בשעת ביקורי טפלו בקישוט חזית בית הכנסת של ניו ברונסוויק בקרמיקה פלסטית.

לשמחתי הרבה יכולתי לקבוע שהקרמיקה מתחזקת בכל החזיתות עם חמרים אחרים ועומדת בהתחרות עם הבטון, הזכוכית והפלסטיקה.

עזבתי את ארה"ב במחצית ספטמבר, ובדרכי הביתה עברתי את אנגליה, הולנד, שוויצריה ואיטליה. בדרכי זו נודמנתי למפעלים ולתערוכות והתעככתי במילאנו. גם כאן תופסת הקרמיקה מקום נכבד. בתי החרושת ובתי המלאכה האיטלקיים מצטיינים במוצרים מלאי חן רב. הם למדו מארצות הצפון, הצועדות בראש בכל אמנות של מלאכת מחשבת. להלן אעיר אי אלו הערות כלליות:

א. שיווק תוצרתנו בארה"ב: לא מצאתי אפשרויות רבות בשיווק מוצרי הקרמיקה שלנו בארה"ב, במוכן ברור לי שרק מוצר בעל איכות גבוהה וצורה מעולה יכול להימכר שם בכמויות ניכרות.

כל ארצות התבל מייצרות קרמיקה אמנותית, ומשתדלות להפיצה בשוקי אמריקה, ואין שדה אמנות אחר אשר בו ההתחרות כה גדולה כמו בשדה הקרמיקה.

לא נוכל בשום פנים ואופן לעמוד בהתחרות עם הכלים הקרמיים הזולים של יפן וגרמניה. כלים ממין משובח מוצעים על ידי ארצות הצפון, הולנד, ובחלקם על ידי איטליה וגרמניה ונמכרים בכמויות ניכרות. נראה לי שממשלות שוודיה ופינלנד תומכות באמנות מלאכת היד של ארצותיהם. ארצות אלה משיגות מחיר טוב ומוצריהן נמצאים בכל שוק, בכל תצוגה כללית ובכל תצוגה מיוחדת הנערכת על ידי הממשלות האלו בערים השונות של ארה"ב. הם מציעים קרמיקה מאיכות משוכללת מכל סוג ומין, החל מכלי חמר אדומים וגמור בחרסינה משובחת אשר אינם שונים בהרבה זה מזה בצורתם החיצונית. חלופי ההשקפות בין ארצות שונות גרם לדמיון זה בצורות.

הקרמיקה שלנו התקבלה בידידות ונרכשת על ידי חלק מסוים של הציבור, בלי כל קשר לרגשות ולציונות; השיווק קשור לאיכות, לתיכון ולצורה. רוכשי הקרמיקה שלנו מהווים צבור תמים הנהנה מהטכניקה המוגבלת שלנו, ואוהב את הקישוט האורניטלי. האיכות טובה והמחיר אינו גבוה מדי. לפי התכנית שלנו לא נוצרה האפשרות למכור בכמויות גדולות. אבל כמויות קטנות בארה"ב יכולות להיות בעלות ערך רב בייצוא שלנו. לכן ברור שלא צריך לחסוך במאמצים כדי לשפר ולהרחיב את מוצרי התצוגה שלנו.

מצבנו גרוע מבחינת התחבורה; משלוח מוצרנו קשור בהוצאות מרובות וזמן המשלוח ארוך. גם בכיוון זה עלינו לנקוט באמצעים מתאימים בכדי לחסל את ההפרעות.

ב. חמרי גלם של ישראל — נגב 53: פרופ. ווסט, ככל קרמיקאי אחר, אשר ראה בפעם הראשונה דוגמא ממוצעת של נגב 53, קבע שחמר זה מכיל גבס בגבישים גדולים ובשכבות ולא המליץ עליו כעל חומר גלם מתאים לייצור. אנחנו (מר אונגר ואנוכי) הסברנו לו שעלינו לעשות הכל כדי להתאים חומר זה לייצור כי חומר אחר אין לנו. רק אז החליט פרופ' ווסט לנסות בקנה מידה קטן את אשר עלינו לעשות בקנה מידה של ייצור.

חזרתי לשם מסירת דו"ח סיכום לושינגטון.

בטרנטון שמעתי על מפעלים מסוימים שבסביבת ניו-ברונסוויק, ואת אלה רציתי לבקר עד מסירת הדו"ח הסופי, ובמיוחד את הגדולים שבהם Carborundum בפרט, ואת Perth Ambois ואת Radiator Inc. המייצר כלים סניטריים. אלה הם המפעלים הגדולים שעודם מייצרים כלים חסוני אש ומכוסים זגוגית אטומה ונשרפים שריפה אחת.

המפעל הקרמי האחרון שבו סיירתי הוא Federal Seebord.

Federal Seebord Terra Cotta in Perth Ambois, מייצרים קרמיקת בנין אמנותית בממדים גדולים, ולפי תהליכים מסורתיים. בשעת ביקורי טפלו בקישוט חזית בית הכנסת של ניו ברונסוויק בקרמיקה פלסטית.

לשמחתי הרבה יכולתי לקבוע שהקרמיקה מתחזקת בכל החזיתות עם חמרים אחרים ועומדת בהתחרות עם הבטון, הזכוכית והפלסטיקה.

עזבתי את ארה"ב במחצית ספטמבר, ובדרכי הביתה עברתי את אנגליה, הולנד, שוויצריה ואיטליה. בדרכי זו נודמנתי למפעלים ולתערוכות והתעככתי במילאנו. גם כאן תופסת הקרמיקה מקום נכבד. בתי החרושת ובתי המלאכה האיטלקיים מצטיינים במוצרים מלאי חן רב. הם למדו מארצות הצפון, הצועדות בראש בכל אמנות של מלאכת מחשבת. להלן אעיר אי אלו הערות כלליות:

א. שיווק תוצרתנו בארה"ב: לא מצאתי אפשרויות רבות בשיווק מוצרי הקרמיקה שלנו בארה"ב, במוכן ברור לי שרק מוצר בעל איכות גבוהה וצורה מעולה יכול להימכר שם בכמויות ניכרות.

כל ארצות התבל מייצרות קרמיקה אמנותית, ומשתדלות להפיצה בשוקי אמריקה, ואין שדה אמנות אחר אשר בו התחרות כה גדולה כמו בשדה הקרמיקה.

לא נוכל בשום פנים ואופן לעמוד בהתחרות עם הכלים הקרמיים הזולים של יפן וגרמניה. כלים ממין משובח מוצעים על ידי ארצות הצפון, הולנד, ובחלקם על ידי איטליה וגרמניה ונמכרים בכמויות ניכרות. נראה לי שממשלות שוודיה ופינלנד תומכות באמנות מלאכת היד של ארצותיהם. ארצות אלה משיגות מחיר טוב ומוצריהן נמצאים בכל שוק, בכל תצוגה כללית ובכל תצוגה מיוחדת הנערכת על ידי הממשלות האלו בערים השונות של ארה"ב. הם מציעים קרמיקה מאיכות משוכללת מכל סוג ומין, החל מכלי חמר אדומים וגמור בחרסינה משובחת אשר אינם שונים בהרבה זה מזה בצורתם החיצונית. חלופי ההשקפות בין ארצות שונות גרם לדמיון זה בצורות.

הקרמיקה שלנו התקבלה בידידות ונרכשת על ידי חלק מסוים של הציבור, בלי כל קשר לרגשות ולציונות; השיווק קשור לאיכות, לתיכון ולצורה. רוכשי הקרמיקה שלנו מהווים צבור תמים הנהנה מהטכניקה המוגבלת שלנו, ואוהב את הקישוט האורניטלי. האיכות טובה והמחיר אינו גבוה מדי. לפי התכנית שלנו לא נוצרה האפשרות למכור בכמויות גדולות. אבל כמויות קטנות בארה"ב יכולות להיות בעלות ערך רב בייצוא שלנו. לכן ברור שלא צריך לחסוך במאמצים כדי לשפר ולהרחיב את מוצרי התצוגה שלנו.

