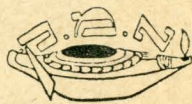


**מועצה מדעית לישראל
אגוד למחקר קרמי**



י ל ק ו ט
האגוד למחקר קרמי
מס. 9

אגוד למחקר קרמי

סגל העובדים

מנהל האגוד	א. וישינסקי
מנהל מחקר בפועל	י. מואטרון
מומחה מטעם או"מ	
ראש המעבדה הכימית	ד"ר אינג' א. לנדסברג
אנליטיקאית	גב' ר. ברקוביץ
מהנדס כימאי	אינג' י. קלטניק
מהנדסת-קרמית	גב' אינג' ל. שוחט
עוזרת מעבדה	גב' ע. נקב
עוזר מעבדה	ש. בקנרוט
יועץ לרנטגן ו-D.T.A.	ד"ר מ. בן-יאיר
מוכירה	גב' ש. מולדבסקי

דבר המערכת

ילקוט זה, מס. 9, מופיע לצערנו אחרי הפסקה ארוכה, אף על פי שבתקופת הביניים פרסמנו שורה של דו"חים על עבודות שונות שבוצעו במעבדות האגוד.

נשמח לקבל מקוראינו חות דעת על תוכן וצורת הוצאת הילקוט הזה, ומאנשי מחקר אשר יש להם זיקה או קשר למחקרים קרמיים חומר מפרי עבודתם, ומהטכנאים מפרי נסיונם המעשי בפעולותיהם המקצועיות.

על מנת שנוכל לחדש את המדורים "תיבת -דאר" ו"ידיעות מהתעשיה", אנו זקוקים לשחוף פעולה מלא של אנשי התעשיה ונראה לנו למיותר להדגיש את חשיבות הקשר הזה.

השתתפותם הקבועה בילקוטים תהיה תרומה חשובה לקדום המחקר והתעשיה הקרמית.

חכך הענינים

דף מס'

	מצב התעשייה הקדמית כיום ובעתיד
1	ד"ר ק. כהן
	דו"ח על פעולות מעבדת אגוד למחקר קדמי
7	י. מואסרון
	פלינט קליי מהנגב
10	פרופ' ליאון וינוגרדוב
	שיטות מהירות לזהוי סוגי ודסית דמוי-צור (Flint Clay)
15	ד"ר אינג' א. לנדסברג
21	דו"ח על בדיקות ודסיתים S-5, 53 ו"שוקולד"
	קדמיקה מגנטית
32	מיכאל שיבר
	סקירה על פעולות האגוד למחקר קדמי
36	א. וישינסקי

מצב התעשייה הקרמית כיום ובעתיד

ד"ר ק. כהן

המצית ההרצאה שהוקראה באספה הכללית השנתית של האגוד למחקר קרמי.

התעשייה הקרמית, כיתר התעשיות, התפתחה בתנאים אשר השפיעו על החיים הכלכליים של המדינה בעשר השנים האחרונות. אולם, לאור אופיה המיוחד של תעשייה זו פיתוחה תלוי גם בגורמים נוספים.

התעשייה הקרמית מעבדת בעיקר חמרי גלם טבעיים בעלי תנודה מסוימת בהרכבם. התהליך של מתן צורה מסוימת למוצרי הקרמיקה והכשרתם ליציבות מכנית הם תהליכי ייצור מסובכים מאד. אמנם בעשרים השנים האחרונות נעשה הרבה בשטח המחקר של התעשייה הקרמית, אולם חסרות עוד ידיעות על בעיות שונות של תעשייה זו.

כל הגורמים הנזכרים לעיל מהווים סיבה עיקרית לעובדה שאחוז המוצרים מסוג א' לא מגיעים ל-100% מכלל התפוקה, כי אם ל-60%-70%, אפילו במפעלים גדולים ומפותחים. מזה יוצא, שאחוז המוצרים מוג' א' מראה על הצלחה הטכנית והתקדמות המפעלים. ברור שאחוז הפסולת שלא ניתנת לשמוש מהווה גורם חשוב נוסף בייצור.

