

איגוד למחקר קרמי
מועצה מדעית לישראל

י ל ק ו ט

האיגוד למחקר קרמי

מס' 4

עמוד

ת ו כ ן

2	דבר המערכת
3	פתיחת מעבדת האיגוד במפרץ חיפה
4	ייצור ושימוש של גבס לתבניות בתעשייה הקרמית
6	רשמי טיור במפעלים קרמיים באירופה
10	ידיעות האיגוד
11	דו"ח היו"ר של האיגוד
14	מעבדת האיגוד (דו"חות 5—8)
21	ידיעות מהתעשייה
22	בספרות המקצועית

דבר המערכת

גליון זה, מספר 4, מופיע לאחר הפסקה ארוכה. הגליון האחרון זכה לתשומת לב מרובה, ותרם הרבה להרמת קרנו של האיגוד, ואף נזכר באחד העתונים הידועים בחו"ל. האיגוד רואה מחובתו לדאוג לכך שמכאן ואילך יופיע הילקוט באופן סדיר לפחות 4 פעמים בשנה. כתוצאה מכך היה צורך לעשות הכנות מרובות, וגם להגיע לצורה ההולמת יותר את המצב הנוכחי בתעשייה.

הננו תקוה שהקוראים ימצאו שהילקוט בצורתו הצנועה אינו נופל בתכנון מקודמו, ויזקפו רק לזכות את הכונה לא להכביד על החברים בהוצאות שאפשר לחסוך בהן. בהזדמנות זו אנו חוזרים ומבקשים את חברינו להושיט את עזרתם לפרסום הילקוט, המיועד להיות מוסד קבוע בחיי האיגוד והתעשייה.

בילקוט הבא אנו נקדיש את רוב תוכנו לעבודות המעשיות של מעבדת האיגוד.

ה מ ע ר כ ת

פתיחת מעבדת האיגוד במפרץ חיפה

לאחר הטכס בקרו הנוכחים במעבדה. המעבדה כוללת אולם לנסיונות קרמיים, משרד וספריה בקומה התחתונה, חדר אנליזות וחדר למאזנים ומכשירים עדינים בקומה העליונה. המעבדה מצוידת במכשירים כימיים וקרמיים שנרכשו על ידי המועצה המדעית בסכום של \$ 3,000 מהמלווה האמריקאי. ציוד נוסף נתן על ידי הטכניון העברי וחברי האיגוד. במשך שנה זו יגיע ציוד נוסף בשווי של \$ 10,000 שנתקבל באמצעות המועצה המדעית מכספי סעיף 4. השטח הכולל של המעבדה הוא כמאה מטר מרובע, וקיימת אפשרות להרחבה נכרת הן על ידי תוספת בבנין והן על ידי הקמת בנינים נוספים.

הקמת המעבדה מהווה ללא ספק את המאורע החשוב ביותר בתולדות האיגוד עד עתה. מעבדה שתופית זו היא השניה בארץ; הראשונה קיימת מזמן, והיא שייכת לאיגוד למוצרי פרי הדר. בקרוב תפתח באותו בנין מעבדת האיגוד למחקר הגומי שהיה הראשון במקום, ושעקב אדיבותו נתנה האפשרות לאיגוד להקים את מעבדתו.

פתיחת המעבדה מצאה הד רחב בעתונות הישראלית. כמעט כל העתונים הקדישו רשימות שבהן דובר גם על חשיבות התעשייה הקרמית ועל האיגוד.

המצב הקשה בו נתונה כיום התעשייה נובע בחלקו העיקרי מאי יכולת התעשייה ליצר תוצרת זולה ובעלת טיב מעולה. המוצא נתון, על כן, בהרמת הידיעות המדעיות והטכניות כדי שיוכל ליעל ולשכלל את תהליכי היצור והתוצרת שלנו. לכן סמן מלא תקוה הוא שדוקא ברגע זה נגש האיגוד להגברת פעולתו, וזה גם לזכות חבריו שהיו בין החלוצים לסלילת הדרך להתפתחות זו. הננו תקוה שפתיחת המעבדה מסמלת התחלה של פעולת מחקר מבורכת לטובת האיגוד וחבריו.

ביום י' באדר תשי"ג (25.2.53) נפתחה מעבדת האיגוד במעמד חגיגי. קהל של כמאה מוזמנים — חברי האיגוד, נציגי מוסדות הממשלה ומוסדות המדע, אישים מחוגי התעשייה והכלכלה והמקצועות הטכניים השתתפו בפתיחה. יו"ר האיגוד, מר א. אונגר, סקר בנאומו את תולדות האיגוד בהגשמת מטרותיו, וציין את החשיבות הכללית של המעבדה שתעמוד לרשות האיגוד וחבריו. הוא הודה לכל המוסדות והאישים שעזרו לאיגוד בדרכו, ובמיוחד למועצה המדעית, משרד המסחר והתעשייה והטכניון העברי. כן הודה לאיגוד למחקר הגומי ולבעל הבית, מר בר-עקיבא, שבביתו נמצאת המעבדה, על העזרה הרבה שהגישו בהקמת המעבדה.

מר ח. א. כץ, מזכיר האיגוד, השמיע דברי ברכה לאורחים וסקר במלים קצרות את תולדות התעשייה הקרמית, שהוא היה אחד ממכונניו עוד לפני 20 שנה. אח"כ הושמעו דברי ברכה מפי אישים שונים: ד"ר מ. נאמן בשם המועצה המדעית, פרופ' ה. הימן בשם הטכניון העברי, ד"ר סלפטר בשם משרד המסחר והתעשייה, מר פ. פרידמן (המכהן גם כחבר ועד האיגוד) בשם הסקציה לקרמיקה של התאחדות בעלי תעשייה, ומר ע. פורטונה בשם התאחדות בעלי תעשייה. נתקבלו גם מברקי ברכה מאת מר א. שנקר, נשיא התאחדות בעלי תעשייה; מר ה. דן, מנהל "סולל בונה"; מר אילת, מהמכון לפתוח המוצר שעל יד משרד המסחר והתעשייה; מר ארדון מהמכון לאמנות שעל יד משרד החנוך והתרבות; פרופ' קלוגאי בשם הטכניון העברי ומאת ד"ר פ. זינגר, המומחה הקרמי הנודע מלונדון. אחרון הנאמים היה מנהל האיגוד, מר א. וויינסקי שעמד בנאומו על תפקידי המעבדה, והזכיר במיוחד את משימתו לרכוש את הציוד כדי לאפשר בצוץ נסיונות בקנה מדה חצי-חרשתי.

ייצור ושימוש של גבס לתבניות בתעשייה הקרמית

מאת מר ון וינאק

(הרצאה שנמסרה באספת חברים של האיגוד ביום 20 לנובמבר 1952)

אחת התופעות המקצרות את זמן החיים של התבניות היא הבלאי הנגרם ע"י הפסד של חומר בשטח התבניות הן בדרך שפשוף ע"י החומר הקרמי הן ע"י המסת הגבס ע"י מים או חורים כימיים הנמצאים בתוך העסה. סבות אחרות הגורמות להרס התבניות הן התהוות סדקים על ידי כוחות מכניים או תרמיים, כגון חום מופרז בשעת הייבוש; התהוות פריחה (אפלורסציה) בשטח התבניות הנגרמת ע"י הפרשת תרכובות כימיות מתוך השליקר או חוץ מוקטן הנגרם ע"י "הזעה" כתוצאה מאחסון ממושך של התבניות או שמושן בתנאי רטיבות מתמדת. במספר מפעלים קרמיים ההשפעות הנזכרות במקום השני, היינו המסת הגבס, הן החשובות במעלה, אך בדרך כלל הפסד החומר בשטח התבנית שנוי כר במקום הראשון הוא המהווה הסבה העיקרית להרס התבניות. להלן נעסוק בגורמים העיקריים לבד לתופעה זו. הפסד חומר בשטח התבנית יכול להופיע: (א) ע"י התהוות חורים קטנים בשטח ההולכים וגדלים בהמשך השימוש ("צל-קוּת-אבעבועות"); (ב) ע"י התהוות מקומות מח-ספסים, כלומר מקומות בהקף קטן הבולטים מעל לשטח; (ג) בלאי פרטי התבנית בעיקר במקומות בולטים של התבניות ו-(ד) התרחבות התבניות שבעקבותיה בא שנוי המדות של המוצר.

מהירות הבלאי הנה בעקר פונקציה של חוזק וקושי של התבניות. תכונות אלה מושפעות ע"י יחס בין משקל הגבס ומשקל המים, דרגת נקיון וגרנולציה של הגבס וע"י שטח הערבוב.

1. התהוות חורים.

מעבדים את הגבס בצורת אבקה דקה עד מאד, אין להמנע מכך שבשעת הערבוב נכנסת כמות אור לתוך המים. אם לא דואגים לכך שאור זה יסולק בשלמותו תוך ערבוב הרי הוא נשאר בגבס המתקשר בצורת בועות. בשעת בלאי התבנית תוך עבודה משתחררות יותר ויותר בועות הנמצאות קרוב לשטח ומופיעות בצורת חורים שקוטרם מתחיל ממדה שכמעט ולא נראית לעין ומגיע עד ל-0.8—1.6 מ"מ. כאשר מספרם וגדלם של חורים אלה גדל במדה שהמוצרים היוצאים מתוך התבנית מראים שטח מחספס, יש לבטל את התבנית.

נטיית הגבס לסגור בתוכו אור תלויה בעקר בחלוקת גדלי הגרגירים. המספר הקטן ביותר של חורים מופיע בסוגי גבס שנטחנו באופן הדק

נעסוק ראשית ביסוד הטכני של תהליך ההת-קשרות.

בתהליך שרפת הגבס בדודים מוציאים כשלשה רבעים מתוך 20.93 האחוז של מי ההתגבשות שלו ונשארים כ-6.2%. ע"י כך מקנים לגבס את התכונה לספוג מים הגורמים לתהליך התגבשות. עם כמות המים מתאימה נהפך הגבס לגוף מוצק וממלא ע"י כך את התפקיד לשמש לייצור תבניות.

והרי מקורות השגיאות האפשריות:

- (א) בשעת ההובלה והאחסון של הגבס;
- (ב) בשעת ערבוב הגבס במים;
- (ג) בשעת ייבוש תבניות הגבס.

(א) ההשפעות המזיקות בשעת ההובלה וה-אחסון נגרמות בעיקר ע"י פעולת רטיבות על הגבס הבלתי מעובד. יש איפוא לאחסן את הגבס במקום יבש, מוטב על סריג של עץ ולא בקרבת הקיר. לפני עבודו כדאי לאחסן את הגבס לפחות במשך שבועיים.

(ב) השגיאות בשעת ערבובו של הגבס הן בעיקר בכמות בלתי מתאימה של המים. יש לזכור שע"י כמות מופרזת של מים מגדילים את זמן היציקה ומורידים את התנגדותו ללחץ. אמנם אפשר ע"י תוספת מים גדולה מדי להגדיל את כוח הספיגה ולהקטין את התפיחה ומשתמשים בזה בפרקטיקה כדי לתקן מה את תכונות הגבס. אך כל הפרזה מזיקה מאד ולכן אפשרי תקון כזה רק תוך גבולות מצומצמים.

כדי להקל על העבודה המעשית נותנים איפוא עבור כל גבס טכני את "מקדם מי הגבס" המ-תנה בין 40 ל-28%. פרט לשימוש במקדם המ-תאים ביותר יש להקפיד גם על שימוש קבוע באותו מקדם כדי לקבל תבניות שוות.

(ג) על שאלת ייבוש הגבס נעמוד עוד בהמ-שך דברינו.

בשנים האחרונות הצליחו להאריך את זמן הקיום של תבניות גבס בתעשייה הקרמית על ידי כך שתעשית שרפת הגבס שוכללה ושמ-ש-תמשים בו במפעלים הקרמיים ביתר הבנה וב-תנאים קבועים יתורים. הדבר האחרון אמנם טרם הונהג באופן כללי, ואמנם במקומות בהם טרם הושגו התוצאות הטובות ביותר אפשר ששנוי קטן בלבד של תנאי העבודה בייצור וב-שימוש בתבניות גבס יספיק כדי להתקרב למצב המבוקש.

ביותר (כשהכל עובר דרך נפה של 16.000 מ"ש)
(325 לפי נורמה אמריקאית).

אפשר לבדוק את הנטיה של גבס לחורים ע"י
נסיון באמצעות שני לוחות זכוכית.

2. חלות התהוות החורים בתנאי עבודה.

(א) ערבוב: שטת הערבוב הנה חשובה ביותר
ביחס למספר וגודל הבועות. השטה הטובה
ביותר היא לפזר את הגבס בתוך הכמות הדרושה
של מים ולחכות במשך דקות מועטות לפני
שמתחילים לערבב. בצורה כזו קולט הגבס את
המים באופן הטוב ביותר. אם הגבס טוב מאד
אפשר להשתמש בערבוב מכני.

(ב) כלי הערבוב: צורה עגולה, קוטר עליון
שווה בערך לגובה, קוטר התחתית בערך 0.8
פעם הקוטר העליון.

2. יחס מים—גבס: בקביעת היחס הנכון יש
להתחשב גם בגורמים אחרים, פרט להתהוות
חורים, היות והיחס הוא המשפיע באופן חזק על
החוזק, הקושי, מהירות הבלאי וכושר ספיגת
המים של התבניות. תוספת המים הטובה ביותר
למניעת חורים בגבס קרמי רגיל היא לפי הג-
סיון 75—68 חלקי מים על 100 חלקי גבס. כיום
קיימים גם סוגי גבס בהם משתמשים בחצי
משקל גבס על משקל אחד של מים ומאידך
ב-28.5% מים ו-11.5% גבס. קושי הסוג האחר-
רון של הגבס כמובן גבוה מאד.