מצבנו גרוע מבחינת התחבורה; משלוח מוצרנו קשור בהוצאות מרובות וזמן המשלוח ארוך. גם בכיוון זה עלינו לנקוט באמצעים מתאימים בכדי לחסל את ההפרעות.

ב. חמרי גלם של ישראל — נגב 53: פרופ. ווסט, ככל קרמיקאי אחר, אשר ראה בפעם הראשונה דוגמא ממוצעת של נגב 53, קבע שחמר זה מכיל גבס בגבישים גדולים ובשכבות ולא המליץ עליו כעל חומר גלם מתאים לייצור. אנחנו (מר אונגר ואנוכי) הסברנו לו שעלינו לעשות הכל כדי להתאים חומר זה לייצור כי חומר אחר אין לנו. רק אז החליט פרופ' ווסט לנסות בקנה מידה קטן את אשר עלינו לעשות בקנה מידה של ייצור.

וכך עשה: המיס את נגב 53 במים (ולמזלנו חומר זה מתפורר בקלות במים). החומר הוקטן עד כדי כך שעבר גפה של 100 מש עד 1%. חלק של הגבס עבר אל התמיסה יחד עם NaCl ומלחים נמסים אחרים. כל אלה מורחקים על ידי מכבשי סינון. על הגפה נשאר חלק הארי של הגבס, לימוניט המכיל את עיקרו של הברזל אשר נמצא בנגב 53, ומקצת מומורילוניט ונוגטרוניט. את החומר הכבוש, המוצא ממכבש הסינון, אפשר לצקת ביתר קלות וחסינות האש שלו גבוהה יותר מאשר בחומר המקורי.

בהזדמנות זו ברצוני להודות לכל אלה אשר סייעו בידי לערוך את מסע הלימודים הזה ובראש ובראשונה להנהלת האיגוד למחקר קרמי, ולמטפלים בסידורים אלה במשרד ראש הממשלה.

ביבליוגרפיה

1. Salmang, 1952, *Ber. d. deutsch. ker. Ges.*, 92, 3860.
2. 1943, Standard Methods of Chemical Analysis of Soda-Lime Glass, *Am. Soc. Test. Mat.*, 14.
3. Flaschka, 1949, Ein Beitrag zur Silikatanalyse, Flusssäure-Oxalsäure-Auflösung, *Ztsch. F. Anal. Chem.*, 129, 326.
4. Cory and Sackon, 1953, *Anal. Chem.*, 25, 624.
5. 1952, *Chem. Abstr.*, p. 5481.
6. Schutz and Antoni, *Sprechsaal*, 86, 49.

דו"ח על נסוי מעבדתי ותעשיתי של צנורות חרס

מאת פ. שריינר

ידוע זה מכבר שיש בארץ חומרי גלם עבור תעשית צנורות חרס. היו מפעלים שעשו נסיונות אבל שום מפעל לא הגיע לייצור. חשיבות המוצר מבחינה סניטרית נתנה לנו דחיפה להתחיל בנסויים במעבדה כדי למצוא את החומרים וההרכבים המתאימים ביותר עבור תעשית צנורות חרס.

מתוצאות הבדיקות הראשוניות במעבדת האיגוד קבענו את החומרים הטובים ביותר והם:

- (1) חרסית מס' 50 מואדי חתירה. (2) חרסית מס' 53 מואדי חתירה (השאריה אחרי המיון). (3) אבן חול מואדי חתירה. (4) גנייס מאילת.

(1) חרסית מס' 50 מואדי חתירה

חומר זה הוא בעל כל התכונות הדרושות עבור עיסת צנורות חרס. הוא מתפורר במים, פלסטי ביותר ולכן בעל חוזק מכני גבוה, חוזק משיכה של החומר בצורתו הטבעית הוא 4.5 ק"ג ס"מ². בעל נקודת סנטור נמוכה — 1200°C, ותחום השריפה הוא גדול מאד, בערך 150°C. צבע החומר אחרי השריפה הוא צהבהב-אפור. הנקבוביות — ב-1200°C — 4%; ב-1250°C — 1.2%. ההתכווצות: ב-1200°C — 15%; ב-1250°C — 17%.

תוצאות האנליסה הכימית באחוזים: (בוצעה במעבדת האיגוד ב-2.5.54)

SiO₂ 54.9, Al₂O₃ 29.8, Fe₂O₃ 3.1, TiO₂ 0.4, CaO 0.2, MgO עקבות 0.04, Na₂O 1.2, K₂O 0.07, SO₄ 0.4, NaCl 1.11, אבוד בלבון.

התכונות הכימיות מראות שהחומר הוא טוב לניצול בתעשית צנורות חרס. הוא מכיל מעט מדי קוורץ חפשי וכמו כן מעט מדי אלקליים. יש לציין את תכונתו החיובית של החומר שהוא מכיל אך מעט מאד תחמוצת הסידן.

(2) חרסית מס' 5 מואדי חתירה

בהפקת החומר מס' 53 נשאר חלק גדול של חומר שאין לנצלו עדיין לתעשיה הקרמית, היות והחומר הוא ורוד ומכיל כמות גדולה של גידים צבעוניים ועוד חומרים אחרים בלתי רצויים. אנו מצאנו דוקא את החומר הזה כמתאים לתעשית צנורות חרס. החומר מתפורר במים, הוא פלסטי מאד ובעל חוזק מכני. חוזק המשיכה הוא 3.5 ק"ג ס"מ². נקודת הסנטור היא ב-1250°C ותחום השריפה הוא גם כן בערך 150°C. ההתכווצות: ב-1250°C — 14%. הנקבוביות: ב-1250°C — 4%. צבע החומר אחרי השריפה הוא צהבהב-אפור.

תוצאות האנליסה הכימית באחוזים: (בוצעה במעבדת האגוד ב-10.5.54)

אבוד בלבון 9.3, עקבות MgO 1.3, CaO 0.3, TiO_2 0.3, Fe_2O_3 3.2, Al_2O_3 28.5, SiO_2 57.5

התכונות החימיות מוכיחות שהחומר הוא טוב לתעשית צנורות חרס, גם הוא מכיל מעט מדי קוורץ חופשי ומעט מדי אלקליים.

(3) אבן חול מואדי חתירה

החומר נמצא בכמויות גדולות בתוך שכבה עליונה של חומר מס' 54. כדי להפיק את החומר יש צורך להפריד תחילה את אבן החול, ואין לו כיום כל שמוש בתעשייה הקרמית. לעומת חוסר קוורץ חפשי בחומרים מס' 53 ומס' 50 מכילה אבן החול כמות גדולה מאד של קוורץ חפשי ולכן מציאנו לנכון לערבב את החומר הזה עם החומרים מס' 53 ו-50. החומר מתפורר במים והקוורץ החפשי הוא דק כל כך עד ש 70% עוברים דרך נפה של 200 מ"מ.

תוצאות האנליסה כימית: (בוצעה במעבדת האגוד ב-9.5.54)

אבוד בלבון - 4.8, עקבות MgO - 1.3, CaO - 0.6, TiO_2 - 0.6, Fe_2O_3 - 1.1, Al_2O_3 - 12.7, SiO_2 - 80.2

(4) גנייס מאילת

היות ומס' 50 ומס' 53 מכילים מעט מדי אלקליים היה צורך למצוא חומר שיגדיל את אחוז האלקליים בעיסה הגמורה. בתור חמר אימוס חזק (Fluxing Agent) שלא ישפיע בזמן השריפה על תחום הש-ריפה בחרנו בגנייס מאילת ויש כמויות ניכרות מאד מהחומר הנמצא בתור אבן רכה שקל לפוררה ולכתשה.