כדאי להביט אחורה ולבחון דרכי ההתפתחות של התעשייה הקרמית בעשר השנים האחרונות לא רק כדי לראות הישגים - שהנם ניכרים מכל הבחינות - אלא גם בכדי ללמוד מנסיון השנים הקודמות. כאן יש לציין שהתעשייה הקרמית עמדה בזמנים קשים בפני בעיות טכניות וכל-כליות רציניות. לעתים, תוך זמן קצר, היתה נאלצת להסתגל למצב חדש והוכיחה גמישות ניכרת אשר רכשה מתוך נסיונה הרב. אמנם זה גרם לפעמים להוצאות ייצור גבוהות ולהפסדים.

הגורמים העיקריים לפתוח התעשייה הקרמית ב-8 השנים האחרונות הם: השקעות, רכישת ציוד למפעלים הקיימים והקמת מפעלים בענפים חדשים של התעשייה הקרמית כגון, ייצור מרצפות קיר, קרמיקה סניטרית, פורצלן ומוצרי פיינס. גורם נוסף לכך הם הגילויים של חמרי גלם שנעשו בארץ ובדיקת האפשרות של הפקת חמרי גלם במכתש רמון, אשר מהווה מלאי עצום של חמרי גלם - בעיקר חרסיתים - לתעשייה הקרמית.

יש לציין שלדאבוננו חלה ירידה בייצור של לבנים שרופות וענף זה כמעט חוסל עקב ההתחרות עם חמרי גלם לבניה שהנם אמנם זולים יותר, אך פחות טובים מבחינת בניה לזמן ארוך.

האגוד למחקר קרמי עשה רבות למען פיתוח התעשייה הנ"ל. הוא הושיט עזרה למפעלים קרמיים הן בקשר לשמוש בחמרי גלם מקומיים והן בבעיות יומיומיות. כ"כ האגוד בצע מחקרים שונים בקשר לשמוש בחמרי גלם מקומיים ובבעיות כלליות אחרות.

למרות ההישגים הניכרים של התעשייה הקרמית, יש למתוח בקרת על המצב על מנת לקבוע מה הם הלקויים, איך לתקנם ומהי הדרך לעתיד:

- (א) ברוב ענפי התעשייה הקרמית שלנו אין להנהלת המפעלים ולכל צוות העובדים הנסיון הדרוש;
- (ב) ברוב המפעלים אין בקרת יומיומית ע"י אנשי מקצוע על תהליכי הייצור, חמרי הגלם והמוצרים המוגמרים.
- (ג) אין מספיק ציוד מעבדתי וטכני לבקרת מתמדת בתעשייה הקרמית;
- (ד) פריון העבודה ברוב ענפי התעשייה הנ"ל אינו משביע רצון;
- (ה) דרושים שיפורים רבים בסידורים הפנימיים של המפעלים בקשר להובלת חמרי גלם וסחורה מוגמרת וחצי מוגמרת בזמן הייצור. עובדה זו מייקרת הוצאות הייצור;
- (ו) חסר חינוך מקצועי לפועלים ולמנהלי העבודה;
- (ז) ההוצאות הכלליות הן ברוב המפעלים גבוהות;
- (ח) רוב המחירים של המוצרים גבוהים ממחירם של מוצרים מקבילים מחו"ל. הסיבה לכך הן הוצאות הייצור שהן בארץ יותר גבוהות;

פיתוח התעשייה הקרמית בחקופה 1950 - 1958

ל"י	2,500,000	1950	בשנת	<u>השקעות:</u>
"	10,500,000	1958	"	
"	1,270,000	1950	"	<u>ערך הייצור:</u>
"	8,500,000	1958	"	
"	3,368,000	1950	"	יבוא חומרי
"	396,000	1955	"	<u>קרמיקה:</u>
"	620,000	1957	"	
מ ²	1300	1950	"	<u>השטח הבנוי:</u>
מ ²	70,000	1957	"	
מ ³ פריודי	260	1950	"	<u>נפח התנורים:</u>
" מ ³	850	1957	"	
מ ³ מינהרה	500-1			
	420	1950	"	<u>מס' הפועלים:</u>
	1020	1958	"	
טון	2000	1951	"	שמוש בחמרי
טון	7500	1957	"	<u>גלם מקומיים:</u>
\$	190,000	1951	"	יבוא חמרי
\$	350,000	1957/58	"	<u>גלם מחו"ל:</u>
---		1950	"	<u>ייצוא:</u>
ל"י	300,000	1958	"	
ל"י	2,400,000	1958	מתקציב הפתוח	קיבלה התעשייה הקרמית עד סוף
"	"	"	"	"
"	"	"	"	"
"	"	"	"	"
מ"ג	2,200,000		צמוד בשווי	

עתיר התעשיה הקרמית

המגמה של פתוח התעשיה הקרמית צריכה להגיע לטיב הדיוש של מוצריה, לסוגים ולכמויות המקובלים בחו"ל, להורדת הוצאות הייצור ולייצוא בכל ענפיה.