4. איינקיון: כמויות קטנות של סבון, שמן,
חתיכות גבס שהתקשר ואבקת חרס מגדילים את
נטית התהוות חורים. יש איפוא להקפיד על
נקיון הגבס שנמצא באחסון וכ"כ על נקיון כלי
הערבוב. יש להשתמש במים נקיים לשם ערבוב.
יש לגבב את הכלים בכד יבש לפני השמוש.
שמירה על אמצעי זהירות אלה כדאית מאחר
שהיא מבטיחה תבניות גבס בעלי תכונות
קבועות ומחוסרות חורים.

5. גזים המומסים במים: בחורף גוברת הת-
הוות הבועות על זו בקיץ והסבה לכך נעוצה
במים. מסיסות האוויר במים קרים גדולה מזו
במים חמים.

6. התהוות מקומות מחספסים בתבניות: נג-
רמת ע"י נוכחות חלקיקים גדולים בגבס. חלקי-
קים אלה שלא עוברים בנפה בעלת 484 מ"ש (50
מ"ש לפי נורמה אמריקאית) יוצרים בליטות
בשטח התבניות הגורמים לשקעים במוצרים שאי
אפשר להחליק אותם בספוג. בזמן האחרון הצ-
ליחו ליצר גבס קרמי לתבניות בעל צריכה נור-
מלית של מים שמתנהג באופן מצוין בשעת
שריה וערבוב במים, לא נוטה להתהוות חורים
ושחפשי למעשה מחלקיקים גדולים.
כלל אחר שיש להקפיד עליו הוא לא לצקת
את התבניות אלא אחרי שדיסת הגבס נמצאת
במצב "שמנת".

7. התהוות סדקים ועקימת התבניות וכ"כ
התהוות שכבות: נגרמות ע"י (א) ערבוב בלתי
מספיק או בלתי שלם; (ב) יציקת התבניות לפני
שהגבס נמצא בצורת "שמנת"; (ג) שמוש בכמות
מופרזת של מים.

כ"כ נגרמות תופעות אלה גם ע"י השפעת
הטמפרטורה: כאשר התבניות נמצאות בתנאי
החלפות טמפרטורה מהירות מתהווים סדקים
והתבניות אף נעשות שבירות. חוזק וקושי הגבס
גדולים ביותר כאשר התבנית קשה כעצם, אך
במצב זה היא גם שבירה ביותר. לכן נותנת
כמות קטנה של מים חפשיים בטחון טיב נגד
שבירה.

הטמפרטורה של מתקני הייבוש לא צריכה
לעלות על 350° בהתחלה. אם אפשר, כדאי
לדאוג לאורור מלאכותי וכמות רטיבות יחסית
של 20—30%.

התקשות הגבס:

אפשר גם לגרום להתקשות ע"י תוספות, כגון
כמות מדויקת של מלח או מלט.
כדי להאריך את זמן הקיום למודלים ותבניות
אשר משמשות לעתים קרובות אפשר להוסיף
למים כמות קטנה של אמוניאק או בורקס. אמנם
מואטטת על ידי כך ההתקשות אך מובטח
חוזק וקושי גדולים. לאותה מטרה יכולה לשמש
תוספת גרפיט אם אין צורך לעבד את המודל
עבוד נוסף.

התפשטות הגבס:

אם טמפרטורת מי הערבוב היא 10°C אז ההתפשטות על כל מטר 1.66 מ"מ									
"	0.7	"	"	"	"	"	35°C	"	"
"	0.55	"	"	"	"	"	50°C	"	"
"	0.33	"	"	"	"	"	82°C	"	"

רשמי סיור במפעלים קרמיים באירופה

מאת א. וישנסקי

מנהל האיגוד למחקר קרמי

לעבודה רצופה שהיא הקובעת את קצב העבודה בכל מחלקות המפעל.

לאחר נתוח המצב המיוחד של מפעל מפרג, באים למסקנה שסיבות הפגור נעוצות באחת או אף בשתי הסיבות דלהלן:

א. קיימים קשיים להכניס במפעלים מכניזציה ושכלולים מרחיקי לכת, אם אין התנאים המוקדמים לכך, מה שאין כן במפעלים שתוכננו מלכתחילה ונועדו לשם עבודה בציוד משוכלל.

ב. גישה מסתיגת מראש של הנהלת המפעל בהכנסת שפורים הגובלת לפעמים בשמרנות ידועה. הדברים אמורים בפרט בתהליכים הקשורים בשיטות של שריפה אחת של המוצרים, וזה חל על כלי בית, קרמיקה סניטרית, קרמיקה טכנית, וגם על חלק מקרמיקה אמנותית.

כמובן שיש להבחין (כשמדובר בכלי בית) בין המפעלים הקיימים שנים רבות אשר רכשו להם מזמן שם עולמי הודות לתוצרתם המשובחת ובאמנות למסורת ידועה המתבטאת בצורת הכלי וקישוטו, שגם סמל הפירמה קובע את המחיר בשוק הרחב, לבין המפעלים החדשים העומדים מבחינה טכנית למעלה מהם ומיצרים כלים סטנדרטיים המצטיינים גם באיכות גבוהה מאד, מהראשונים אפשר ללמוד כיצד רוכשים שם טוב ביצירת מוצר המקבל מושג מוגדר ככלי משובח ושאינו זקוק להכנס להתחרות, ומן האחרונים אפשר ללמוד כיצד מתכננים מפעל יעיל המסוגל לעמוד בכל התחרות.

אחת הבעיות המעסיקות כיום את רוב המפעלים הקרמיים באירופה היא, להרחיב את המסגרת ולהרבות במפעל אחד ביצירת מוצרים שונים המיועדים למעשה למטרות שונות.

המגמה היא, לנצל באופן יעיל ביותר את שטחי המפעל והמתקנים הקיימים בו, ובעיקר התאמה גמישה של המפעל ליצור לפי צרכי השוק.

שיטה מפותחת מאוד של ריבוי המוצרים יש לראות לרוב במפעלים גדולים שיש בזה השלמה ביצור ומזיגה טובה של תהליכים.

התבוננתי בתופעה נדירה באחד המפעלים, ששורפים שלושה מוצרים, השונים הן בהרכבו של הגוף והן בהרכבה של הגלזורה, על אותה עגלה של הטונל וכמובן באותה הטמפרטורה.

בראשית דברי עלי לציין, כי עוד לפני סיורי היה ברור לי שבתור מבקר מישראל אצטרך להתבונן בכל השיטות והתהליכים בגישה שונה מזו של איש מקצוע הבא מארץ מפותחת ובעלת מסורת בכל ענפי הקרמיקה.

התבוננתי זו התעוררה לרגל התנאים המיוחדים השוררים בארץ, וביניהם: העדר חינוך מקצועי של רוב העובדים, הגבלות בבחירת חמרי גלם בגלל המחסור במטבע קשה, ההקף המצומצם של רוב המפעלים והבעיות הנובעות מזה ביצור וכח התפוקה. משום כך נסיתי בסיורי זה לחדר לכל פנה ופנה של המפעלים הקרמיים, ולבחן את מדת האפשרות להחדרת השגי המפעלים באירופה לתחום המפעלים בארץ בהתאם למציאות שלנו.

כפי שהתרשמתי מסיור זה, נובעת הצלחת המפעלים באירופה משלשת הדברים הבאים:

(1) תכנון יעיל של מפעל קרמי;

(2) קצב העבודה;

(3) אופן הנהלת העבודה.

בהתבוננות זו ניתן לראות כיצד מובילה הרציונליזציה לדרכים וכוונים חדשים בתהליכי היצור השונים במגמה לשפר את איכות המוצר תוך הוזלה מכסימלית של המחיר. לפעמים מתקבל הרושם, כאילו אנשי המחקר במעבדות או בחדרי ההנדסה נמצאים בלחץ מתמיד בחיפוש אחר תהליכים חדשים המכוונים בעיקר להגדלת התפוקה, וכתוצאה מזה אפשר לראות במפעלים אחדים, המצאות נועזות ומרחיקות לכת. מובן שבמאמר אחד או אף בשנים אין לתאר בשלמות את כל תהליכי היצור שעקבתי אחריהם בזמן סיורי במפעלים הבינוניים והגדולים. לכן אביא הפעם בקיום כלליים, רק את הבעיות המעסיקות כיום את התעשייה הקרמית באירופה, ויחד עם זה אגע בבעיות חמרי הגלם שגם הן מהוות גורם חשוב, ולפעמים מכריע, בתכנון המפעלים או בכיוון התהליכים.

כשידובר להלן על מכניזציה, אין לפרש שזה מקיף את כל האמצעים או את כל המפעלים שסירתי בהם, כי למעשה ישנם מפעלים רציניים המיצרים מוצרים דומים ובעלי רמה של איכות שווה למפעלים אחרים, אלא שבראשונים עובדים בתהליכים משוכללים ביותר, בעוד שבאחרונים שיטות העבודה הן מיושנות במיוחד במה שנוגע

והמוצרים הם: כלי בית, כלים סניטריים, ומ-
בודדים חשמליים למתח נמוך.

יש לציין שבאותו מפעל יודעים היטב לנצל
כל פינה של התנור, עד כדי כך שמותרים על
חלק עמודי השמוט המשמשים בתור תמיכות
ללוחות קרבורנדום ומניחים במקומם לבני
שמוט במצב בלתי שרוף. פרוש הדבר, חסכון
ניכר בחומרי עזר ודלק ומוזילים בזה הן את
התוצרת והן את הלבנים עצמן. בלבני שמוט
אלה משתמשים לתצרוכת עצמית וגם למכירה.

במפעל אחד נתרשמתי באופן מיוחד מן
היכולת המקצועית הרבה ובראש וראשונה מן
ההתאמה הגמורה בין מחלקת ההנדסה של המפעל
לבין המעבדה, שביחד מסלול הנכון. וכשמדובר
על תכנון יעיל, אין לדלוג על התעשייה של
לבנים שרופות לבנין, שהיא תעשייה היסוד
(דומה הדבר לצנורות חרס) מבחינת המספר
הרב של המפעלים והקפם וגם בתצרוכת הגדו-
לה של חומרי הגלם.

פה אפשר לראות כיצד מתחילה המכניזציה
המודרנית לתת את אותותיה גם בענף הזה,
וכיצד המעבדות מתעסקות בעבודות המחקר לא
רק בתכונות החומרים, אלא גם בשיטות היבוש
והשריפה, וגם בתכונות של הלבנים עצמן
וקביעת אפן שימושן בבנין.

היתה לי הזדמנות לסייר במפעל של לבנים
שרופות ולעקוב אחרי תהליכים שאינם מקובלים
ברוב המפעלים.

המנהל הטכני שהשתלם בקליפורניה השיג את
שיא היצור, הודות לשכלולים שהוא הכניס
בשיטת היבוש הרצוף, ובעקר בקונסטרוקציה
של התנור ובהעמסה והפריקה המכנית של
הלבנים לתוך ומן התנורים.

בנגוד לשיטה המקובלת עד כה בתעשייה זו,
דהינו: שריפת הלבנים בתנורי "רינג" או
"טונל", אפשר במפעל זה לראות תנורים שנבנו
מתחת לפני הקרקע.

5 מנהרות כאלה נמצאות במקביל אחת לשניה
לאורך אולם גדול, ומכוסות בתקרות עבות
עשויות משמוט, הנודדות באטיות בעת סגירת
ופתיחת התנור.

בתוך התקרות האלה מורכבים המעברים
שמהם נוטף שמן לתוך התנור.

העומק של מנהרה אחת הוא כ-4 מטר ורוחבו
כ-3 מטר.

את הלבנים מורידים לתוך תעלת התנור ע"י
מנוף, המחזיק כ-300 לבנים, ישר למקום המ-
יועד לפי הסדור המקובל. אחרי זמן הקרור
מעלה המנוף את הלבנים מהתעלה ומעביר אותן
ישר לתוך קרון הרכבת או לאוטו משא. משום

כך אין לראות בחצר המפעל מחסן של לבנים,
ויש בזה גם חסכון בכח האדם.

התנורים אינם בנוים מלבני שמוט, אלא
מלבנים שרופות אדומות; אפשר לפיכך בנקל
ובזול לתקנם.

כדאי לציין שבמפעל זה שעובדים בו רק 26
פועלים, יוצרים 10 מליון לבנים משובחות לשנה
ואין בהן כמעט סוגים פסולים.

היתה לי הזדמנות להבחין בדרכי העבודה לא
רק בין תהליכים שונים, אלא גם בגישות שונות
לעצם בעיית היצור בין מפעל למפעל היוצר
אותו סוג המוצר, בפרט באותם המקומות בהם
ההפרשים בכח התפוקה בולטים לעין.

אחת מהדוגמאות האלה מצאתי בהסתכלותי
בשני מפעלים גדולים בשתי ארצות שונות,
היוצרים קרמיקה סניטרית, ששניהם מצטינים
באיכות גבוהה, ושניהם שורפים את התוצרת
בתנור טונל. באחד שורפים את המוצרים רק
פעם אחת יחד עם הגלזורה ובשני רק גמרו
כעת את תכנון המפעל המכוון לשרוף את המוצר-
רים פעמים, כלומר: טונל מיוחד לשריפה הרא-
שונה וטונל מיוחד לשריפה השנייה.

כידוע ישנה בענף הזה מחלוקה אחת שהמכני-
זציה עוד לא הספיקה לחדור אליה, זאת היא
מחלקת היציקה והליטוש, שממשיכים עדיין בכל
המפעלים לצקת ("ע" צנור) ביד, כמו כן הלי-
טוש שנעשה בידים, למרות ששני מפעלים אלה
עובדים במחלקה הזו באותה השיטה, יש ביניהם
בכל זאת הבדלים ניכרים ברמת התפוקה. באחד
מגיע פיריון העבודה של פועל אחד במשך 7
שעות, החל מהיציקה עד גמר הליטוש ל-21
אסלות ליום ובמפעל השני מגיע הפועל באותו
פרק זמן לתפוקה של 16 אסלות בלבד.