תוצאות האנליסה הכימית באחוזים: (בוצעה במעבדת האגוד ב-23.4.54)

אבוד בלבון 1.7, Na_2O - 3.75, K_2O - 1.15, MgO - 4.6, CaO - 8.2, TiO_2 - 0.4, Fe_2O_3 - 6.7, Al_2O_3 - 19.7, SiO_2 - 54.0

אפשר לראות שחומר זה הוא תערובת של פגמטיט ואנורטיט, מעורב עם ברזל. החומר נמס לגמרי ב- 1250°C והופך זגוגי ז"א. שהוא חומר אימוס חזק מאד. לחומר תכונת ממים ולכן הוא ממים את כל הגופים הבאים אתו במגע בעיסה, באם הוא נמצא בעיסה בצורה גרגרית. באם הגנייס טחון עד שכולו עובר נפה של 325 מ"מ לא תתקבלנה כל תוצאות שליליות.

היות ולא קיימת בארץ בינתיים אפשרות לזגג את הצנורות ב-Loam-Glaze וגם חומרי הגלם המ-קומיים מתאימים יותר לכך, כווננו את הנסויים שלנו בכיוון זה. כדי למצוא את חומרי הגלם המתאימים ביותר ל-Loam-Glaze בדקנו את כל החומרים הבאים בחשבון למטרה זו ובחרנו באפר הרי געש מסביבות קבוץ "גזית" וחמר אדום מתל-ירוחם.

(1) אפר הר-געש מסביבות קבוץ "גזית"

החומר נמצא בכמויות גדולות, בצורה של אפר צפוף ודחוס, בצבעים: סגלגל, אדום וצהבהב-חום. אחרי טחינה רטובה בתחנת כדורים עד מעבר נפה של 150 מ"מ נמס החומר לגמרי ב- 1250°C והופך לגוף זגוגי. צבע הגוף הזגוגי הוא חום וזה הצבע הרצוי ביותר למטרה שלנו.

תוצאות האנליסה הכימית באחוזים: (בוצעה במעבדת האגוד ב-12.5.54)

אבוד בלבון $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 3.7, 7.8, MgO 2.1, CaO 10.0, TiO_2 0.6, Fe_2O_3 9.5, Al_2O_3 21.8, SiO_2 44.5

לפי האנליסה הכימית חשבנו את נוסחת זגרי כדלקמן:
 $0.3062 \text{ FeO}, 0.1341 \text{ MgO}, 0.4588 \text{ CaO}, 0.1009 \text{ K}_2\text{O}, 0.0193 \text{ TiO}_2, 0.5481 \text{ Al}_2\text{O}_3, 1.8992 \text{ SiO}_2$

(2) חמר אדום מתל ירוחם:

החומר הוא אדום, פלסטי ומתפורר במים בלי טחינה מוקדמת. ב- 250°C נמס החומר לגמרי והופך לגוף מסונטר בצבע צהוב – חום.

תוצאות האנליסה הכימית באתוזים: (בוצעה במעבדת האגוד ב- $2.6.54$)

אבוד בלבון 8.9 , 0.3 MgO , 18.0 CaO , 0.1 TiO_2 , $6.3 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $17.0 \text{ Al}_2\text{O}_3$, 34.7 SiO_2

מלחים נמסים במים

$\text{NaCl}-2.5$, $\text{SO}_4-0.16$,

לפי האנליסה הכימית חשבנו את נוסחת זגרי כדלקמן:

$0.1728 \text{ FeO}, 0.0162 \text{ MgO}, 0.7019 \text{ CaO}, 0.1091 \text{ K}_2\text{O}, 0.0026 \text{ TiO}_2, 0.3639 \text{ Al}_2\text{O}_3, 1.2585 \text{ SiO}_2$

אופן הייצור

שלב א': ניסיונות מעבדתיים:

על ידי בחירת הרכבים שונים של חומרי הגלם הנ"ל עבדנו תרכובות שונות ובדקנו אחרי השרפה את תכונותיהן החימיות והפיזיות. והגענו לעיסה בעלת התכונות הדרושות לייצור צנורות חרס. מעיסה זו עשינו צנורות קטנים בקוטר של 4 ס"מ , במכונת לישה והשתמשנו במערכת הריקות (וקואום) של המעבדה. את הצנורות היבשים ציפינו בזגוגית מאפר וולקני ומחמר מתל ירוחם, ושרפנו בתנור סולר מעבדתי, עד 1250°C . הצנורות הגמורים השביעו רצון, הוו עיסה מוצקת מסונטרת והזגוגית היתה בעלת ברק חום.

התכונות הפיזיות היו כדלקמן: תוספת מים לתערובת 17.5% (21 חלקים על 100). חוזק הכפוף של הצנור הבלתי שרוף – 22.2 ק"ג/סמ"ר . חוזק הכפוף של הצנור השרוף ב- 1250°C – 280 ק"ג/ג. סמ"ר . ההתכווצות ב- 250°C – 10% . כוח הספיגה אחרי השריפה ב- 1250°C – 4.8% . עמידה נגד חומצות – 0.28% .

על יסוד תוצאות משיבועות רצון אלו החליטנו כשלב שני, בנסויים בקנה מידה חצי חרושתי במפעל "חרסה" חיפה.

שלב ב': ניסויים חצי חרשתיים

2 טון מכל חומר, 53, 50 ואבן חול נטחנו באופן יבש בטחנת פטישים והגנייס בטחינה רטובה בתחנת כדורים במשך 17 שעות. מהחומרים המעובדים כמתואר לעיל הוכנו 500 ק"ג תערובת בשביל גרוג (חרס שרוף).

ההרכב: 27.50% חרסית מס' 53, 43.75% חרסית מס' 54, 22.50% אבן חול, 6.25% גנייס.

התערובת הזו עובדה תחילה לפי שיטה יבשה ואחר כך לפי שיטה רטובה שבה העברנו את החומר שלוש פעמים דרך מכונת לישה, ואחר כך חתכנו לגושים גליליים בעלי קוטר של 16 ס"מ ואורך בערך 30 ס"מ. ייבשנו את הגושים האלו ושרפנו אותם בתנור סולר עד 1250°C .

הגופים השרופים היו בצבע צהוב אפור, בעלי כוח ספיגה של 9.5%. את הגופים השרופים טחנו בטחנת פטישים וניפינו בנפה של 20 מ"ש. בחומר שעבר את הנפה הזו השתמשנו בתור גרוג לעיסה, ברור שגודל הגרגירים משתנה ע"י הגדלת קוטר הצנור.

התערובת לצנורות גם כן מורכבת מחומרי גלם טחונים באופן יבש בטחנת פטישים. במקום גנייס השתמשנו בפצלת שדה, היות ולא היתה אפשרות לקבל מאילת את הכמות הדרושה של גנייס וכמו כן לא היתה האפשרות לטחון את הגנייס עד המידה הרצויה. אפשר להשתמש פה בפגמטיט בלתי נקי מאילת אשר בזמן המיון של פצלת השדה נשאר ללא כל שמוש.

500 ק"ג תערובת חומרים עובדו לפי הרכב כדלקמן: 22%—חרסית מס. 53 (שאריית אחרי המיון), 33%—חרסית מס. 50, 2%—בנטוניד מואדי רומן, 13%—אבן חול, 18%—גרוג, 12%—פצלת שדה.

ה ע ר ה : במקום 2% בנטוניד מואדי רומן אפשר להגדיל את כמות החומר מס. 50 ב-2%.

לתערובת היבשה הוספנו 20% מים ואכסנו אותה במשך 10 ימים בארגז מצופה פת. האכסון במקרה זה חשוב היות והחומרים האורגניים בחומר מס. 50 צריכים להרקב. באם לא יירקבו ישפיעו החומרים האורגניים על העיסה בתור אמצעי מרזה וכמו כן יקטינו את הקשר המכני בעיסה.

אחרי זה העברנו את העיסה פעמיים דרך מכונת לישה ואכסנו שוב במשך 24 שעות, העברנו שנית פעמיים דרך מכונת לישה ואכסנו במשך 3 ימים. מהעיסה המעובדת לפי השיטה הנ"ל עשינו צנורות בקוטר פנימי של 12 ס"מ וקוטר חיצוני — 16 ס"מ ואורך 66 ס"מ עד 100 ס"מ.