להלן הגורמים אשר עלולים להחיש התפתחות זו:-

א. שיפור טיב חמרי הגלם המקומיים והספקתם:

בקשר לכך יש לציין שחמרי הגלם המקומיים רחוקים מלהיות בטיב אחיד, ובמחיר נורמלי. התנודה בטיבם והכמויות המזיקות של גבס, מלח וכו' שהם מכילים מצמצמים השמוש בהם ומשפיעים לרעה על טיבם. יש גם לספל באפשרות של יצור מקומי של חרסי-נים פלסטיים במקום חמרי הגלם (BALL CLAYS) המובאים מחו"ל.

ב. הרמה המקצועית של ההנהלה, מנהלי העבודה והפועלים:

אין צורך להדגיש שהאמור בסעיף זה מהווה גורם מכריע בהתפתחות התעשיה הנ"ל אשר נמצא בארץ רק בשלבי הראשונים. בכל מפעל חייב להיות לפחות אדם מקצועי אחד בעל השכלה גבוהה בשטח הקרמיקה, מהנדס וכן ציוד שיאפשר בקרת יומיומית על הייצור בכל תהליכיו; בקשר לכך התכנית להוספת שנת למודים למהנדסי קרמיקה ללומדי הנדסה כימית בטכניון אשר בחיפה, נמצאת בשלב של בצוע. לצורך זה תועמד לרשותם המעבדה של האגוד למחקר קרמי.

השנה מתחילים הלמודים בבי"ס בצלאל שמטרתם הכשרת קרמיקאים בשטח הקרמיקה האמנותית. קרוב לודאי שבוגרי הקורסים הנ"ל אשר יקבלו השכלה יסודית בקרמיקה, יוכלו לעבוד כפועלים מקצועיים ואפילו כמנהלי עבודה בכל ענפי התעשיה הקרמית, אחרי נסיון מעשי מסוים.

כ"כ קיימת אפשרות של השתלמות צוות עובדים בחו"ל מטעם סיוע טכני של ארה"ב או או"מ. בשטח זה יש לנו נסיון מסוים ויש, איפוא, להמשיך בכוון זה.

נוסף לכך כדאי לארגן קורסים מיוחדים להכשרת אנשי ההנהלה של המפעלים מטעם סיוע טכני או גורמים אחרים במשרד המסחר והתעשיה.

ג. תפקיד האגוד למחקר קרמי:

האגוד למחקר קרמי עשה רבות לפתוח התעשיה הקרמית עד היום וכן לגבי העתיד. ההסדר החדש עם הטכניון בקשר לפעולת האגוד הוא ארעי ועל שני הצדדים להוכיח יעילות בשחוף פעולתם. בשביל הטכניון זו הפעם הראשונה של שחוף פעולה עם ארגון תעשייתי ועליו להוכיח עמידה בנסיון.

ד. פריזן עבודה:

פריזן העבודה הוא גורם חשוב ביותר לפתוח התעשיה הקרמית. אי לכך יש להביא את כל הגורמים, עובדים ומעבידים כאחד, לשחוף פעולה בקשר לשפור והגברת פריזן העבודה בכל ענפי התעשיה הקרמית בהם הוא נמוך.

ה. היקף הייצור:

קנה המידה של המפעלים המקומיים מהווה גם גורם חשוב המקשה על הוזלת הוצאות הייצור בעיקר בגלל ההוצאות הכלליות הגבוהות ביחס להיקף הייצור וסיבות אחרות שאין צורך לפרט. בקשר לכך בעתיד יש לתמוך ברכוז טכני של מפעלים ליחידות יותר גדולות ומניעת הקמת מפעלים קטנים אשר מבחינת הגודל לא מסוגלים לעבוד ביעילות הדרושה.