ההפרש ביניהם טמון בעובדה, שבראשון
למדו, לא רק איך לצקת, אלא למדו גם לחקור
כל תנועה ותנועה של הפועל בעת היצור. במפעל
הזה ידוע למנהל המחלקה דבר מה על הסגולות
הגופניות והשכליות של הפועל, ואז קובעים
בהתאם לנתונים ובהסכמת כל הגורמים את
הנורמה המדויקת של מספר הגופים שעל הפועל
ליצר במשך היום.

התברר לי בהמשך סיורי במפעלים שגם
מתוך ההשוואות האלה אפשר לקבל תמונה די
ברורה על המתרחש כיום בתעשייה הקרמית, על
השגיה וגם על התלבטויותיה בפרט בעת שתוק-
בים אחרי גישות שונות בפתרון בעיה אחת,
שהיא למעשה משותפת לרוב המפעלים.

רבות מהדוגמאות האלה אפשר לראות גם
בענף של כלי בית, כגון: היציקה המכנית של
הספלים, לעומת היציקה ביד, הדבקת ידידות על
ספלים במצב יבש במקום על חצי רטוב, ציור
חצי אוטומטי של פסים על צלחות במקום רק

בלים בעלי כנפים גדולות ודרך העברתם ע"י משאבה דרך נפה ווירבציונית ודרך אלקטרו-מגנט למערכת הסינון. השינוי הוא בזה, שאין מיבשים את "העוגות" היוצאות ממכש הסינון, אלא מכניסים אותן ישר לתוך מכונת לעיסה (Pug Mill) שבה מורכב "פה" (Mundstück) אשר יוצר מהחומר הזה לבנים חלולות.

אחרי יבוש הלבנים האלה עד הנקודה הדרושה ואחרי טחינת החומרים לאבקה, מכניסים את האבקה הזו לתוך תא שאין בו אור ושומרים כל הזמן על יציבותה של הלחות ושמה מאכסנים אותה כשבוע ימים עד להעברתה לעיבוד למכבשים.

לאופן הנחת המרצפות בתוך ארגזי השמוט, (Sagger) בשריפה השניה אין כלל אחיד לכל המפעלים שסירתי בהם, היעילות של צורת הנחת המרצפות בתוך ארגזי השמוט, אם בצורה מאונכת או מאוזנת, נבחנת ע"י רובם של המפעלים. הבעיה היא, לא רק למנוע אי שוויון בגודל או בדפורמציה של המרצפה, אלא גם למנוע שריפת חומר עזר יתר על המידה, כלומר: שימוש מינימלי של חמרי שמוט, ובמקומם להכניס יותר מוצרים לתנור ולחסוך גם פה חומר דלק.

היתה לי הזדמנות להבחין בין מפעלים היוצרים מרצפות עם גלזורה שקופה (בין שהיא לבנה או צהבהבה) לבין מפעלים היוצרים מרצפות עם גלזורה אטומה או צבעונית.

אם כי מערכת הצידוד כגון: המכבשים, המכונות לציופי הגלזורה והתנורים דומים בדרך כלל בשתי שיטות הללו, הרי אין הדבר כך בהרכבו של הגוף והגלזורה, המחביים שיטות שונות בתהליכי היצור.

אם בגלזורה שקופה אפשר להניח את המרצפות בארגזי השמוט בצורה מאונכת או מאוזנת, הרי חייבים בגלזורה אטומה להניח אותם תמיד בצורה מאוזנת.

אם אפשר בגלזורה שקופה להסתפק בשמוש בכמות של 8 גרם בלבד, הרי יש צורך בגלזורה אטומה לכל הפחות כ-30 גרם, לפעמים גם עד 60 גרם (אגב היא גם יותר יקרה).

אם בגלזורה שקופה אפשר לותר על הרחקת עודף הגלזורה בצדדים של המרצפה אחרי יציאתה ממכונת הציופי, הרי זה הכרחי להרחיק חלק את הגלזורה בגלזורה אטומה.

אם גלזורה אטומה רגישה באטמוספירה של התנור בגלל השכבה העבה של הגלזורה וע"י התוספות של תחמוצות בדיל, צירקון, או טיטן, בגלזורה השקופה פחותה תופעת רגישות זו.

לעומת רגישותה של המרצפה בגלזורה אטומה, יש לה כמה יתרונות בתהליכי היצור לגבי השקופה והם:

ביד, צפוי הגלזורה על חרס שאינו סופג מים בכלל ועוד.

אפשר למנות כמה וכמה תהליכים בכמה ענפי הקרמיקה שהם שונים בביצועם, אך דומים הם בתכליתם, אשר לכל אחד מהם יש מחשבה קרמית לכתחילה, שכדאי לעמוד עליהם בהזדמנות אחרת יותר בפרוטרוט.

אם התעשייה הקרמית מורכבת בדרך כלל מהרבה תהליכים, המשולבים אחד בשני, הרי זה באופן מיוחד בולט בתעשיית מרצפות קיר (מה שקוראים אצלנו בטעות "חרסינה").

בענף זה רואים עד כמה "הפרטים הקטנים" מכריעים על כל תהליכי היצור ועל המוצר עצמו.

להכרה זו באים, לא רק בעת שעוקבים אחרי התהליכים האלה, אלא בזמן שמתעמקים בכדי להבין את כל הגורמים שהניעו מפעל זה או אחר לעמוד על קצו של יוד של פרטי פרטים סביב כל התהליכים האלה, אזי מסתברת הערכתם של כל הפרטים בעת כל מהלך היצור, החל מהכנת החומרים עד המיון במחסן.

על כמה מבעיותיו של יצור מרצפות קיר חייב אני להאריך קצת יותר, היות וסבור אני, שכל עוד תעשייה זו לא התחילה לעבוד במלוא התנור פה, כדאי להבהיר כמה תהליכים בולטים בענף זה במפעלים קרמיים בחוץ לארץ.

אחת הבעיות העקריות של תעשייה זו היא, כיצד להתגבר על הדפורמציות של המרצפה ועל ההפרשים בגודלה, בפרט באלה שעובין אינו עולה על 4 מ"מ.

באחד המפעלים פתרו בעיה זו עד לידי הישג של בטול המיון של המרצפות במחסן בכלל.

במפעל זה רואים את נקודת התורפה, לא רק בסוגי חומרי הגלם או רק בשיטות היבוש והשריפה, אלא גם באופן הכנת החומרים, בבקורת מדויקת על רטיבותה של האבקה לפני שמכניסים אותה למכש וגם בקביעת גודל הגרגרים של האבקות שמהן מורכבת התערובת. לבקורת הזאת מקדישים תשומת לב מיוחדת והם הצליחו להתגבר על ההפרשים של ההתכווציות של המרצפה, הן בשעת היבוש, והן בשעת השריפה. במפעל זה לא מוסיפים מים לאבקה כפי המקובל ברוב המפעלים, אלא מיבשים את החומר המעובד רק עד שנשארים 8% בלבד.

התהליך של הכנת החומר עד הוצאתו ממכש הסינון (Filter Press) דומה בדרך כלל לזה ליד שברוב המפעלים היוצרים מרצפות קיר, כגון: ערבוב לחוד של החומרים הפלסטיים במערבלים (Blunger) בברירת בטון, וטחינה בטחנת כדורים של החומרים הרוים, כגון קורץ, פלדשפט, קורניש סטון או פלינט והכנסת שתי התמיסות למיכלים שמורכבים בהם מער-

(1) אפשרות השמוש בחומרים לא משו-
בחים
(2) האפשרות לשרוף בטמפרטורות יותר
נמוכות.
(3) האפשרות לגוון סקלה של צבעים יותר
עשירה.
(4) האפשרות לכסות את הפגמים של ההרס
ע"י טפטוף גלזורה אחת על השניה.
(5) המרצפה הזו אינה נוטה בדרך כלל
לדפורמציה בגלל העובי שהוא מ-5 עד 8 מ"מ
ובגלל הטמפרטורה הנמוכה.
על שאלת העדיפות של אחת משתי שיטות
האלה, קבלתי תשובה אחרי סיור בשני מפ-
עלים הרחוקים כמה עשרות מטרים אחד מהשני
ושיכים לפירמה אחת, שבאחד מהם יוצרים מר-
צפות בגלזורה שקופה ובשני בגלזורה אטומה.
התשובה היא שבשתי שיטות האלה מכריע
בראש וראשונה אופן המכניזציה של התהליכים,
המהים גורם חשוב ברנטביליות של המפעל.
שני מפעלים אלה עומדים בזה על רמה גבוהה
מאוד, ויוצרים מרצפות משובחות מאד, לפי
שתי השיטות שתיארתי למעלה בקיום כלליים.
דרך אגב, המרצפות בגלזורה אטומה ובצבעים
שונים מיועדות בעיקר ליצוא.
ענין מיוחד מצאתי באחד המפעלים היוצר
מרצפות קיר בגלזורה אטומה ומשתמש בחומר
גלם שנשרף צהוב, המכיל בערך 25% CaCO_3 .
במפעל זה אין משתמשים במכבש הסינון
(Filter Press) בכלל, אלא מכניסים בסתיו
את החומר שבא מהמכרה ישר לבריכות בחצר
המפעל, שמערבלים גדולים מערבבים אותו יחד
עם מים.
החמר עובר ע"י נפה לבריקה שניה ונשאר
בבריכות האלה חורף שלם.
בבוא הקיץ מתחילים המים להתאדות, אז
חותכים מהחומר הרך גושים גושים ומעבירים
אותם ליבוש. את הקטנת החומר היבש והפיכתו
לאבקה דומה דרך זו לרוב המפעלים, ההפרש
הוא בזה שמוסיפים חול גם לחומר לפני כניסתו
למערכת הערכוב (Kollergang).
היתרונות של מפעל כזה הם:
(1) השימוש בחומר לא משובח וזול מאד.
(2) ע"י הטפטוף של גלזורה ירוקה על גבי
לבנה (הגלזורה מכילה תחמוצת טיטן) הם משי-
גים אפקטים יפים ואין כל דרישה שהמרצפות
תהיינה דומות בגון אחת לשניה.
(3) הטמפרטורה היא 960°C בלבד.
אגב, עושים פה ושם נסיונות ליצור מרצפה
המכילה מ-20 עד 40% טלקום, אך זה עדיין
לא נכנס לשלב מעשי, כפי הנראה גם מתוך
סיבות קלקוליטיות. היות ונחוץ לזה טלקום
משובח והוא איננו בזול כלל וכלל, חוץ מזה

מופיעים גורמים חדשים בתהליכי היצור שאין
באירופה נסיון רב בענף הזה.
כידוע משיגים בשימוש בטלקום 3 דברים:
(1) ע"י הטלקום מגיעים כמעט לקואפיציאנט
אפסי של התכווצות, דבר החשוב לסטנדרדיזציה
של הגודל ועוביה של המרצפת.
(2) האפשרות לשרוף בטמפרטורות יותר גמו-
כות.
(3) בהירות מכסימלית של המוצר.
אין לסים את תאור היצור של מרצפות קיר
בלי לנגוע במקצת ביצור של המרצפה הכפולה
(Spaltplatte) שרכשה לה בזמן האחרון שוק
נרחב, בפרט לבנינים צבוריים ושיכונים.
המפעלים שהתחילו כיום ביצור זה הכניסו
שפורים בתהליכי היצור, המאפשר להם להכנס
בהתחרות רצינית עם המפעלים היוצרים מר-
צפה יחידה.
במרצפה כפולה זו משתמשים לציפוי של
חדרי אמבטיה, מטבחים, חזיתות של בתים
וכו'.
מרצפה כפולה זו מהווה שתי יחידות מרצפות,
שאפשר בנקל להפריד אחת מהשניה ע"י דפיקה
קלה על צד אחד של המרצפה, בעזרת מכשיר
חד ושטוח.
היות והמרצפה הכפולה מצופה בשני הצדדים
בגלזורה, והיות ושלוש חורים עוברים את
כל אורכה של המרצפה, משתמשים במוצר הזה
גם להקמת קיר מחיצה, בזה שמעבירים חוט
ברזל יחד עם מלט לתוך שלושת החורים הקושי-
רים את המרצפות אחת לשניה.
היתרונות ביצור מרצפה כפולה לגבי היצור
של מרצפה יחידה הן:
(1) במוצר זה אפשר לשרוף רק פעם אחת
יחד עם הגלזורה.
(2) הטפול הוא בכל שלבי היצור רק בגוש
אחד, שהוא למעשה אחרי ההפרדה שתי יחידות,
דבר זה מתבטא בהוזלה תכרת ביצור, בניצול
מכסימלי של כל שטחי התנור, היות ולא משי-
תמשים בארגוי שמוט בסדורם בתוך התנור.
(3) מפעל כזה אינו קשור ביצור של מידה
אחת ואפשר ליצור מידות שונות בלי לשנות
את מערכת היצור, כיון והמרצפה החלולה יוצאת
מה- Strang בצורה שאפשר להתוך אותה באופן
אוטומטי לפי הצורך הדרוש, כגון: 15×15 או
 15×30 ס"מ.
(4) בציור זה אפשר גם ליצור לוחות קלינקר
או טרקוטה לציפוי בנינים צבוריים או פרוד-
דורים. מובן בתנור של אש ישירה (לא תנור
מופל) ושימושם בתרסיתים המכילים כמות מס-
פיקה של ברזל ומינימום של סיד.
במאמר הבא אעמוד על היצור של צנורות
חרס, ענף שעקבתי אחרי תהליכי היצור בעת

דיעות מהאיגוד למחקר קרמי

על "קרמיקה ליצוא"; ומר ון וינוק מהולנד על "שיטות עבודה בגבס".