היות ובצענו את הנסיון עם כלי מיושן ובלי מערכת ריקנות (וקואום) היה צורך בתוספת מים בכמות יותר גדולה מאשר בנסיון המעבדתי ובגלל חוסר לחץ מספיק לא היה הצנור מוצק כפי הדרוש. פני הצנורות היו חלקים. בייבוש בטמפרטורה רגילה לא גלינו כל תופעות שליליות.

התכונות הפיזיות של העיסה הן כדלקמן: תוספת מים לתערובת — 18.7% (23 חלקים על 100), חוזק הכפוף של החומר הבלתי השרוף — 23 ק"ג סמ"ר, ההתכווצות בייבוש — 4.5%.

ז ג ו ג י ת

השתמשנו להכנת הזוגית באפר הריי-הגעש מסביבות קבוץ "גזית" וחומר אדום מתל-ירוחם, וחול מואדי חתירה.

הרכב החומרים בצורתם הגלמית: אפר וולקני — 46.7%, חמר מתל ירוחם — 33.3%, חול מואדי חתירה 20.0%.

ההפרש בנקבוביות בין הנסיון המעבדתי והנסיון התעשייתי נובע מזה שבמעבדה עיבדנו את החומר במכונת לישה בעלת מערכת ריקנות (ואקום) מה שלא כן בנסיון התעשייתי, וכתוצאה נשאר אויר בצנורות ואחוז הנקבוביות עלה.

טיב הזגוגית וכושר ההתחברות לחרס נבחנו באוטוקלב תחת לחץ של 100 lbs./sq. inch במשך שעותיים. לא היו כל תופעות שליליות אחרי הבדיקה.

ס כ ו מ

(1) לפי תוצאות הנסיונות הנ"ל מוכח שאפשר ליצור צנורות חרס אשר אינם נופלים באיכותם מדרישות התקנים הבין לאומיים הגבוהים ביותר ובשימוש של 100% בחומר גלם מקומי הן בשביל הגוף והן בשביל הזגוגית.

(2) בתעשייה זו אפשר להשתמש באותם סוגי חומרי הגלם שעדיין אין להם כל שימוש בתעשייה הקרמית.

תוספת לדו"ח

תמצית התקנים לצנורות חרס

כוח ספיגה לפי American Standard Testing Methods מס' 301 C.

את שברי החרס מהצנורות בעלי שטח של בערך 2 אינש מרובע יש לייבש ב- 110°C ולשקול. לחמם את החתיכות במשך 5 שעות במים מזוקקים, לקרר עד הטמפרטורה הרגילה (20°C) ולבסוף לגב עד יובש את החתיכות ושוב לשקול.

התוספת במשקל אחרי פעולה זו אסור שתעלה על 8%.

עמידה נגד חומצות לפי

Pruefung fuer erhoehte Anforderungen des Chemischen Laboratoriums fuer Tonindustrie.

את הגרגירים של הצנורות הטחונים אשר עברו בפה של 20 מש ואשר נשארו על בפה של 40 מש יש לרחוץ היטב ולהרחיק את האבק ולייבשם. שוקלים 100 גרם מהגרגירים האלו ומחממים אותם יחד עם 14 ס"מ מעק חומצה גפריתנית מרוכזת, 7 ס"מ מעק חומצת חנקנית מרוכזת ו-65 ס"מ מעק מים מזוקקים עד שהאדים של SO_3 מתחילים להתנדף (15 דקות). מקררים. אחרי הקרור יש להוסיף 50 ס"מ של חומצה חנקנית ברכוז של 10% ולחמם 15 דקות נוספות.

אחרי פעולה זו יש לסנן את הגרגרים ולשטוף אותם במים מזוקקים, ליבש ושוב לשקול.

ההפסד במשקל הגרגרים הוא קנה מידה של התקף החומצות, ההפסד לא יעלה על 2%.

חוזק הלחץ לפי British Standard מס' 1196.

יש להניח את הצנור בצורה מאוזנת בין שני בולי עץ אשר רוחבם הוא 6 אינש ואורכם לפי אורך כל הצנור. בין העץ והצנור נמצאות חתיכות גומי בעובי של 1 אינש ורוחב 6 אינש לכל אורך הצנור. כל זה מעוחס עד הנקודה שבה יישבר הצנור.

את המשקל המכסימלי אשר בו נשבר הצנור מחלקים באורך הצנור. הלחץ הדרוש בכדי לגרום לשבירת הצנור לא צריך להיות פחות מאשר 800 lbs/ft.

לפי A.S.T.M מוכרח צנור של 4 אינש קוטר להחזיק מעמד ב-1000 lbs/ft.

על חמרי הגלם וכרייתם

חיים רדי — חברת חרסית וחול זך בנגב בע"מ

הבא לדבר על חומרי הגלם במדינתנו בכלל ועל החומרים לתעשייה הקרמית בפרט — אינו יכול להתעלם מדרך התהפוכות והשרירות שנהגו בנו הטבע. הדברים נכונים על כל פנים שהמדובר הוא על כל מה שמצאנו וגילינו עד כה.

מרבצים ובני מרבצים, קטנים ודלים, מפוזרים על פני שטחו של המכתש הגדול. גודלם המוגבל ופיזורם רהב אינו מאפשר שימוש רציונלי במכונות. מאידך, צריכת החומרים ע"י התעשייה קטנה היא ואינה מצדיקה, אף לא מאפשרת, פיתוח הכרייה וההפקה בקנה מידה שיוזיל את העבודה באופן ניכר. זאת ועוד: מהותם הגיאולוגית והמינרלוגית של מרבצי החרסית למיניה היא כזאת שאין החומרים מופיעים בקיים ואחידים, אלא שבכל מטר ומטר נכונו לנו הפתעות בהרכב החומר ובכמות תוספות הלואי המזיקות לתעשייה.

חושבני כי לא אגזים אם אומר שמאז הוחל בהפקת החומרים במכתש כבר עבדו בשני תריסרים של מקומות, אם לא למעלה מזה. בכל מקום מוציאים כמה מאות טון (ולפעמים כמה עשרות) ומוכרים רחים לעזוב את "המכרה" ולעבור למקום אחר.

הגישה למקומות הכרייה היא עפ"י קשה ומייגעת ויש להשקיע כספים רבים לפתיחת דרכי עפר פשוטות פרימיטיביות.

תאריך הרשימה אם נרצה למנות את כל הקשיים ונעמוד על כל ההפרעות בדרך הפקת החרסית, בהם נתקלנו עד עתה.

אולם הפתגם אומר: איזהו עשיר השמח בחלקו. גם אנו, מצווה עלינו להיות שמחים בחלקנו. דעתם האחידה של המומחים היא כי החומרים שלנו טובים, ואף טובים מאד, עד לגבול מסוים ולמוצרים מסויימים, באם יטופל בהם כראוי וכיאות. לזאת, לטיפול הראוי והיאות, שמה כעת החברה את לבה ומשתדלת לעשות כמיטב יכולתה.

ראשית כל נגשנו להכנת מלאי ליד המכרה. לפי הוראות המהנדסים והמומחים תוערמנה ערימות אשר תיתכנה א"ח מ"הקיר". בצורה זו יובטח מינימום אחידות של החומר המוספק לצרכנים במשך תקופה מסוימת. צורת עבודה זו גם תאפשר בדיקות ואנליסות יותר יעילות של החומר, ע"י המעבדה לחקר קרמי.

לשם הכנת המלאי הנ"ל, הוכנס ע"י הקבלן, לפי דרישתנו, מיכון מסוים אשר יקל על העבודה ויגדיל את התפוקה.