האיגוד, בשיתוף פעולה עם "משרד העבודה", מארגן קורסים מקצועיים בטכניון לעובדים במפעלים קרמיים, שימשכו 9 חדשים וישמעו בהם כ-150 הרצאות של אנשי מדע ומקצוע. המשתתפים יעברו אחרי גמר הקורס בחינת גמר, במגמה ליצור גרעין של בעלי מקצוע, המסוגלים לעמוד בראש המחלקות במפעלים.

3. חומרי גלם מהנגב

האיגוד עומד בקשר מתמיד עם "מחצבי ישראל" ועם חברת הבת שלה, "חרסית וחול זך בנגב" ובוחן את האפשרויות של נצול לתעשייה הקרמית את החומרים מהנגב, כגון: חרסית, חול ופלדשפט. לשם זה מתקיימים מדי פעם בפעם סיורים בנגב.

האיגוד רוצה להעמיד את המעבדה לרשות "מחצבי ישראל" בכדי לעזור בפיתוח המחצבים, והוא מוכן לקבל עליו את התפקידים הבאים:

(א) לעשות את הבדיקות הראשונות ע"י המחצבה של כל סוג וסוג של חומר שמגלים במקום.
(ב) לעשות את הבדיקות האנליטיות והקרמיות במעבדה של האיגוד.

(ג) למסור חות דעת רשמית על מטרת החומרים ועל תוצאות הנסויים.

(ד) להשיג על טיב ואחידות המשלוחים במחצבה.

4. התייעצות

עובדי האיגוד עומדים לרשות החברים להתיעצות מקצועית יומיים בשנה בלי כל תשלום ויתר הזמן בתשלום של הוצאות עצמיות בלבד. האיגוד מוכן להעביר את הטפול בבעיות ספציפיות לבעלי מקצוע בחוץ לארץ או למוסדות קרמיים.

5. אינפורמציה

עומדת לרשות החברים עתונות מקצועית, בקרוב יוזמנו גם ספרים מקצועיים בשביל ספרית האיגוד. אנו מפיצים מדי פעם בפעם חומר אקטואלי בתרגום עברי לחברנו.

האיגוד עומד לבוא בקשר עם איגודים דומים בחוץ לארץ, לשם קבלת אינפורמציות מתאימות מהמחקרים הנערכים על ידם.

6. השתלמות

נבחרו בעלי מקצוע להשתלמות באמריקה לתקופה של ששה חדשים. בין היוצאים — גב' ד"ר רוזנטל מביח"ר "לפיד" ומר ק. כהן מביח"ר "קדר".

האיגוד מטפל בהרכבת משלחת פועלים שתצא לשבדיה, לעבודה ולהשתלמות, לפי הסכם מיוחד

באסיפה הכללית של חברי האיגוד שהתקיימה ב-14.8.1952 במשרד המועצה המדעית נבחר ועד מנהל חדש. הועד מורכב מ-4 נציגי התעשייה ו-2 נציגי הממשלה.

ה"ה א. אונגר ממפעל "נעמן", יו"ר;

פ. פרידמן ממפעל "לפיד", גזבר;

ח. א. כץ ממפעל "פחר", מזכיר;

ק. כהן ממפעל "קדר";

ד"ר ק. כהן ממשרד "מסחר ותעשייה";

ד"ר י. שכטר מהמועצה המדעית.

מפאת טרדתו של מר פרידמן נתבקש מר כץ לשמש גם כגזבר.

הועד המנהל מינה בישיבתו הראשונה את מר א. ושינסקי כמנהל כללי של האיגוד למחקר קרמי.

1. הקמת המעבדה

בימים הקרובים עומדים לגמור את הבניין בעיר גנים בדרך לכפר עטרה מול ביהח"ר "רצף", שבו יאוכסנו שני האיגודים, לגומי ולקרמיקה; בו תהיינה שתי מעבדות — אחת אנליטית והשנייה קרמית. במעבדה האנליטית יבדקו בעיקר חומרי גלם הנמצאים בארץ, וגם החומרים המובאים מחוץ לארץ באישור משרד "מסחר ותעשייה". במעבדה הקרמית יעשו נסיונות להרכיב תערובות מן החומרים שנבדקו על ידי האיגוד לכל צרכי התעשייה הקרמית.

חלק מן הציוד למעבדות נמצא כבר ברשותנו והיתר עומדים להשיג מהאגף לסיוע טכני של ממשלת ארה"ב.

בין היתר אנו מפעילים שני תנורי נסיונות שאפשר להגיע בהם עד 1300°C .

האגוד מתכוונן לבצע מיד שורה של נסיונות לייצור צנורות חרס וסוגי מרצפות מהחומרים הנמצאים בארץ.

קימת גם האפשרות להרחיב במשך הזמן את המעבדה עם הגדלת התפקידים של האיגוד.

2. הדרכה

האיגוד עורך מדי פעם בפעם הרצאות על נושאים אקטואליים. בזמן האחרון הרצה ד"ר שכטר מהמועצה המדעית על שיטות המחקר בארה"ב; גב' שץ מהמדור "לפיתוח המוצר"

סיורי במפעלים כאלה, במגמה ברורה לבחון את האפשרויות ליצור אצלנו צנורות חרס מן החומרים של מחצבי הנגב.

כמו כן אעמוד על הענף (שהתעניינותי קשורה בו), והוא קרמיקה אמנותית, על טכניקות שונות, על תהליכים יעילים, ומה שיוצרים כעת באירופה בענף הזה ליצוא.

הדו"ח השנתי

מרצפות קיר
מוקמים בארץ כמה מפעלים למוצרים אלה, לפי שתי שיטות שונות — הן בהרכב המוצר בהכנת התערובות, והן בקונסטרוקציה של התנורים, גובה הטמפרטורות, ובודאי גם בהרכב הגלזורות.
מוקדם עדיין לקבע איזוהי השיטה הטובה והיעילה יותר, הן מנקודת ראות הטיב והן מבחינת הקקולוציה. בכל אופן יש להתחשב גם בתנאים המקומיים ביצור מוצר זה.

קרמיקה סניטרית
בשטח זה חלה אמנם התקדמות נכרת, אך טרם נפתרו שתי הבעיות הבאות: (א) הרמת תיפוקה הנמוכה לעומת מפעלים דומים בחוץ לארץ; (ב) השימוש בחמרי גלם, כי עדיין לא הוברר אם אפשר יהיה להשתחרר לגמרי מן הזיקה לחמרי יבוא. יתכן שימצאו בקרוב חמרים כאלה.

כמו בהרבה שטחים אחרים של הקרמיקה, רצוי גם כאן להרכיב את התרכובות עם כמה מיני חרסיתים, שתכונות כל אחת מהן שונה מהשניה. יתכן שבקרוב ימצאו חמרים כאלה בדרום, ובמיוחד בוואדי רומן.
הולכים ונשלמים מפעלים שיהיו גדולים בהקף פם מבין מפעלי הקרמיקה בארץ, ואולי גם בכל המזרח התיכון; מפעלים אלה יהיו לארץ גורם כלכלי חשוב.

כלי-בית
גם בענף זה חלה התקדמות נכרת, אף שטרם הוסרו כמה מכשולים. מן ההכרח להמנע מן ההפרזה לחקות מפעלים בעלי מסורת של עשרות ואף מאות שנים — מפעלים שהיו להם תנאים אידיאליים בהווסדם ושיצרו להם תנאים נוחים לאחר נסיונות מרובים. יתכן ואנו נוכל בשנים מעטות להשיג מה שאחרים עשו במאות שנים, ובכל זאת יש להזהר מצעדים פזיזים. המדובר הוא בעיקר לגבי כלי-בית שטוחים, כגון צלחות — כי לרוב מתעוררות בעיות מסו-

תמצית הדו"ח השנתי של מר א. ושינסקי, יו"ר האיגוד למחקר קרמי באסיפה הכללית של האיגוד שהתקיימה ב-14 לאוגוסט 1952.
בראשית יסוד "האיגוד למחקר קרמי" העמידו לעצמם המיסדים את המטרה — לתת כיוון לתעשייה הקרמית בארץ — דרך מחקרים בכיוון נים שונים, ואנו עוקבים לשם כך אחרי התפתחות תעשייה זו.

תעשיית הקרמיקה הגיעה אמנם להישגים רציניים בכמה משטחי הקרמיקה, אולם היא עודנה מפגרת בשטחי הקרמיקה לצרכי בניה. אף שלשם כך ישנו בארץ שפע של חמר גלם, ולא זו בלבד אלא שתעשייה זו היא פחות מסובכת, כי המוצרים אינם טעונים שריפה פעמיים או שימוש בגלזורות וכו'. בייצור לבנים שרופות ישנה התחלה גרידא, ובצפון הארץ קיים מפעל גדול ללבנים שרופות, אך אין בו לספק את צרכי הבניה בכל הארץ. כמעט ואין בארץ בנים שיקורותיהם מצופים בלבנים שרופות במי קום טיח. מוזנה לגמרי הייצור של צנורות חרס, ואין להבין את הסיבה שכמה תעשינים מעדיפים להשקיע את כספם ומרצם בייצור "פורצלן" — הקשור בתהליכים מסובכים, בהשגת פועלים מאומנים וחמרים משובחים, שברובם אינם בארץ, בעוד שהם נמנעים לעשות זאת לגבי צנורות חרס שהחמרים לכך נמצאים בארץ, והטכנולוגיה היא פשוטה מאד.

כדאי לציין שהמלחים המצויים בחמר של הגב מואדי חתירה מהווים גורם חיובי מאד, כיון שעל ידם אפשר לקבל, על השטח החיצוני של הצנור, את הברק הרצוי, ובמיוחד באש חזורה.

מרצפות לרצפות
אם כי התצרכת בארץ אינה גדולה ביותר, כיון והן מיועדות בעיקר לרפתות ולבתי חרשת — היינו מקומות שהמוצר חייב לעמוד נגד חומצות, הרי אפשר ליצור אותן כתוצרת לוואי, במפעלים היוצרים מרצפות קיר או צנורות חרס.

לידיעת החברים
במאמר שנכתב על ידי ידיד האיגוד, ד"ר פליכס זינגר, והופיע בבטאון Industrial & Engineering Chemistry בחדש ספטמבר 1952, נאמר בין היתר:

"The newest of states, Israel, now has its own ceramic society, publishing its own transactions and fostering research into local materials."

בין משרד העבודה הבין-לאומי לבין ממשלתנו, הפועלים יעבדו במפעלים במשך שנה, בהתאם לתנאי העבודה של הפועלים בשבדיה.

(7) מומחים וציוד
האיגוד מנהל משא ומתן בדבר הזמנת מומחה מארצות הברית, שיעמוד לרשות האיגוד בעבודות המחקר ופתוח התעשייה הקרמית. נתקבל חלק מהציוד למעבדה הקרמית והאנליטית, והיתר יתקבל בקרוב.

באופן כללי אפשר לסכם כי התעשייה הקרמית עוברת כיום לשלב ההתבגרות, ודוקא בשלב זה דרושה הזהירות מפני כשלונות. כל הנתונים מראים שאפשר לסמך על הסגל הקרמי הותיק ועל הכחות החדשים שנוספו בזמן האחרון.

בתעשייה זו כמו בענפים אחרים, קובעים שלשה דברים עיקריים, והם: (א) חקר המקצוע בכל הכוונים; (ב) ידיעות טכנולוגיות; (ג) ארגון, ורק מתוך ידיעת ההקף כולו של עבודה זו. בדו"ח השנתי מן ההכרח לציין כי בשנת 1952 היו אמנם תוצאות טובות מהרבה פעולות שעשה האיגוד, אך יחד עם זה היו גם תקלות שלא תמיד אפשר היה להתגבר עליהן. ההנהלה נוכח זה לדעת כי החברים מחייבים להגביר את הפעולות ולהרחיב את התפקידים של האיגוד. מכאן שחדרה לחברים ההכרה כי לאיגוד תפקיד חשוב ומרכזי בכל עבודות המחקר של התעשייה הקרמית בארץ. המועצה המדעית ומשרד מסחר ותעשייה, שהאגוד נעזר בהם בהרבה — הן מבחינה רוחנית והן מבחינה חמרית — עוקבים בענין רב אחרי פעולות האגוד.

מחקר

במגמה לבחון את הניצול המכסמלי של חמרים מקומיים לתעשייה הקרמית, היו רוב העבודות במעבדות מיועדות לבדיקת החרסיתים מן הנגב, שנתקבלו ע"י "מחצבי ישראל". מר טאובר התחיל בבדיקות, ומר שריינר ממשיך בהן. בעבודתו של מר שריינר יש חסכון הן בזמן והן בכסף, כי מלבד בדיקות החמרים שהוא עושה, הרי הוא גם מרכיב מן החמרים הבדוקים את התערובות לכל ענף מן התעשייה. רבים מן הנסיונות הכתרו בהצלחה, ויקבלו את ערכם המעשי לכשיועברו למפעלים. מר שריינר התחיל בנסיון מעשי במפעל.

חסר הבהירות בדבר האחידות של החרסיתים וההעדר בנתונים מדויקים על הקף הכמויות של כל מין במחצבות. גרמו לכך שלא כל הנסיונות הובאו לידי גמר. מבדיקות וניסויים של ד"ר זינגר, מר טאובר, מר שריינר וקרמיקאים מקומיים הצטבר חמר מענין, ועל סמך זה אפשר יהיה לבצע נסיונות רציניים במפעלים עצמם. המדובר הוא בעיקר על החרסיתים שסומנו במספר 53, או 53 חדש.

קורץ

החמר נמצא בואדי חתירה, והוא כבר בשימוש ברוב המפעלים. הקורץ אינו מגיע בנקיון הדרוש לחצר המפעל, וכן קיים קושי בטחינת החמר. הציוד שבארץ אינו מסוגל עדיין לעבד כמויות גדולות של קורץ טחון ל-120 מש בערך. שיהא נקי בהחלט ובמחירים נוחים.

בכות בייצורן ההמוני, ואין לבסס את המפעל רק על כלים שטוחים, מתוך הסכנות המרובות להשיג מכסימום יצור של סוג א'. משום כך ישנם בחוץ לארץ מפעלים שאינם נוטים למכר צלחות אם הלוקח אינו קונה גם כלים חלולים, כגון כדים, ספלים וכו'.

בכלי-בית וכן בכלים סגסגיים ומרצפות אין גון הצבע הבהיר קובע אלא הטיב והתועלת. ומשום כך חייבים בעלי התעשייה לבחון ולקבע מראש את המין הרצוי והאפשרי לייצור רגיל. יש להמנע מייצור כלי שולחן מסוגי "פינס", שאינם מתאימים לדרישות ההיגיינה בגלל הנטיה של נימים (Crasing). הייצור הנאות הוא כלים מסוג Virteaus China או Semi Vertheaus עם כח ספיגה עד 2%. את הכלים רצוי לשרף בטמפרטורות שאינן נמוכות ביותר (אגב, בטמפרטורות יותר גבוהות קיימות אפשרויות לשרף את הכלים רק פעם אחת, וכדאי ששאלה זו תידון בחוגי הקרמיקאים).

בתנאי הצנע אין להפריז בדרישות לגבי צבע הכלים השימושיים, ומשום כך יש לשלל את היבוא של חמרים יקרים אם אין בהם צורך מבחינה קרמית, וכן אין להביא כלים שאפשר ליצרם בארץ.

קרמיקה אמנותית

רוב המפעלים העוסקים בייצור זה הם על רמה די גבוהה, וחלק מהם אף עולה על המפעלים הדומים בחוץ לארץ. אמנם אפשר לפעמים לחלק על "הטעם הטוב" של כמה מפעלים שתוצרתם מיועדת ליצוא ובמיוחד לארצות הברית, אולם גם על טעמם של הרבה מפעלים בחוץ אפשר לחלוק.

בכמה מארצות אירופה משמש ענף זה מקור חשוב להשגת מטבע חוץ, ומשום כך צריך הענף ליצר ליצוא בעיקר. אך, לפני כן חייבים המוסדות הממשלתיים לעבד תכנית פיתוח הענף בכדי להכשירו ליצוא, ולבחון את ממדי ההתחרות עם מפעלים אירופיים.

קרמיקה טכנית

תעשייה זו בחוץ לארץ היא בקו ההתקדמות וההתפתחות, ובכללה הייצור של מבודדים למתח נמוך וגבוה. המפעלים בארץ העוסקים בייצור מבודדים הראו יכולת טכנית רבה, ועל סמך זה אפשר לנבא עתיד מזהיר לענף זה. מבחינה משקית רצוי שהענף יתרכז בייצור מוצרים סטנדרטיים ולא ירבה בצורות שונות, כל עוד אין שוק נרחב לכל מין.

מסתבר שההתפתחות בארץ היא בכיוון הייצור של מבודדים למתח נמוך, וזה בדרך כלל שלב ראשון במעבר לייצור למתח גבוה.

פלדשפט (פצלת השדה)

רציניים בעברית על בעיות קרמיות. מפעם לפעם מתפרסמים ע"י האיגוד מאמרים שתורגמו לעברית מעתוננים מקצועיים המופיעים בלועזית, ותורגמים נשלחים לחברי האיגוד.

האיגוד הצליח לשכנע את המוסדות הממשל-תיים בצורך הדחוף לשגר לחוץ לארץ משלחות להשתלמות מקצועית. לפי סעיף 4 (סיוע טכני) נתקבלו אמנם סטיפנדריות לשני קרמיקאים להשתלמות בארצות הברית, אך מפתיע הדבר שהוצאות הנסיעה הן ע"ה המשתלם או ע"ה המפעל. כן הוצעו שני מומחים, מארצות הברית, לבנית טונלים ולגבס.

ממשרד העבודה הובטח שתנתן לאיגוד אפשרות לשגר משלחת בת 3 ועד 5 פועלים להשתלמות ולהתמחות לתקופה של שנה במפעלים קרמיים בשבדיה. פועלים אלה יקבלו שכר עבודתם בשבדיה בהתאם לתנאי השכר שם, והוצאות הנסיעה, הלוך וחזור, תהינה על חשבון משרד העבודה הבינלאומי.

ארגון

ההנהלה נתקלה בבעית מנוי מנהל מעבדת האיגוד, כי בהתחשב עם הפרספקטיבה של האיגוד יש צורך במנהל בעל משקל בשדה המדע ובתעשייה הקרמית. משום כך הוטל על ד"ר שכטר שבזמן שהותו באמריקה, ישתדל למצא אדם כזה, וגם אני בהיותי באירופה באתי בדברים בקשר לכך, עם מוסדות קרמיים. לפי שעה נדחה העניין למועד מאוחר יותר.

התפטרותו של מר טאובר גרמה להשתקת העבודה במעבדה לתקופה קצרה, והיא התחדשה עם התקבלותו של מר שריינר לעבודה, הממשיך בנסיגות שהחל בהם מר טאובר. הדברים העומדים בפני הנהלת האיגוד ניתנים לסיכום כדלהלן:

- (1) לארגן את העברת המעבדה ולדאוג להרחבתה בכון של מעבדה אנליטית וגם קרמית.
- (2) לארגן בשותף פעולה עם משרד העבודה ועל חשבוננו קורס שנתי להשתלמות לעובדי הקרמיקה (בפעולה זו התחיל הועד היוצא).
- (3) לארגן את יציאת משלחת הפועלים לשבדיה, ולדאוג להפיק תועלת מכסימלית משנת עבודה זו במפעלים, וכן לטפל ביציאת קרמיקאים לארצות הברית לשנת 1952/53 לפי סעיף 4.
- (4) להקים ע"י האיגוד מדור לחקר בעיות פתוחות התעשייה הקרמית בשותף פעולה עם המוסדות המעוניינים בדבר.

(5) להקים ע"י האיגוד מדור להדרכה והשכלה מקצועית, בשותף פעולה עם האיגוד המקצועי, הטכניון ומשרד העבודה.

(6) לקשר קשר עם מוסדות קרמיים בחוץ לארץ ולעמוד על התקדמות התעשייה הקרמית ולהעביר את החומר הזה לחברי האיגוד.

כמויות גדולות של חומר נמצאות בסביבת אילת, וידוע עליו עוד מימי המנדט. על סמך הנסיונות שנעשו במעבדת האיגוד, אין ערך החמר שבארץ קטן מהפלדשפט שמשמשים בו באירופה. הנסיונות לניצול חמרי הגלם המקומיים שנעשו עד כה, בוצעו עם פלדשפט נורבגי, אולם הנסיון האחרון מלמד שאפשר יהיה להשתמש בחמר מקומי בזמן שיעמידו אותו לרשות התעשייה. בעוד שלעבוד הקורץ דרוש לפתר רק את בעית הטחינה (בצורה יבשה או לחה), הרי בעבוד הפלדשפט יש צורך לפוצץ את האבן לפני הטחינה — בין אם היא נעשית בדרך קלצינציה ובין אם בטחינה. על כל פנים, כדאי ש"מחצבי ישראל" או בעלי יזמה אחרים יתנו את דעתם על עבוד שני חמרים אלה, כי יתכן והם יהיו גורם חשוב ליצוא בקנה מידה גדול. אגב, הפלדשפט חודר בזמן האחרון לתעשייה הקרמית והזכוכית, ולפי דברי ד"ר זינגר הולך ואוזל המלאי במכרות האירופיות.

סיד

בארץ ישנו שפע של חמר זה, ולמרות זאת אין התעשייה הקרמית מנצלת אותו במידה מספקת. כיוון והספקים לא הצליחו עד כה להעמיד לרשותה חמר לבן נקי. הסיד הוא בעל ערך גלזורות. יתכן שהדרך תוביל גם לדלומיט, במיוחד בתרכובות שהמגנוזיט רצוי בהן.

הומט כאלקטרוליט אורגני

פרופ' הימן הכין את התכשיר מחמר גלם מקומי. הנסיונות הראו כי השימוש בחמר זה ביחד עם מי-זכוכית מאפשר ליצוק גופים מחרסי-סית של הנגב, דבר שאין להשיגו עם סודה בלבד או אף גם עם מי-זכוכית. מר שריינר מבצע כיום את הנסיון בתוך המפעלים.

בזלת

נעשה נסיון להשתמש גלזורות חומות בבזלת ממשמר העמק. הגלזורה שהכילה כ-60% בזלת הרכבה עם חמר זה למבודדים חומים, ונתקבלו תוצאות מפתיעות.

בקרב תתפרסם סקירה על תוצאות הנסיונות העיקריים, ותנתן רשימת המוצרים שנעשו מחמר הנגב, בתוספת הסברה על דרכי השימוש בו בעבודה.

הדרכה

במגמה להרחיב את ידיעות חברי האיגוד והעובדים במפעלים, נערכה שורת הרצאות לחברי יום עיון לעובדים. תוכנה הוצאת ילקוט למחקר קרמי, שיכיל מאמרים על בעיות מעשיות ועל עבודות מחקר. בשנה הנסקרת הופיע הילקוט מס' 1-2, בעריכתו של ד"ר י. שכטר, וראוי לציין שזהו הפרסום הראשון של מאמרים

מעבדת האיגוד

דו"ח מס' 5: דיפלוקולציה של חרסית נגב מס' 53

בשיטה של נזילה מאונכת, אשר היא כשלעצמה אינה מדויקת, לרגל השינוי התמידי שחל בכוח השזירה. מכיון שהסוספנזיות היו סמיכות למדי, נבחר צינור היציאה בקוטר של כ-3 מ"מ, כלומר בגבול העליון של קפילריות במדידות נזילה.

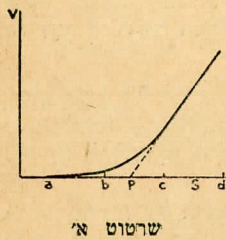
מוכרחים להדגיש, שהמדובר כאן אינו כלל וכלל במדידות הצמיגות, אלא אך ורק של הנזי-
לות (mobility). קואופיצינט הצמיגות η הנו מידה לחכוך הפנימי של נוזל בעת זרימה למינ-
רית ואז מהירות הזרימה היא פרופורציונלית
לכוח השזירה: $\frac{dv}{dr} \propto \eta$. בנוזלים לא-ניוטוניים

אינו η קונסטנטה, אלא פרופורציונלית לחץ. כדי להגדיר נוזל ממין זה יש צורך בשרטוט עקומת הקונסיסטוציה (מהירות הנזילה לעומת כוח השזירה) (1). צורתה הכללית מתוארת בשר-
טוט א'.

a	— "ערך הכניעה" yield value
ab	— נזילה "פקקית"
bc	— נזילה מעורבת
cd	— נזילה למינרית
p	— אקסטרפולציה של כוח השזירה, בו מתחילה זרימה למינרית.

בעקומה זו אפשר לקרוא את מהירות הנזילה בלחצים שונים.

סקוט בליר ושופילד (2) בדקו את השפעת



שרטוט א'

מטרת העבודה המתוארת להלן היתה למצוא את האלקטרוליט המתאים ביותר לדיפלוקולציה של חרסית נגב מס' 53.

מבוא

התכונות החרסיתיים אינן תלויות בהרכבן הכימי בלבד, אלא גם בגורמים רבים אחרים, כגון גודל החלקיקים, הפלסטיות, כמות התערובות האורגניות ואיכותן וכדומה. הואיל והקורלציה של התכונות הפיסיקליות השונות היא עוד ברא-שיתה וקביעתם אינה תמיד קלה, הרי שמציאת הדיפלוקולנט המתאים ביותר, היא רק בדרך האמפירית.

בחירת האלקטרוליט צריכה היתה להעשות בין האלקטרוליטים המקובלים בקרמיקה שאפ-
שר להשיגם בארץ, ואלו הם: קרבונט הנתרן, סיליקט הנתרן וטנין וצירופיהם וכן הומט, אשר הוכן זה לא מכבר מכבול החולה במעבדת פרופ' הימן, בטכניון. קרבונט הנתרן וסיליקט הנתרן פועלים כאלקטרוליטים בסיסיים, כיון שיון ההי-
דרוקסיל OH- נטפח אל חלקיקי החרסית ואלו מקבלים על ידי כך מטען שלילי חזק. טנין והומט הנם קולואידי מגן. מכיון שחרסית הנגב עניה למדי בחמרים אורגניים, לא היתה הפתעה רבה בפעולת הפפטיזציה החזקה של ההומט, שהוא גם אלקלי למדי.

זרימת נוזלים לא-ניוטוניים

והשוואת סמיכותם

בכדי לקבל ערכים הניתנים להשוואה, עורבבה כמות קבועה של חרסית טחונה ומיובשת בכמות קבועה של מים תוך הוספת האלקטרוליטים. השוואת הסמיכויות של העיסות (שליק. ים) שנת-
קבלו נעשתה ע"י מדידת כמות הסוספנזיה אשר עזבה במשך זמן קצוב משפך. השימוש במכשיר לא סטנדרטי היה מותר, הואיל ואלה היו מדי-
דות השוואתיות בלבד. הדיוק הנדרש לא היה יותר גדול מ-10% ועל כן היה מותר להשתמש

7) לקשור קשרים עם מפעלים, מוסדות ואנ-
שים בחוץ לארץ להתייעצות טכנית.

8) לבחון את האפשרויות של הבאת מומחים מחוץ לארץ שיעמדו לרשות המפעל שהוא זקוק לכך.

9) להוציא ילקוט מס' 3 עם פרסום תוצאות הנסיונות שנעשו עד כה עם כל חומרי הגלם המקומיים ואופן שמושם.