כצעד שני — ניגש לניצול המרבץ הגדול של מס' 53 אשר בניקוי כבר הוחל, והושקעו בו למעלה מחמשים אלף ל"י. עבודת הגמר של הניקוי תבוצענה מיד לאחר עבור סכנת הגשמים והשטפונות. מרבץ זה מבטית 8 — 5 אלפים טון חרסית 53 מובחרת, כמעט ללא גבס ומלא (על כל פנים במידה שאפשר היה לבדוק עד עתה).

וכתכנית לעתיד אנו מטפלים בהכנות להקמת המתקנים לרחיצת החרסית וכל הכרוך בזה. אנו עומדים בגמר המו"מ עם הקק"ל לתכירת שטח קרקע באזור התעשייה בבאר-שבע; מבררים את שאלות המים; בודקים הצעות תכנון שונות; שאלת המכונות, שיטות הרחיצה וכו'. אפשר לקוות כי אם יועמדו לרשות החברה האמצעים הדרושים, ייתכן שנוכל במשך השנה השוטפת, להפעיל את המתקן, אם לא בשלמותו — לכה"פ בחלקו.

הבעיות הכרוכות בהקמת המתקן המדובר הן מסובכות ורב-גוניות ביותר. מפאת אי-אחידותו של החומר, תכונותיו השונות, הצריכה המוגבלת, רוחק המים מהמכרה, הובלה והעמסה כפולה וכו' וכו'. אנו מקווים להתגבר על כל הקשיים וההפרעות ע"י שנלמד להכירם ובעזרת כל הגורמים הנוגעים בדבר.

ועוד כמה מלים על תכניות המחקר: בסימפוזיון שנערך בחודש ינואר השנה סוכם לעבד תכנית מפורטת למחקר במטרה לגלות כמות חומר גלם מהמינים השונים אשר תספק את התעשייה בהתיפתחותה לעשר השנים הקרובות. הועדה מתחילה בפעולתה, בשיתוף פעולה בין כל אלה שבידם תרומה מידעיתם ונסיבותם לקידום העבודה. היא מקוה להכין את התכנית המפורטת עד לסימפוזיון הבא שיתקיים בקרוב.

אין אני גוגע ברשימתי זו בענייני חול הזכוכית, החול הקרמי, פצלת השדה וכו' שהחברה מטפלת בהם.

כמו כן איני מזכיר את התכניות לניצול החומרים בואדי רמון, כי יארכו הדברים. על אלה ברי שימה נוספת בחוברת הבאה.

חרסיות בישראל

1. בודנהיימר ו-א. ס. בראונפלד

המכון הגיאולוגי, משרד הפיתוח, ירושלים

את החרסיות המצויות בארץ אפשר לחלק לשתי קטגוריות: חרסיות משובחות, בעלות איכות גבוהה יותר, המצויות בדרום, וחרסיות בעלות איכות נמוכה יותר של הצפון. את החרסיות בעלות האיכות הנמוכה יותר אפשר למיין כדלקמן:

1. חרסיות סחף. 2. חרסיות חוליות אדומות. 3. חרסיות חוליות כחולות. 4. חרסיות כחולות.
5. חרסיות משובחות. 6. חוואר.

חרסית סחף, מצויה בעמק יזרעאל, ובמספר חתכים מתחת גבעות רגלי ההרים של ישראל. בדיקות אשר נעשו בדוגמאות חרסית, שנלקחו ממקומות מרוחקים מרחק רב זה מזה, כגון עפולה שבעמק, ודימונה מדרום לבאר שבע, הראו שחרסית זו, מתאימה יפה ללבון לבנים ול- תעשיית רעפים.

תוצאות אנליסות של חרסיות דימונה, שנעשו לאחרונה, ניתנות בטבלא 1.

החרסיות החוליות, מצויות באזור תל אביב-רמלה, אך, למרות הכילן כמות מספקת של חמרי לכוד למטרת יציקה, הן אינן חמר אידיאלי לשמוש אקונומי.

החרסית הימית הכחולה, אשר הגדרה כחרסית מיו-פליוקנית, היא פלסטית מאד, אך אין למצאה על פני השטח. היא ידועה בעמק של שלשה מטרים מתחת לסחף, במפרץ חיפה.

החרסית המשובחת, היא החומר העיקרי בירושלים לתעשיית כלי חרס, לבנים ורעפים. שכבות החרסית במוצא, אשר בפרוזדור ירושלים, הן בעלות עבי של שנים עד שלשה מטרים והן מנוצלות כיום.

חרסיות חוואריות, מצויות בחלקים מסויימים של הקרטון, המופיע לאורך כביש ירושלים-תל אביב. מחשוף יפה, מצוי במורד ואדי סראר, ליד הרטוב, והוא המקור של בית החרושת שמשון לתעשיית מלט. כ"כ מצויות חרסיות משובכות, באזור מנרה, וליד עין הוד בכרמל. בגלל חשיבותה האקונומית הרבה יותר, ניתן עיקר תשומת הלב למשקעי החרסית המשובחת של ואדי חתירה (המכתש הגדול) ושל ואדי רמון.

המכתש הגדול הוא אנטיקלינה גדולה, בעלת נטית שכבות כללית בכוון צפונית-מזרחית, דרומית-מערבית בקרוב רב. עצמת השכבות אינה קבועה, וכן משתנית גם האיכות מחפירה לחפירה

ארבע קבוצות חרסית תוארו מואדי רמון, אך המיון הסופי מתעכב עד לקבלת תוצאות הבדיקות המינרלוגיות, כימיות וטכניות אשר נערכות כיום. הקבוצות הן:

1. חרסיות פצליות (Shale clays)

2. Ball clays

3. חרסיות צורניות (Flint clays)

4. קאולין.

מיון זה מבוסס בעיקר על תוצאות בדיקות טכניות.

החרסית הצורנית, שצורתה צדפית, והיא בעלת הופעה דומה להופעת Bauxite. היא כוערת בלהבה לבנה יותר, מאשר כל חרסית אחרת המצויה בארץ, והרכבה הכימי הוא הקרוב ביותר להרכבו התיאורטי הכימי של הקאולין. בדיקות בקרני-X הוכיחו מציאות של Boehmite, בתוספת לתכולת הקאולין בחרסית הצורנית. החרסית הצורנית מופיעה כעדשות בתוך משקע גדול של חרסית ברזלית, המשתרע לאורך של כעשרים ק"מ.

הקאולין מצוי במספר רב של דיקים (Dykes) החותכים את תצורות אבן החול של ואדי רמון. החרסיות של הרמון, הן בעלות תכולת חמרן (Al) גבוהה יותר, מאשר חרסיות המכתש הגדול, ומגיעות לעצמה רבה יותר. הן שייכות בחלקן למערכת הורה, ומופיעות בשכבות שעבין שנים עד שלושה מטרים, או שהן ממלאות דיקים שרחבם כמה מטרים וארכם כמה ק"מ. בעבודות שנעשו לאחרונה במכתש הקטן צוינה מציאותם של משקעי חרסית הדומים לחרסיות שביתר המכתשים. אפשר למצוא חרסיות גם בשכבות הפליוקן. קרוב לסדום ואף דרומה לה, באזור תמנע, ישנן חרסיות הקשורות בהופעתן למשקעי הנחושת והמנגן. באם יוחל בכריה, בקנה מידה מסחרי, באזור תמנע, תהווה החרסית מוצר לוואי שערכו אינו מבוטל. כמו כן מצויות חרסיות הקשורות למרבצי האנהידריט (Anhydrite Gypsum) אשר מופיעים בערבה הדרומית, ובאם ינוצלו מרבצי גבס אלו, ייתכן גם ניצול החרסיות.

עבודת המחקר מתקדמת לא רק בכיוון מיון של החרסיות בישראל, על סמך תכונותיהן היסודיות, אלא גם בכיוון מציאת שימושים חדשים בכלכלה הלאומית. מעבודות המכון הגיאולוגי עורסקות בשלב זה בבדיקת תכונות הספיחה של חרסיות. חרסיות קאולין מקומיות מצויות כיום בשימוש בתעשיית רצלי חרקים.