10) לדאוג לביצוע ייצור הגבס המתאים לתע-
7) לשיה וכן למסר לאיגוד את ההשגחה על איכות החומר.

11) לשתף פעולה עם איגודים דומים למחקר בארץ, בפרט בשטח הארגוני.

12) לבחון עד כמה יעיל בצוע התכניות שהוג-
שו מטעם המועצה המדעית — להקים מעבדה מרכזית יחד עם איגודים אחרים.

13) על האיגוד להיות בקשר חי עם מפעלים ומוסדות ממשלתיים, בפתרון כל הבעיות הקשור-
רות בקידום התעשייה הקרמית בארץ.

שורת הנסיונות הראשונה נעשתה בחרסית גלמית.

הואיל ולפי האנליזה (4) מכילה חרסית זו SO_4 0.2%, הושקע הסולפט בשורת הנסיונות השניה ע"י קרבונט הבריום. החרסית עורבבה עם מים ועם $BaCO_3$ וכוסתה היטב והושתה עד למחרת. למחרת הוספו האלקטרוליטים וה- תערובת נבחשה במשך 10 דקות. התשהיה למשך לילה היא הכרחית. הואיל ומסיסות המלחים המשתתפים בריאקציה היא קטנה מאד. מסיסות סולפט הסיידן בטמפרטורת החדר היא 0.208 גר' ב-100 סמ"ק, ואולם מסיסות קרבונט הבריום $BaCO_3$ היא רק $1.86 \cdot 10^{-3}$ גר' ב-100 סמ"ק. כאשר סולפט הבריום שוקע, הוא יוצא מתוך שווי המשקל וכמויות נוספות של קרבונט הסיידן והבריום מתמוססות. אולם ברור שתהליך זה אינו מסתיים בין רגע, אלא יש לחכות זמן ידוע כדי שהריאקציה תעבור עד הסוף.

ההשפעה המפריעה של הסיידן Ca (*) נחסמה בשורת הנסיונות מס' 3 ע"י הוספת אוקסלט הנתרן והשקעתו כאוקסלט הסיידן. במקרה זה הושתה החרסית עם האוקסלט רק למשך שעה אחת. הואיל ומסיסות האוקסלט היא גבוהה כדי 3.7 גר' ב-100 סמ"ק.

שורות הנסיונות 4 ו-5 בוצעו בחרסית שטופה (geschlaemmt) ב-5' הוסף חמר אינרטי בהתאם לאחוז החמר האינרטי הנותר באנליזה רחי- צה (4). רק באופן זה אפשר היה להעריך אל נכון את השפעת הרחיצה.

סיכום הנסיונות ותוצאותיהם
ויכוח

(ראה בטבלה ובדיאגרמה המצורפות.)

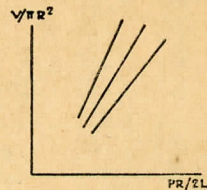
בולט לעין מיד, כי הומט הוא האלקטרוליט הטוב ביותר. תערובת של קרבונט הנתרן וסלי- קיט הנתרן מתקרבת אליו ביותר ומשתהה כמעט בחרסית + חמר אינרטי. ביתר המקרים פחותה תערובת זו מהומט ב-30% לפחות.

פעולת קרבונט הנתרן משתפרת באופן ניכר ע"י השקעת הסולפט בעזרת קרבונט הבריום ועוד יותר — ע"י שטיפה.

סיליקט הנתרן כשלעצמו אינו מתאים לחרסית מס' 53, כפי שמתברר מכל הנסיונות.

פעולת הטנין טובה יותר בכל המקרים בתע- רובת עם קרבונט מאשר בתערובת עם סיליקט הנתרן. הפעולה החלשה יותר של הטנין בהשוואה להומט אפשר אולי להסביר ע"י האלקליות החזקה של ההומט, שממנה נובעת חלק מהש- פעות.

קוטר הקפילרה על מהירות הזרימה ומצאו, כי עם הקטנת מידת הקטר, גדלה מהירות הזרימה. שרטוט $PR/2L$ נגד V/R^2 נתן את קבוצת העקומות המתוארות. זווית עקומות אלה עם האבסציסה נוהגים לסמן ב σ שרטוט σ לעומת רדיוס הקפילרה יתן ישר, אשר נטיתו כלפי האבסציסה נותן את מידת הנוזלות של החמר הנבדק כאשר $r = \infty$



שרטוט ב'

עבודות חדישות יותר בשטח זה נעשו ע"י פ. ה. נורטון, א. ל. ג'ונסון הו. ג. לורנס בארה"ב (3). הם הכינו סוספנויות קאוליטיות, ולאחר חישוב ומדידת גדל החלקיקים, פעילות השטח שלהם ומספר התנגשויותיהם, פתחו את הנוסחה: $\eta_s = \eta_1 (1-c) + K_1 C - K_2 C^2$ כאשר η_1 — צמיגות הנוזל הנקי, c — הריכוז הנפחי של החמר המוצק, K_1 — גורם קבוע התלוי בגודל החלקיקים ופעילות שטחם ו- K_2 — גורם התלוי בגודל האגרגטים ופעילות השטח שלהם.

לדאבוננו עמדה לרשותנו רק תמצית העבודה הנזכרת (3א), ומשום כך שלא יכולנו להסתמך עליה ולבחון את אפשרויות השימוש בנוסחה בתנאי עבודתנו.

החלק הנסיוני

הנסיונות נעשו בכמויות של 50 גר' חרסית מיובשת, טחונה ל-60 מש כ"א בתוספת 40 סמ"ק מים רגילים ואלקטרוליטים (תמיסות של 10%). התערובות נבחנו במשך 10 דקות ע"י בוחש מעבדה חשמלי ואח"כ נמדדה סמיכות. המשפך להשוואת הסמיכויות היה עגול, בצורת גליל, בגובה של 18 ס"מ בתוספת צנורית בארך של 3 ס"מ. קטר הגליל (קטר פנימי) — 27.5 מ"מ, קטר הצינורית — 3 מ"מ. בכל מדידה מולא הכלי בסוספנויה עד לסימן המסמן נפח של 33 סמ"ק. בשעת המילוי נסגרה צינורית היציאה בעזרת מקל זכוכית מלטש, העומד בתוך המש- פך. עם התחלת המדידה הוצא מקל הזכוכית. כמות הסוספנויה שזרמה מן המשפך, נקראה כעבור 5 שניות וכעבור 10 שניות במסורה שעמדה מתחת למשפך.

כדי לאפשר השוואה גם עם הקרבונט הפועל לאט, ולשם ביקורת, חורנו על המדידות למחרת.

(*) באנליזה אומנם לא נקבעה כמות הסיידן, אולם ברור ש-0.2% סולפט הוא גבס, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

חריטת שטופה + חומר אנרגטי 44 גר' חריטת SiO ₂ 6 גר' כעבור 10" 5"	חריטת שטופה Na ₂ C ₂ O ₄ + 50 גר' חריטת Na ₂ C ₂ O ₄ גר' 17.0 כעבור 10" 5"	חריטת גלמית BaCO ₃ + 50 גר' חריטת BaCO ₃ גר' 0.25 כעבור 10" 5"	חריטת גלמית 50 גר' חריטת כעבור 10" 5"	כמות המים הכלית בסמ"ק 44	כמות אלקטרוליט בסמ"ק 0.8%	האלקטרוליט Na ₂ CO ₃	אחרי 24 שעות באותו יום ^{1.}	מספר הנסיון
— 15 סמ"ק 24 סמ"ק	5 סמ"ק 7 סמ"ק	4.5 סמ"ק 6 סמ"ק 11 סמ"ק 17 סמ"ק	סמ"ק 6 סמ"ק 12 סמ"ק 18 סמ"ק	44	0.4% 0.4%	Na ₂ CO ₃ Na-silicate	אחרי 24 שעות באותו יום ^{2.}	
— 10 " 5	סמ"ק טופות	4 " 4 " 4 " 6 " 6 "	3 " 4 " 4 " 3 " 4 "	44	0.8%	Na-silicate	אחרי 24 שעות באותו יום ^{3.}	
— 18 " 28	2.5 " 4 "	4.5 " 7 " 8 " 11 " 12 "	2.5 " 3.5 " 4 " 5 "	44	0.4% 0.4%	Tanin Na ₂ CO ₃	אחרי 24 שעות באותו יום ^{4.}	
— 11 " 16	סמ"ק טופות	6 " 10 " 6 " 2 " 11 "	3 " 7 " 4.5 " 3 " 4.5 "	44	0.4% 0.4%	Tanin Na-silicate	אחרי 24 שעות באותו יום ^{5.}	
— 28 "	20 " 24 "	24 " 27 "	25 " 27 "	46	12%	תמיסת הונט	אחרי 24 שעות באותו יום ^{6.}	

נזילות עיסות מחרסית נגב מס. 53



- kunde Deutsche Ausgabe von H. Kauffmann Leipzig 1940.
- (2) Shofield and Scott Blair
J. physic. Chem. 34, 248. 1505 (1930)
35, 1212 (1931)
- (3) F. H. Norton, A. L. Johnson,
H. J. Lawrence
J. Am. Ceram. Soc. 27, 149-164 (1944)
(1944)
- (3a) C. A. 38 34315
- (4) דו"ח על הניסויים בחמרים מס' 50 ומס' 53 אשר מקורם במכתש הגדול בנגב.
יולי 1951.
חפה, אוקטובר 1951.
מהנדס א. טאובר ומ. ליטנר

נסיון פשוט של קביעת pH החרסית — ניגור
25 ג' חרסית עם 75 ג' מים מזוקקים חמים נתן
pH בסביבת 7.8. על אף הנטיה לבסיסיות
דרוש כנראה לחרסית זו דיפלוקולנט אלקלי
למדי.

ההבדל בין חרסית גלמית וחרסית שטוחה,
בתוספת כמות שוה של חמר אינרטי היא בולטת,
ופרושה שיפור ניכר של חרסית ליציקה ע"י
פעולת השטיפה.

ביב ליוגר פיה

- (1) O. W. Scott Blair
Einfuehrung in die technische Fließ-

* * *

דו"ח מס' 6: ניסויים להכנסת כלי חרס סידניים מחומרי גלם מקומיים

העבודה הנסיונית

העבודה היתה מבוססת על חומרי הגלם היש-
ראליים הבאים:

- (1) חמר הנגב מס' 53.
- (2) קורץ מן הנגב, מאותו מקור המספק את צרכי בית החרשת "פיניציה", מפרץ חיפה.
- (3) שיש בצורת אבקה, אשר מקורו בבתי החרשת המקומיים המטפלים בחיתוך אבן השיש.

מטרת המחקר

לאור התוצאות המעודדות של העבודה הקודמת בקשר לחמר הנגב מס' 53, וביועדנו שניצול חומרי גלם קרמיים אחרים מן הנגב הוא בשלב הביצוע, הוצבה מטרה להרכיב גופים קרמיים על טהרת חומרי הגלם הישראליים. המחקר מטפל במוצרים קרמיים מסוג כלי החרס הסידניים. כלי החרס הסידניים הם מוצרים קרמיים הנשרפים בתחום הטמפרטורות 900°—1150°. הכינוי "כלי חרס סידני" מקורו בעובדה שלהתכת תערובות אלו משמש בדרך כלל הסיד או חמר אחר הניתן באותו תחום טמפרטורות. מחקר זה מסתמך על עבודות המחקר אשר ביצע לאחרונה פרופ' מוניר מהמכון הקרמי הצרפתי.*

*"Influence de la texture des produits céramiques sur leur dilatation thermique. L'effet d'évanouissement du quartz et de la cristobalite" par Pierre Meunier, Directeur Général de l'Institut de Céramique Française de Sèvres).

השהיה של לפחות 10 שעות — תופעה זו אינה כה חמורה כיון שערבוב מכני רגיל דיו בכדי לשוב ולנזל את התערובות.

עיצוב

בעזרת שתי התערובות הנזכרות לעיל עוצבו במעבדה מוצרים קרמיים שונים בשתי השיטות. א. יציקה פתוחה (יוצקים את התערובת לדפוס ומיד אחר כך מריקים אותו מעודף התערובת. שיטה זו נחשבת לקשה בשיטות היציקה). ב. עיצוב באובנים של הצלחות והספלים.

יבוש — שריפה

המוצרים המעוצבים יובשו בתנאים שונים, ונוכחנו לדעת שאינם נוטים להסדק. המוצרים אשר עוצבו בשיטת היציקה נשרפו בתנור חש-מלי ב-1.100°.

ההתכווצות הממוצעת של מוצרי היציקה הגיעה ל-7% וזו של מוצרי העיצוב באובנים ל-14%.

שריפת הזיגוג של המוצרים השונים נערכה בתחום הטמפרטורות 1.020°—950°. השתמשנו בזיגוגים מתוצרת ("Ferro-Enamel") מהולנד. הצלחות והתחתיות עוצבו באחד מבתי החרושת הקרמיים שבסביבת חיפה. באותו בית חרושת יבשו, זגגו ושפרו חלק מן המוצרים.

תוצאות

תוצאות ניסויים אלה היו מעודדות ביותר. הוכנו כלי חרס סידניים העומדים בפני סדיקה, מאחר שניסוי הבדיקה (טבילת המוצר כשהטמפרטורה שלו מגעת ל-500° במים קרים) הוכיח שאין מתגלים במוצר כל ליקויים. גוונים של גופי החרס הללו הוא צהוב-קרם. כאשר מצפים אותם בזיגוג שקוף מתקבלים מוצרים המכונים "חרס-שנער". כתוצאה מזיגוג אטום למחצה או אטום מתקבלים מוצרים לבנים.

לדעתנו מתאימות שתי התערובות המתוארות לעיל לצרכיהם של בתי החרושת המשתמשים בזיגוגים אטומים או מגוונים. בעזרת תערובות אלו אפשר להגיע לתוצאות יותר טובות מאלו המושגות כיום בעזרת חומרי גלם מחוץ-לארץ.

אינג' א. טאובר,
מנהל המחקר,
איגוד למחקר קרמי.

נובמבר 1951

(4) זכוכית, בצורת אבקה, אשר מקורה הוא פסולת זכוכית מקומית.

הכונה היתה להרכיב שתי תערובות של חרס סידני, אחת אשר תתאים לעיצוב בשיטת היציקה והשניה בשיטת העיצוב באובנים.

כמובן שעמדנו על כך ששתיהן תהיינה מות-אמות לטכנולוגיה הקרמית המקובלת. היינו שטמפרטורת השריפה של הגוף הקרמי תעלה על טמפרטורת השריפה של הזיגוג.

כתוצאה משורה של ניסויים הגענו לידי שתי התערובות הבאות: (א) תערובת היציקה, (ב) תערובת העיצוב באובנים.

חמר מס' 53	— 50%
זכוכית טחונה	— 10%
(שעברה בנפה מס' 70)	
קורץ	— 30%
שיש	— 10%
חמר מס' 53	— 56%
זכוכית	— 4%
קורץ	— 28%
שיש	— 12%

הערות:

(1) חמר הנגב מס' 53 אשר שימש בהכנת התערובות היה חמר רחוף. החומר עורבב במים עד שמשקל הסוספנדיה הגיע ל-1.300—1.250 ק"ג הליטר. אח"כ העברה סוספנדיה החמר בנפה מס' 120. בדרך זו הרחקה הפסולת העיקרית, היינו הגבס והקורץ והפחתה השפעתם המזיקה של המלחים המסיסים.

(2) ניזול תערובת היציקה נערך בעזרת ההרכב הבא:

חומר יבש — 100 גר'
מים — 40 סמ"ק
תמיסת פחמת הנתרן (10%) — 40 סמ"ק
תמיסת סיליקט הנתרן (36 B, 10%) — 20 סמ"ק
תערובת זו מכילה 31.4% מים ומשקלה 1.75 ק"ג הליטר. משקל זה הוא אופייני לתערובת יציקה. כדי להבטיח שהתערובת תתאים למרתה אפשר להוסיף 1% פחמת הבריום מוצקת לשם הרחקת שארית הסולפטים המזיקים.

(3) כיון שתערובת יציקה זו מכילה חמר אחד בלבד, מתגלה בה נטיה לטיכוסטרופיה לאחר

דו"ח מס' 7: ניסויים בפסולת מצברים

החומר נתקבל ממשרד המסחר והתעשייה (הוגש על ידי ד"ר קמיל כהן).
החומר הובא ב-13.12.51; העבודה הוחלה ב-17.12.51 ונסתיימה ב-30.12.51. המטרה היתה לבדוד את העופרת, למצוא את כמותה ולבדוק את התאמתה לשמוש קרמי.

החומר נתקבל ממשרד המסחר והתעשייה (הוגש על ידי ד"ר קמיל כהן).
החומר הובא ב-13.12.51; העבודה הוחלה ב-17.12.51 ונסתיימה ב-30.12.51. המטרה היתה לבדוד את העופרת, למצוא את כמותה ולבדוק את התאמתה לשמוש קרמי.

מהלך העבודה

(1) בדיקות איכותיות:

א. הרתחת הדוגמה במשך זמן עם NaOH 1N, הוספת מים וסנון. בתסנין מוכיחים את נוכח-חות ה- Pb ע"י הוספת $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, אמוניק מרוכז ו- Na_2CO_3 . המשקע שעל ניר הורתח ב- HCl מרוכז וסנון; בתסנין נמצא Pb ע"י $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. עובדה זו מוכיחה שהעופרת שבדוגמה מסיסה בתוך NaOH רק באופן חלקי.

ב. הדוגמה הורתחה 3 פעמים, מחצית השעה כל פעם, עם Na_2CO_3 וסנונה. בתסנין נמצאו רק עקבות Pb ע"י $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. דבר זה מוכיח שהעופרת שבדוגמה נתנת להמסה ב- Na_2CO_3 במידה מועטה בלבד.

ג. הדוגמה הורתחה ב- HCl מרוכז וסנונה. לאחר שהתקררה הופיעו מיד הן במשקע והן בתסנין, גבישי PbCl_2 . מאחר שאי אפשר לקבל את כל העופרת בתסנין, אין אפשרות להשתמש ב- HCl להמסת הדוגמה.

ד. הדוגמה הורתחה פעמיים עם HNO_3 1:3, מחצית השעה כל פעם וסנונה. בתסנין שוקע ה- Pb בצורת Pb(OH)_2 ע"י אמוניק מרוכז. במשקע שעל ניר הסנון נמצאה כמות קטנה של עופרת. נסיון זה מוכיח שגם ה- HNO_3 אינו ממיס את כל העופרת שבדוגמה, אם כי חלק רציני מן העופרת מומס.

(2) בדיקה כמותית:

א. מהדוגמה המיובשת ב- 110°C נשקלו 10g, ולאחר הוספת HNO_3 50cc הורתחו במשך חצי שעה. הוסף מעט מים, והרתח שנית במשך חצי שעה. לאחר זאת העמד החומר במשך 17 שעות. הרתח שוב וסנון בתסנין, ה- Pb בצורת Pb(OH)_2 השקע ע"י אמוניק מרוכז, הרתח וסנון פעמיים (בפעם הראשונה עובר מעט Pb(OH)_2 על ידי נקבוביות ניר הסנון). המשקע צהוב בחלקו, בגלל נוכחות מלחי ברזל. אחרי יבוש המשקע, נשרף על אש גלויה, אך ה- Pb(OH)_2 הפך ל- Pb . מסיבה זו היה הכרח להפסיק בנסיון.

ב. מדוגמה שיובשה ב- 110°C נלקחו 10g, הורתחו 3 פעמים, מחצית השעה כל פעם, עם

32.8014g	ה- gooch עם החומר
28.8518g	ה- gooch הריק
3.9496g	משקל ה- PbO_2

ג. מדוגמה שיובשה כ- 10°C נשקלו 10g, הרתחו במשך מחצית השעה בתמיסה של HNO_3 100cc 1:1. 50cc חומצה טרטריק 50%. החמר העמד במצב זה 17 שעות, והרתח שוב במשך שעה. החמר סנון, ולתסנין הוסף מעט NaOH וחומם עד נקודת הרתיחה. ברגע זה השקע על ידי תמיסה של $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 25g בתוך 80cc מים, ונתקבל משקע לבן אשר סנון דרך gooch . שוב הומס בתמיסה של HNO_3 50cc מרוכזת ו- H_2SO_4 25cc מרוכזת. הרתח עד תחילת הופעת אדי SO_3 לבנים ולאחר קרור הוספו 100cc מים וחוממו עד נקודת הרתיחה. קוררו שנית והוספו 50cc כהל טכני, והעמדו למשך שעותיים. אחרי זאת סנון דרך gooch , והמשקע רוחץ בתערובת של מים, כהל ו- H_2SO_4 (שהכילה 25cc ו-25cc 5cc בהתאמה), ולבסוף רוחץ בכוהל נקי בלבד. החמר יובש ב- 110°C ונשקל בצורת PbSO_4 .

34.3203g	ה- gooch עם החומר
29.4000g	ה- gooch הריק
4.9203g	משקל החומר Pb SO_4

לאחר זה הומס ה- Pb SO_4 בתערובת של NH_3 21cc, 55g $\text{NH}_4\text{COOCH}_3$ 90cc מים ו- NH_3 200cc וסנון לתוך בקבוק מדידה של 3:1 והוספו מים עד קו המדה. אחרי נעור הוצאו מתמיסה זו 50cc ובהם השקע Pb על ידי תמיסה של $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 25g ב-50cc מים, חומם עד נקודת הרתיחה, ונשאר בטמפרטורה של 80°C — 90°C במשך שעה. אחרי זאת השהה החומר במשך 20 שעות. חומם שוב עד נקודת הרתיחה. סנון דרך gooch , יובש ב- 110°C ונשקל בצורת PbCrO_4 .

לעיל. ה- $PbCrO_4$ וה- $PbCO_3$ המתקבלים בשיטה זו אינם מכילים Fe .

תוצאות

39.494%	PbO_2	נמצא
49.203%	$PbSO_4$	
52.396%	$PbCrO_4$	
36.213%	PbO	חושב מתוך $PbSO_4$
33.620%	Pb	

מן ה- PbO_2 שנתקבל הוכנה גלזורה שקופה רגילה אשר צורתה לפי Seger היא:

$PbO \cdot 0.1Al_2O_3 \cdot 1SiO_2$ והיא מכילה:

239.0	PbO_2
13.0	קאולין לבן
48.0	קורץ הנגב

בגלזורה הנ"ל צופה שבר (דוגמה מס' 7) של חומר מן הנגב ("מחצבי ישראל"), ונשרף ב- $960^\circ C$ בתנור קטן. גלזורה זו נותנת אותן התר-צאות כמו גלזורה עם Pb קנוי, בעלת אותו הרכב. מכאן רואים שה- Pb המופק מפסולת מצברים הוא שמושי.

גם ה- $PbCrO_4$ וה- $PbCO_3$ שנתקבלו נתנים לנצול לצבעים קרמיים ולגלזורות.

פ. שריינר, דצמבר 1951
מנהל המחקר,
איגוד למחקר קרמי

ה- gooch עם החומר 10.4864g
ה- gooch הריק 29.3747g

משקל החומר $PbCrO_4$ = 1.3099g = 52.396%

ב- 50cc אחרים מן התמיסה הקודמת השקע Pb על ידי תמיסת Na_2CO_3 בת 10%, הוחם עד נקודת הרתיחה ונשאר למשך 20 שעות. סונן דרך gooch יובש ב- $110^\circ C$. נשקל בצורת $PbCO_3$.

ה- gooch עם החומר 20.8746g

ה- gooch הריק 19.7875g

משקל ה- $PbCO_3$ 1.0871

באחוזים: 43.484%

הערות: בנסיונות הנ"ל נתקבלו מלחי עופרת שונים על ידי המסות שונות. ה- Pb נמס טוב ביותר בתמיסה המתוארת לעיל של HNO_3 וחומצה טרטרית, ואילו ב- $NaOH$ ההתמוססות היא הגרועה ביותר. בשטח ב, דהיינו בשקוע הישיר של Pb עם Na_2CO_3 , שקע עם ה- Pb גם ה- Fe כך שה- PbO_2 המתקבל לבסוף מכיל גם קצת Fe_2O_3 לכן היה צורך לעשות את האג-ליוזה לפי שיטה ג, היינו לשקע את ה- Pb על ידי H_2SO_4 ואח"כ להמשיך בעבודה עם ה- $PbSO_4$ שהתקבל שאיננו מכיל Fe , כפי שתואר

* * *

דו"ח מס' 8: פעולות המעבדה מ-1.12.51 ועד 18.2.52

ב. טין סיד (Kalkhaltiger) — 5 דוגמאות.
ג. חומר לקלינקר וללבנים — 2 דוגמאות.

הדוגמאות הנ"ל נבדקו במעבדה על מנת לקבוע את תכונותיהן הקרמיות הרגילות, ואלה הן התוצאות:

דוגמאות טין ואבן* בצורתן הטבעית, הן בעלות צבע אפור לבן ומכילות רק מעט לכלוך וחומרי לוואי גסים. הפלסטיות שלהן בינו-נית והחוזק המכני שלהן די גדול, הן בצורה שרופה והן בצורה בלתי שרופה. בגלל האחוז הגבוה של מלחים מסוימים אין אפשרות לדלל אותן על ידי אלקטרוליטים. על מגרעת זאת אפשר להתגבר על ידי שטיפת החומר. האלק-טרוליטים הטובים ביותר הם: סיליקאט הנתרן.

* טין אבן שמושי גם לעשית שמוט.

בתקופה זו נעשו במעבדה הבדיקות הבאות:

1. בדיקת פסולת מצברים במגמה לקבוע את אפשרות השמוש בה להכנת גלזורות.
2. בדיקת 10 דוגמאות חומר מן הנגב ("מח-צבי ישראל").
3. נמצאות עדיין בעבודה 10 דוגמאות של חברת היבוא הפולנית.

תוצאות הבדיקות הראו:

1. מדוגמה של פסולת מצברים הוצאה העופרת ונקבעה כמותה בצורת תרכובת כימיות שונות. בעופרת שנתקבלה הוכנה גלזורה שקופה רגילה, השווה בטיבה לגלזורה המיוצרת ממניום. באופן זה הוכח כי לאחר עבוד מתאים אפשר להשתמש בתעשייה בפסולת מצברים להכנת גלזורות.
2. את עשר הדוגמאות מן הנגב יכולים לחלק לשלוש קבוצות אופיניות. א. טין אבן (Steinzeug) שממנו נבדקו שלוש דוגמאות.

טגין וחומצה הומיט. תגובת קרבונאט הנתרן בתור אלקטרוליט היא שלילית.

על ידי שריפת הדוגמאות בטמפרטורה $800-1400^{\circ}$ נקבע שהתכווצות היא $4-19\%$. ועם החמום עובר צבע הדוגמאות מלבן-צהוב לאפור. התחלת הגיוש (Sinterung) ב- $1,150^{\circ}$ והתחלת ההתוך ב- $1,450^{\circ}$.

בחומר זה אפשר להשתמש במפעלים תעשייתיים לייצור של: פאיאנס, על ידי הוספת מעט טין סיד או קרבונאט הסידן וקוורץ; כלי פחר (Steingut) על ידי הוספת מעט מאד טין סיד וקורץ, ולכלי טין אבן על ידי הוספת קורץ בלבד.