אין ספק בדבר, כי בעתיד הקרוב, נוכל להשתמש בחמרי הגלם שלנו כמסננים בתעשיית נייר, גומי וחמרים אחרים.

עבודת המחקר במיון החרסיות משלמת על ידי מחקר בקרני-X, אשר מתנהל על ידי המעבדות לפיזיקה של האוניברסיטה העברית בירושלים. מספר חרסיות, שנלקחו ממקומות שונים בארץ, צולמו בקרני-X, ובדיקות אלו, אשר את התוצאות שנתקבלו בעקבות בדיקות כימיות ומינרלוגיות. כמות רבה מאוד מן החרסיות באזור רמון, קשורה בהמטיט (Haematite) אשר עד כה ניתן להפרדה מהבסיס הקאוליני רק בשיטות כימיות. הפרדתו הכימית של ההמטיט מן החרסית השאירה חמר משובח ומשביע רצון, אשר הראה תכונות קרמיות טובות, בבדיקה במכון לחקר הקרמיקה, אך טרם נמצא תהליך זול להפרדה זו, אשר יצדיק את שימושה בקנה מידה מעשי.

הנטינות להפרדת TiO_2 מן החרסית, נתנו תוצאות רק בעת שבוצעו, או בעזרת נוזלים כבדים, כגון ברומופורם, או על ידי הוספת Sodiums Pyrophosphate לתרחיף הכימי של החרסית. שתי השיטות הללו גם יחד יקרות מכדי שימוש בקנה מידה מעשי.

ט
ל

Determination of the Solid Content of Slip
(Specific weight of solids 2,60 g/cm³ at 15°C)

קביעת החזק המוצק בנוזל ליציקה
(משקל סגולי של מוצקים)

צפיפות Slip density °Bé	Spec. weight	החזק בהמר מוצק Solid content		החזק במים Water content	
		g/dm ³	%	cm ³ /dm ³	%
1	1,007	11,375	1,13	995,625	98,87
2	1,014	22,750	2,24	991,250	97,76
3	1,022	35,750	3,50	986,250	96,50
4	1,029	47,125	4,58	981,875	95,42
5	1,036	58,500	5,65	977,500	94,35
6	1,045	73,125	7,00	971,875	93,00
7	1,052	84,500	8,03	967,500	91,97
8	1,060	97,500	9,20	962,500	90,80
9	1,067	108,875	10,20	958,125	89,80
10	1,075	121,875	11,34	953,125	88,66
11	1,083	134,875	12,45	948,125	87,55
12	1,091	147,875	13,55	943,125	86,45
13	1,100	162,500	14,77	937,500	85,23
14	1,108	175,500	15,84	932,500	84,16
15	1,116	188,500	16,89	927,500	83,11
16	1,125	203,125	18,05	921,875	81,95
17	1,134	217,750	19,20	916,250	80,80
18	1,142	230,750	20,21	911,250	79,79
19	1,152	247,000	21,45	905,000	78,55
20	1,162	263,250	22,65	898,750	77,35
21	1,171	277,875	22,73	893,125	76,27
22	1,180	292,500	24,79	887,500	75,21
23	1,190	308,750	25,95	881,250	74,05
24	1,200	325,000	27,08	875,000	72,92
25	1,210	341,250	28,20	868,750	71,80
26	1,220	357,500	29,30	862,500	70,70
27	1,231	375,375	30,49	855,625	69,51
28	1,241	391,625	31,56	849,375	68,44
29	1,252	409,500	32,71	842,500	67,29
30	1,263	427,375	33,84	835,625	66,16
31	1,274	445,250	34,95	828,750	65,05
32	1,285	463,125	36,04	821,875	63,96
33	1,297	482,625	37,21	814,375	62,79
34	1,308	500,500	38,26	807,500	61,74
35	1,320	520,000	39,39	800,000	60,61
36	1,332	539,500	40,50	792,500	59,50
37	1,345	560,625	41,69	784,375	58,31
38	1,357	580,125	42,75	776,875	57,25
39	1,370	601,250	43,89	768,750	56,11
40	1,383	622,375	45,00	760,625	55,00
41	1,397	645,125	46,18	751,875	53,82
42	1,410	666,250	47,25	743,750	52,75
43	1,424	689,000	48,38	735,000	51,62
44	1,438	711,750	49,49	726,250	50,51
45	1,453	736,125	50,66	716,875	49,34
46	1,468	760,500	51,80	707,500	48,20
47	1,483	784,875	52,92	698,125	47,08
48	1,498	809,250	54,02	688,750	45,98
49	1,514	835,250	55,17	678,750	44,83
50	1,530	861,250	65,29	668,750	43,71
51	1,546				
52	1,563				
53	1,580				
54	1,597				
55	1,615				

Conversion Table of Fahrenheit
and Centigrade Scales

טבלאות הפיכת מעלות פרנהייט
למעלות צלזיוס

degrees Centigrade $\times 1.8 + 32 =$ degrees Fahrenheit
degrees Fahrenheit $- 32$

1,8

$=$ degrees Centigrade

$$X^{\circ} \text{ Kelvin} = (X - 273,16) ^{\circ}\text{C} = [1,8(X - 273,16) + 32] ^{\circ}\text{F}$$

Cent.	Fahr.	Cent.	Fahr.	Cent.	Fahr.	Cent.	Fahr.	Cent.	Fahr.	Cent.	Fahr.	Cent.	Fahr.	Cent.	Fahr.
0	32	220	428	440	824	660	1220	880	1616	1100	2012	1320	2408	1540	2804
5	41	225	437	445	833	665	1229	885	1625	1105	2021	1325	2417	1545	2813
10	50	230	446	450	842	670	1238	890	1634	1110	2030	1330	2426	1550	2822
15	59	235	455	455	851	675	1247	895	1643	1115	2039	1335	2435	1555	2831
20	68	240	464	460	860	680	1256	900	1652	1120	2048	1340	2444	1560	2840
25	77	245	473	465	869	685	1265	905	1661	1125	2057	1345	2453	1565	2849
30	86	250	482	470	878	690	1274	910	1670	1130	2066	1350	2462	1570	2858
35	95	255	491	475	887	695	1283	915	1679	1135	2075	1355	2471	1575	2867
40	104	260	500	480	896	700	1292	920	1688	1140	2084	1360	2480	1580	2876
45	113	265	509	485	905	705	1301	925	1697	1145	2093	1365	2489	1585	2885
50	122	270	518	490	914	710	1310	930	1706	1150	2102	1370	2498	1590	2894
55	131	275	527	495	923	715	1319	935	1715	1155	2111	1375	2507	1595	2903
60	140	280	536	500	932	720	1328	940	1724	1160	2120	1380	2516	1600	2912
65	149	285	545	505	941	725	1337	945	1733	1165	2129	1385	2525	1605	2921
70	158	290	554	510	950	730	1346	950	1742	1170	2138	1390	2534	1610	2930
75	167	295	563	515	959	735	1355	955	1751	1175	2147	1395	2543	1615	2939
80	176	300	572	520	968	740	1364	960	1760	1180	2156	1400	2552	1620	2948
85	185	305	581	525	977	745	1373	965	1769	1185	2165	1405	2561	1630	2966
90	194	310	590	530	986	750	1382	970	1778	1190	2174	1410	2570	1640	2984
95	203	315	599	535	995	755	1391	975	1787	1195	2183	1415	2579	1650	3002
100	212	320	608	540	1004	760	1400	980	1796	1200	2192	1420	2588	1660	3020
105	221	325	617	545	1013	765	1409	985	1805	1205	2201	1425	2597	1670	3038
110	230	330	626	550	1022	770	1418	990	1814	1210	2210	1430	2606	1680	3056
115	239	335	635	555	1031	775	1427	995	1823	1215	2219	1435	2615	1690	3074
120	248	340	644	560	1040	780	1436	1000	1832	1220	2228	1440	2624	1700	3092
125	257	345	653	565	1049	785	1445	1005	1841	1225	2237	1445	2633	1710	3110
130	266	350	662	570	1058	790	1454	1010	1850	1230	2246	1450	2642	1720	3128
135	275	355	671	575	1067	795	1463	1015	1859	1235	2255	1455	2651	1730	3146
140	284	360	680	580	1076	800	1472	1020	1868	1240	2264	1460	2660	1740	3164
145	293	365	689	585	1085	805	1481	1025	1877	1245	2273	1465	2669	1750	3182
150	302	370	698	590	1094	810	1490	1030	1886	1250	2282	1470	2678	1800	3272
155	311	375	707	595	1103	815	1499	1035	1895	1255	2291	1475	2687	1850	3362
160	320	380	716	600	1112	820	1508	1040	1904	1260	2300	1480	2696	1900	3452
165	329	385	725	605	1121	825	1517	1045	1913	1265	2309	1485	2705	1950	3542
170	338	390	734	610	1130	830	1526	1050	1922	1270	2318	1490	2714	2000	3632
175	347	395	743	615	1139	835	1535	1055	1931	1275	2321	1495	2723	2100	3812
180	356	400	752	620	1148	840	1544	1060	1940	1280	2336	1500	2732	2200	3992
185	365	405	761	625	1157	845	1553	1065	1949	1285	2345	1505	2741	2300	4172
190	374	410	770	630	1166	850	1562	1070	1958	1290	2354	1510	2750	2400	4352
195	383	415	779	635	1175	855	1571	1075	1967	1295	2363	1515	2759	2500	4532
200	392	420	788	640	1184	860	1580	1080	1976	1300	2372	1520	2768	2600	4712
205	401	425	797	645	1193	865	1589	1085	1985	1305	2381	1525	2777	2700	4892
210	410	430	806	650	1202	870	1598	1090	1994	1310	2390	1530	2786	2800	5072
215	419	435	815	655	1211	875	1607	1095	2003	1315	2399	1535	2795	2900	5252