דוגמאות טין הסייד בצורתן הטבעית, הן בעלות צבע אפור צהוב עד חום בהיר ומכילות כמויות שונות של לכלוך ויותר חומרים גסים מאשר הדוגמאות הקודמות. הן פלסטיות מאד והחוזק המכני שלהן בצורה בלתי שרופה גדול מזה של הדוגמאות הקודמות. בגלל אחוז המלחים הגבוה שלהן תהיה תגובתן כמתואר למעלה. על ידי חמום מ- 800° עד נקודת ההתוך ראינו שההתכווצות היא $6-25\%$, וצבע החומרים עובר בהדרגה מצהוב-לבן לחום כהה. בגלל האחוז הגבוה של סיד נסדקו כל הדוגמאות, פרט לאחת, בטמפרטורה שבין 800° ו- 1050° . נקודת הגיוש נמוכה יותר מאשר בדוגמאות הקודמות.

— בערך 1100° ומיד אחריה מתחיל החומר להתך.

בחומר זה אפשר להשתמש רק כתוספת לטין אבן בתעשית פאיאנס וכלי פחר וכתוספת פלסטית לתערובות.

חומר ללבנים וקלינקר: בצורתם הטבעית הם בעלי צבע אפור-כחול וצהוב-חום, ומכילים הרבה ברזל וחומרי לוואי גסים. החומרים פלסטיים מאד, וחוזקם המכני גדול מאד. הן בצורה שרופה והן בצורה בלתי שרופה. אחוז המלחים המסיסים ובעית האלקטרוליטים כמו בדוגמאות הקודמות.

על ידי שריפה ב $800-1400^{\circ}$ הוכח שההתכווצות היא $7-17\%$ והצבע משתנה מאדום-חום עד חום כהה. תחילת הגיוש ב- 1050° ותחילת ההיתוך ב- 1400° .

בשניהם אפשר להשתמש כתוספת פלסטית בתעשית לבנים ואחד מהם שמושו רב יותר. חמר זה טוב לתעשית לבנים, ב- 1100° אפשר לעשות ממנו קלינקר משובח, ואפשר לנצלו לקדרות (Töpfer-Industrie) וכתוספת למסות פאיאנס וכלי פחר.

פ. שריינר
מנהל המחקר,
איגוד למחקר קרמי

פברואר 1952

בתעשיה הקרמית

תערוכה קרמית בינלאומית

חדת עוררו עבודותיה של הגב' הדויג גרוסמן. כל המוצגים הישראליים צולמו ותויקו יחד עם הביאוגרפיות של האמנים בספריית Smithsonian Institute. אם האמנים יסכימו, תינתן הוראה להעביר את יצירותיהם לתערוכה שבנציגות ישראל בניו-יורק.

בוואשינגטון התקיימה תערוכה בין-לאומית של מוצרים קרמיים. האמנים הישראליים — גב' גרוסמן, גב' סמואל, מר מאיר מכאל — ומר כהנא השתתפו בתערוכה. מוצגיהם שסודרו בשני מדפי זכוכית היו ערוכים יפה וזכו לתשומת לב ולתגובה נאה. התענינות מיר-

בספרות המקצועית

העבודה המעשית של בונה תבניות ומתכנן בתעשייה הקרמית

א. ההתחשבות בהתכווצות בזמן יצירת תבניות

מאת ר. קיגלר¹

הוכחה:

מידת התבנית השרופה = מידת התבנית
(31.1 ס"מ) פחות 10% התכווצות = 31.1 פחות
3.1 = 28 ס"מ.

אם נבטא את הפתרון הנ"ל בנוסחה יותר
פשוטה ע"פ חישוב, נוכל לקבוע:

מידת התבנית השרופה $\times 100$ = מידת התבנית
אחוז התכווצות—100
בדוגמא שהובאה

$$\frac{28 \times 100}{100 - 10\%} = \frac{2,800}{90} = 31.1 \text{ ס"מ}$$

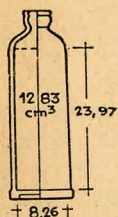
וכן

$$\frac{36 \times 100}{100 - 10\%} = \frac{3,600}{90} = 40.0 \text{ ס"מ}$$

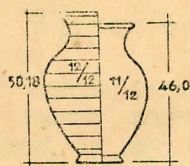
מידות התבנית הן: 31.1 $\times$ 40.0 ס"מ.

בהשוואת התוצאות שנתקבלו ע"פ החישובים
דלעיל, נוכל אמנם להבחין בהבדלים של כמה
מילימטרים בלבד, אבל ההפרשים הולכים וגד-
לים עם עליית המידות הבודדות, והם יכולים
להביא לתוצאות בלתי רצויות מאד, ובמיוחד
במוצרים טכניים, כגון מוצרי הידוק, בחישוב
נפח ההתכווצות וכו'.

2. דוגמא שניה תבחר יותר את החישוב
(השווה דיאגרמה 2).



דיאגרמה 3



דיאגרמה 2

אגרטה הנוצר ע"י תהליך יציקה מיועד להיות
בגבה של 46.0 ס"מ במצבו השרוף. נניח שה-
התכווצות של חמר היציקה היא 1/12.

גבה (שרוף) = 46.0 ס"מ
11/12 של התבנית = 46.0 ס"מ

1/12 של התבנית = 4.18 ס"מ
12/12 של התבנית = 50.18 ס"מ

46.0 + 4.18 גבה התבנית

בד בבד עם הפעולה האמנותית והיוצרת של
מתכנן ושל בונה תבניות, צמודה העבודה המע-
שית והטכנית. העבודה טעונה מחשבה, חישור
בים, בטחון ודייקנות. לרכש ולפתח דרישות
וידעיות אלה, אפשר רק במרוצת תקופה של
נסיון בשנים רבות. בהעדרן מופיעים שגיאות
וליקויים ביצירת התבנית ובתהליכי העבודה
(בנית התבניות, והתהליכים השונים לבנית התב-
נית) — וכתוצאה מזה, הרי שלבסוף אין התכנית
הטובה ביותר מביאה לתוצרת המוגמרת הרצויה.
ביצירה יש להביא בחשבון גורמים שונים.
נדון קודם על ההתכווצות, כלומר פחיתת כמות
המים של התוצרת המוגמרת במשך התהליכים
של ייבוש ושריפה, ונבדק ע"י דוגמאות אחדות
את יצירת התבנית.

1. אם יש צורך בכמה לוחות שמוט במידות
28/36 — נגיד לצרכי בניה קרמית. נניח כי
ההתכווצות הידועה של חמר שמוט היא 10%.
מידות התבניות חייבות איפוא להיות 10% יותר
גדולות, בכדי להשלים את פחת ההתכווצות
שנוצרה. פעמים רבות נעשים החישובים בטעות:

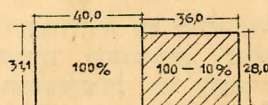
$$28 \times 10 = 280 : 100 = 2.8$$

$$28 + 2.8 = 30.8$$

$$36 \times 10 = 360 : 100 = 3.6$$

$$36 + 3.6 = 39.6$$

לכן, מידות התבניות הן: 30.8 $\times$ 39.6. אולם,
יש להביט על גדל התבניות כעל יחידה שלמה,
ואילו על התוצרת המוגמרת כיותר קטנה בהתאם
לאחוז (השווה דיאגרמה 1).



דיאגרמה 1

$$28.0 = 100\% - 10\% = 90\%$$

$$1\% = 28 : (100 - 10\%) = 0.31$$

$$10\% = 10 \times 0.31 = 3.1 \text{ ס"מ}$$

ומכאן התוצאה:

$$\text{גדל התבנית} = 28 + 3.1 = 31.1 \text{ ס"מ}$$

(1) R. Kügler: Europäische Tonindustrie Zeitschrift für Ton und die Gesamte Keramik. II, 5, (Mai 1952).

הוכחה:

גודל התבנית 50.18 פחות 1/12 התכווצות = 50.18 פחות (12: 50.18) = 4.18 פחות 46.0 ס"מ הגבה לאחר השרפה.

גם כאן אפשר לעשות את החישוב יותר פשוט ע"י הנוסחא דלקמן:

גדל התבנית = $\frac{\text{הגדל השרוף}}{\text{ההתכווצות}-1}$

$$\frac{46}{1-1/12} = \frac{46 \times 12}{11} = 50.18$$

3. דוגמא נוספת נחוצה כדי להדגים את התכווצות החלל של כלי קבול — נגיד כד. אם מידת הקבול המדויקת של הגוף הגלילי במצב שרוף היא 1,000 ס"מ מעוקבים, וההתכווצות היא 8%.

שרטוט הנפח במידות הבאות:

הקטר: 7.6 ס"מ; הגובה: 22.0 ס"מ ומזה מתקבל תוכן של 1,000 ס"מ מעוקבים, לפי חשוב הנפח הבא:

$$\text{נפח} = r \times r \times 3.14 \times h =$$

$$3.8 \times 3.8 \times 3.14 \times 22.06 = 1,000 \text{ ס"מ}^3 \text{ (השוה דיאגרמה 3)}$$

הגדלים של התבנית חייבים להיות:

התוכן:

לפי הנוסחא לחשוב ההתכווצות המעוקבת

$$3 \times \text{ההתכווצות הקוית (הלינארית)} - 3 \times \text{(ההתכווצות הקוית)}^2$$

100

ההתכווצות המעוקבת היא איפוא 22.08%, בהנחה שההתכווצות הקוית היא 8%.

* * *

$$\frac{1,000 \text{ ס"מ}^3 \times 100}{100 - 22.08\%} = 100,000 : 77.92 = 1,283 \text{ ס"מ}^3$$

הקטר:

$$\frac{7.6 \times 100}{100 - 8\%} = 760 : 92 = 8.26 \text{ ס"מ}$$

הגבה:

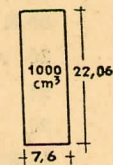
$$\frac{22.06 \times 100}{100 - 8\%} = 2206 : 92 = 23.97 \text{ ס"מ}$$

הבחינה מראה כי:

$$r \times r \times 3.14 \times h = V$$

$$4.13 \times 4.13 \times 3.14 \times 23.97 = 1,283 \text{ ס"מ}^3$$

לפי המידות המחושבות מתקבל השרטוט של הכד בגדל התבנית (השוה דיאגרמה 4) — ולראשונה שוב של הנפח — בו הובאה בחשבון מידת ההתכווצות. נשלים את השרטוט עם הוספת עובי החרס השווה בשני הצדדים, עובי הקרקעית, הצואר והכן.



דיאגרמה 4

עבודה מדויקת של התבנית לפי שרטוט זה וייצור חרשתי זהיר של הכד יתנו את החלל הדרוש של המוצר המוגמר ללא כל ערעור.

3. איזה צבע של צלחות למרק הנך מעדיף?

15.7	צהוב
14.6	ירוק
13.5	כחול
12.2	מצויר
6.4	מגוון
5.8	אפור
4.1	ורד בהיר
3.5	לבן
2.9	ורד
2.9	חום
2.9	אדום
2.9	שנהב
2.3	תורקזיה
2.3	שרטרוז
2.3	ערמוני
2.3	כתום
1.2	ביז'
1.2	אחרים

בטאון לכלי בית טובים העביר בין קוראיו שאלון בדבר הסוג והצבע הרצויים להם. להלן מובאות השאלות והתוצאות:

1. האם יש לך צלחות פלסטיות, חרס, זכוכית (קריסטל) או חרסינה?

27%	—	חרסינה
48%	—	קרמיקה
19%	—	זכוכית או קריסטל
6%	—	חמרים פלסטיים

2. אילו סוגים משמשים לך ליום וואילו למטרות מיוחדות?

פורצלן קרמיקה זכוכית או חמרים קריסטל פלסטיים				
35%	8%	53%	4%	יום יום
4%	28%	8%	60%	מיוחד
				יום יום
10%	30%	22%	20%	ומיוחד (חלק לא השיב על השאלון).

סריג לפי מדת ה־ Mesh בנורמות אחרות			נפות לבדיקה DIN /171 (כולל כמה נפות E Supplementary)				
הולנדי	אנגלי	אמריקאי	קוטר החוט במ"מ	לפי אינץ' אנגלי	מספר ה־ Mesh על ס"מ	כנוי הסריג לפי נוחג עדכאני חוטים בס"מ לינאר	כנוי הנפה רוחב פנימי במ"מ
N 380	B.E.S.A.	A.S.T.M.		25.4 מ"מ			
—	—	325		329	16,900	130 E	0,040 E
0,05	300	270		282	12,100	110 E	0,053 E
0,06	—	230	0,040	254	10,000	100	0,060
—	240	—		225,5	8,100	90 E	0,066 E
0,075	200	200	0,050	207	6,400	80	0,075
0,09	170	170	0,055	178,5	4,900	70	0,090
1,05	150	140	0,065	150	3,600	60	0,100
1,25	120	120	0,08	127	2,500	50	0,12
0,150	100	100	0,10	101,5	1,600	40	0,15
0,175	85	80		89	1,225	35 E	0,177 E
0,210	72	70	0,13	76	900	30	0,20
0,250	60	60	0,17	61	576	24	0,25
0,300	52	50	0,20	51	400	20	0,3
0,350	44	45		46	324	18 E	0,34 E
—	—	—	0,24	40,5	256	16	0,4
0,420	36	40	0,28	36	196	14	0,43
0,5	30	35	0,34	30	144	12	0,5
—	—	—		28	121	11 E	0,54 E
0,6	25	30	0,4	25	100	10	0,6
0,72	22	25	0,5	20,5	64	8	0,75
1,0	16	18	0,65	15	36	6	1,0
1,2	14	16	0,8	13	25	5	1,2
1,4	12	14	1,0	10	16	4	1,5
	8	10					2,0
	7	8					2,5
	6	7					3,0
		5					4,0
		—					5,0
		4					6,0