שוה ערך טמפרטורה או בקורות התוך של קונוסים
Temperature Equivalent or Fusing Points of Cones

Cone Number	When Fired Slowly 20° C Per Hour		When Fired Rapidly 150° C Per Hour		Labor Cones 20° C 150° C Per Hour	
	Seger	Orton	Seger	Orton	Seger	Orton
<i>The Soft Series</i>						
022	580	585	595	605	585	605
021	620	595	640	615	625	650
020	635	625	660	650	640	675
019	655	630	685	660	665	695
018	675	670	705	720	680	715
017	695	720	730	770	695	735
016	720	735	755	795	720	760
015	740	770	780	805	750	785
014	780	795	805	830	790	815
013	840	825	835	860	860	845
012	860	840	860	875	880	890
011	880	875	900	905	890	900
<i>The Low Temperature Series</i>						
010	900	890	920	895	910	925
09	920	930	935	930	930	940
08	930	945	955	950	940	956
07	950	975	970	990	955	975
06	970	1005	990	1015	980	995
05	990	1030	1000	1040	1010	1010
04	1015	1050	1025	1060	1035	1055
03	1040	1080	1055	1115	1055	1070
02	1070	1095	1085	1125	1090	1100
01	1090	1110	1105	1145	1105	1125
<i>The Intermediate Temperature Series</i>						
1	1105	1125	1125	1160	1120	1145
2	1125	1135	1150	1165	1135	1165
3	1140	1145	1170	1170	1150	1185
4	1160	1165	1195	1190	1170	1185
5	1175	1180	1215	1205	1185	1120
6	1195	1190	1240	1230	1210	1260
7	1215	1210	1260	1250	1230	1270
8	1240	1225	1280	1260	1255	1295
9	1255	1250	1300	1285	1270	1315
10	1280	1260	1320	1305	1290	1330
11	1300	1285	1340	1325	1315	1350
12	1330	1310	1360	1335	1340	1375
13	1360	1350	1380	1350	1375	1385
14	1380	1390	1400	1400	1395	1410
15	1400	1410	1425	1435	1420	1440
16	1425	1450	1445	1465	1445	1470
17	1445	1465	1480	1475	1465	1490
18	1470	1485	1500	1490	1480	1520
19	1495	1515	1515	1520	1505	1530
20	1515	1520	1530	1530	1530	1540

The High Temperature Series

<i>Cone Number</i>	<i>Seeger Cones 150° C/hour</i>	<i>Orton Cones 100° C/hour</i>
	—	1580
23	1585	1595
26	1605	1605
27	1635	1615
28	1655	1640
29	1680	1650
30	1695	1680
31	1710	1700
32	1730	1745
33	1755	1760
34	1780	1785
35	1805	1810
36	1830	1820
37	1855	1835
38	1875	1865
39	1900	1885
40	1940	1970
41	1980	2015
42		

**Composition, Temperature Limits, and Thermo-E.M.F.
of Thermo-Couples (Spiers, "Technical Data on Fuel")**

כח אלקטרו-מניע-תרמי
וזוגות תרמיים

<i>חומר Material</i>	<i>הרכב הנתך Composition of Alloy</i>	<i>גבולות טמפרטורה Temperature Limits (°C)</i>		<i>כח אלקטרו-מניע-תרמי Approximate Thermo E.M.F. (Microvolts per °C)</i>
		<i>Average</i>	<i>Intermittent</i>	
Copper — Constantan	Cu — 60 Cu; 40 Ni	300	600	56
Chromel* — Eureka	90 Ni; 10 Cr — 40Ni; 60Cu	700	900	75
Iron — Constantan	Fe — 60 Cu; 40 Ni	750	1,000	57
Nickel — Nickel-Chromium	Ni — 90 Ni; 10 Cr	1,000	1,300	20
Chromel** — Alumel	90 Ni; 10 Cr — 94 Ni; 2Al; 3 Mn; 1 Si	1,200	1,350	40
Platinum — Platinum-Rhodium	Pt — 87 Pt; 13 Rh	1,450	1,700	11
Platinum — Platinum-Iridium	Pt — 90 Pt; 10 Ir	1,000	—	12

- * Hoskens Alloy, good robust couple, but corrodes if exposed to air or gases above red heat.
- ** Chromel-Alumel is resistant to corrosion, but alumel suffers from hot shortening and becomes extremely brittle above red heat.

CS INDUSTRY IN ISRAEL, AND EIR RECOVERY

AI

s industry are not concentrated in one
ot homogeneous.

e best methods of concentration and

ידיעות מהאגוד

למנהלי עבודה של מפעלים קרמיים. הקורס נמשך שבוע ימים
מאוניברסיטת אלפרד בארד (Alfred University) בארה"ב ושל מר
צל דרכי הבקורת של כל תהליכי העבודה במפעל קרמי
שיגרתית.

אות על נושאים אקטואליים. המרצים הם תעשיינים, פרופ'
לו מעוררות ענין רב בין אנשי התעשייה הקרמית.

ד"ר ב. רונטל מהמפעל "לפיד" חזרו ממסע השתלמות בארצות
קרמי בשותף פעולה עם המועצה המדעית ועם U. S. O. M.

יר במסיבה מיוחדת על התרשמויותיהם מהקונגרס הקרמי אשר
אות מהקונגרס נשלח לחברי האגוד.
הייצרנים מסרנו על הצירוף העומד לרשותנו לביצוע ניסויים
ות.

חבר יצרן באגוד הזכות לקבל מעובדי האגוד עזרה מקצועית:
בגבולות 50% מגובה דמי החבר השנתיים.

מי שני בימי חנוכה — בתאריך 12-14.XII.55, החלק הראשון
בכינוס ישתתפו גם אנשי מדע מחוץ-לארץ כמו פרופ' קירקנדל
לנד. מלבד הרצאות על נושאים מדעיים ומקצועיים למשתתפי
מיים ובמחצבי הנגב.

FOR THE CERAMICS INDUSTRY IN ISRAEL, AND METHODS FOR THEIR RECOVERY

H. RADAI

Israel for the ceramics industry are not concentrated in one
best quality and are not homogeneous.

carried out to find the best methods of concentration and
rocks and minerals.

מיים. הקורס נמשך שבוע ימים
(Alfred Un בארה"ב ושל מר
הליכי העבודה במפעל קרמי

המרצים הם תעשיינים, פרופ'
התעשייה הקרמית.

" חזור ממסע השתלמות בארצות
ה U. S. O. M ועם

מיוזמיהם מהקונגרס הקרמי אשר
אגוד.

העומד לרשותנו לביצוע ניסויים

ל מעובדי האגוד עזרה מקצועית:
בר השנתיים.

12-14.XII.55, החלק הראשון
מחוז-לארץ כמו פרופ' קירקנדל
ים מדעיים ומקצועיים למשתתפי

REPORT ON A STUDY TRIP TO THE U.S.A. IN THE FIELD OF CERAMICS

B. ROSENTHAL

Lapid Ceramic Works, Tel Aviv

Mrs. Rosenthal visited educational institutions and ceramics factories in the U.S.A. and learned production methods of the American ceramics industry. She made several proposals concerning improvement of the quality and design of our ceramic products, solution of shipment and other economic problems, in order to facilitate the marketing of these products to the American buyer.

Prof. West of Alfred University established a method of beneficiation of our raw material Negev 53. After passing the stages of beneficiation this material could be used successfully in the ceramics industry.

REPORT NO. 16 OF THE CERAMICS RESEARCH ASSOCIATION

P. SCHREINER

Ceramics Research Association, Haifa

Sewer Pipes

The best raw material of Israel and the most desirable composition of the mixtures for the production of sewer pipes have been investigated and determined in the laboratory of the Association.

The best raw materials are:

1) Clay No. 50 from Wadi Hathira; 2) clay No. 53 from Wadi Hathira (remainder after selection); 3) sandstone from Wadi Hathira; 4) gneiss from Eilat.

Chemical and physical properties of these raw materials are given in detail.

An investigation has also been undertaken to find the most suitable material for loam-glazing the pipes. Two kinds of raw materials have been checked: volcanic ashes found in the vicinity of Gazit settlement and red material from Tel Yeroham.

Laboratory and pilot plant tests were carried out to produce glazed pipes. The pilot plant tests have been completed successfully in the Harsa factory.

A short description of the major features of international standards for sewer pipes is given.

We tested the pipes for their properties, which were found to comply with highest international standards.

It is concluded that glazed sewer pipes of a high quality could be produced from local raw materials. Raw material not yet in use in the ceramics industry could be exploited in the production of sewer pipes.

Department, Ohio State University, Engineering Experiment Station and the Armour Research Foundation, Chicago.

The report deals with the various branches of the ceramics industry, its materials, innovations, equipment, etc., as seen in the plants and factories. The production of refractories, sewer pipes, fire bricks, sanitary ceramics, electrical porcelain insulators, dinner wares, floor and wall tiles and ceramics is treated in this report.

CHEMICAL ANALYSIS IN THE CERAMICS LABORATORY

E. LANDSBERG-STAUß

Ceramics Research Association, Haifa

Dr. Landsberg-Staub compares the physical and chemical properties of raw materials for the ceramics industry and discusses the relation between chemical and physical analyses in a ceramics laboratory. Chemical analysis has two aims: a) control of the homogeneity of the raw material, b) determination and computation of batches and glazes.

Different methods of chemical analysis by fusion are compared, and a complete procedure for analysis of ceramic raw material is given.

Silicates are determined by a combined method of three different methods: 1) the one of Salmang (an improved A.S.T.M. method — fusion with HF, HClO₄, HNO₃ mixture^{1,2}; 2) the method of Flashka³ treating the material with NH₄F, 3) the traditional method of fusion with soda.

Al, Ca, Mg, are determined by the generally known and accepted methods.

Dubosc colourimeter is the ideal instrument for Ti determination. A method for Fe determination with this colourimeter is described. Soluble salts should always be determined, even in sands.

The various methods have been tested by Dr. Landsberg-Staub in the laboratory of the Ceramics Research Association of Israel, and the proposed procedure was established there.

REFERENCES

1. SALMANG, C., 1952, *Ber. d. deutsch. Ker. Ges.*, **92**, 386.
2. Standard Methods of Chemical Analyses of Soda-Lime glass, *Am. Soc. Test. Mat.*, 1943, 14.
3. FLASCHKA, 1949, Ein Beitrag zur Silikatanalyse, Flussäure-Oxalsäure-Aufschluss, *Ztsch. F. Anal. Chem.*, **129**, 326.
4. CORY and SACKON, 1953, *Anal. Chem.*, **25**, 624.
5. 1952, *Chem. Abstr.*, p. 5481.
6. SCHUETZ and ANTONI, *Sprechsaal*, **86**, 49.

ACTIVITIES OF THE CERAMICS RESEARCH ASSOCIATION—FIVE YEARS

E. WISHINSKI

Ceramics Research Association, Haifa

In the five years of its existence, the functions of the Association have included applied and basic research, vocational training and consultation.

For maximum benefit to individual producers and the ceramics industry of Israel, the Association is primarily concerned with basic research. Plans are being made for laboratory, pilot plant and plant tests on the application of local raw materials in the ceramics industry. Courses will be extended to production engineers and works foremen on the modern methods of production control and on new production processes.

Efforts are being made to gain the confidence, support and cooperation of a greater number of ceramics producers by giving more consideration to the consultation department.

DRYING CERAMIC WARES

G. A. KIRKANDALE

Ceramics Specialist, U. S. Operations Mission, Israel

The drying of ceramic wares from dinnerware to firebricks is one of the most complex problems and is very often overlooked by the manufacturer of ceramic articles. Moisture in the ware causes trouble in firing.

Drying is concerned with the removal of the mechanically combined water in the plastic clay. A dry ceramic ware is obtained mostly by evaporation of this water. The mechanism of the evaporation process is clearly defined and outlined. The ceramics dryer dries by evaporation in three stages. During the first stage water is removed while the body shrinks. In the second stage the water that remains in the pore spaces of the body after shrinkage ceases, is removed. The third stage involves the removal of the final water that remains adhering to the grains.

Desirable conditions of air supply and circulation humidity, temperature and time of drying should be controlled very carefully in the drying process in order to produce a uniform product and to reduce losses due to insufficient drying or rapid drying.

REPORT ON A STUDY TRIP TO THE U.S.A. IN THE FIELD OF CERAMICS APRIL—NOVEMBER, 1954

I. UNGER

Naaman Ceramic Factory, Haifa

Chairman of the Ceramics Research Association

The visit was dedicated to a study in educational and research institutions and in ceramics plants and factories.

Mr. Unger visited the Ceramic Department, Alfred University, N.Y., the Ceramic

CONTENTS

Activities of the Ceramics Research Association — Five Years
Drying of Ceramics Wares
Report on a Study Trip to the U.S.A. in the Field of Ceramics
Chemical Analysis in the Ceramics Laboratory
Report on a Study Trip to the U.S.A. in the Field of Ceramics
Report on Sewer Pipes
Raw Materials for the Ceramics Industry in Israel, and Methods for
their Recovery
Clays in Israel

E. WISHINSKI
G. A. KIRKENDALE
I. UNGER
A. LANDSBERG-STAU
B. ROSENTHAL
P. SCHREINER

H. RADAI
W. BODENHEIMER and
A. S. BRAUNFELD

RESEARCH COUNCIL OF ISRAEL
CERAMICS RESEARCH ASSOCIATION

BULLETIN
OF THE CERAMICS RESEARCH ASSOCIATION
No. 7

HAIFA, OCTOBER 1955

Not for sale

RESEARCH COUNCIL OF ISRAEL
CERAMICS RESEARCH ASSOCIATION

BULLETIN
OF THE CERAMICS RESEARCH ASSOCIATION
No. 7

HAIFA, OCTOBER 1955