ו. צויד:

התעשיה הקרמית המקומית מצוידת יחסית טוב וגם בעתיד יש לתמוך בהבאת ציוד חדיש אשר דרוש לא רק לייצור אלא גם להוזלת הוצאות הייצור ושפור הטיב.

ז. יבוא חמרי גלם מחו"ל:

יש לצמצם למינימום האפשרי הבאת חמרי גלם מחו"ל אשר גורמת להוצאות ניכרות במטבע חוץ. כפי שהזכרתי לעיל, יש לחפש דרך להחלפת חרסיתים פלסטיים מחו"ל בחרסיתים מקומיים והספקה מלאה של קוורץ ופצלת השדה מתוצרת מקומית.

כ"כ יש לבדוק אפשרות של ייצור גלזורות מסוימות בארץ אשר ישתלם מבחינת הוזלת המחירים וחסכון במטבע חוץ.

ח. פיתוח ענפי תעשיה חדשים בשטח הקרמיקה.

כיום מיוצרים בארץ כמעט כל המוצרים החיוניים לתעשיה הקרמית, פרט למבדדים למתח גבוה, שמוט מיוחד, לבני סיליקה, מוצרי חרס, (בעיקר צנורות חרס) לבני מגנזיט, לבני כרום - מגנזיט ומוצרים אחרים פחות חשובים. את הייצור של מוצרים חדשים יש לבסס על האפשרות של ייצוא וייצור בהיקף מתאים לזה של תעשיה זו בחו"ל.

ט. מה באפשרותה של הממשלה לעשות למען פיתוח התעשיה הקרמית:

- (1) בקשר לתקציב פתוח יש לציין שההלוואות מתקציב זה ניתנות בהתאם למטרת ההשקעה ובעיקר האפשרות של ייצוא. מובן שאין לקוות לתמיכה מצד הממשלה במקרה של הגדלת הייצור מעל לצריכה המקומית ולייצור מוצרים בלתי חיוניים.
- (2) הגנת תוצרת הארץ.
יתכן מאד שבשטח זה יוחלט על סידור כללי לפיו היבוא של מוצרים קרמיים יהיה חפשי במקרה שמחיר הדולר מתוצרת הארץ יעלה על זה של מוצר המובא במידה מסויימת.
- (3) משרדנו יתמוך הלאה באפשרות של השתלמות וחנוך מקצועי. כ"כ הוא תומך בפעולת האגוד למחקר קרמי בקשר להשתלמות מהנדסי קרמיקה בטכניון, בביה"ס לקרמיקה אמנותית בצלאל ובאפשרויות שונות של השתלמויות בחו"ל מטעם הסיוע הטכני.

הייצוא בעתיד:

יש להניח שעל סמך עודף כושר הייצור בתעשיה הקרמית וייצור נוסף בתעשיה שמוט ומבדדים למתח גבוה, אפשר יהיה להגיע בעוד כ- 4 - 3 שנים ליצוא בשווי של מליון דולר בשנה. יש לבדוק האפשרות של ארגון מפעלי הקרמיקה ביחס לאפשרויות ייצוא.

דו"ח על פעולות מעבדת אגוד למחקר קרמי

י. מואטרון, מומחה לקרמיקה מטעם או"מ,
מנהל טכני בפועל של האגוד למחקר קרמי

דו"ח זה מטפל בפעולות מעבדת האגוד מאז ראשית יולי 1958, כאשר הכותב נכנס לתפקידיו, ועד סוף שנה זו. העבודה תוכננה לכלול פעולות אנליטיות, יעוץ, ופתוח חומרי גלם, אך למעשה פעלה רק המעבדה האנליטית. נתקבלו עובדים מתאימים ואלה החלו מיד להתמחות בשדות הפעולה האחרים ומסוגלים עתה לתת שירות יעיל במחקר לתווך קצר. יעוץ לתעשייה עדיין נשאר תפקידו של כותב שורות אלה.

עלי להודות לפרופ. וינוגרדוב, מומחה לחומרי גלם עבור התעשייה מטעם או"מ, לד"ר ק. כהן ממשרד המסחר והתעשייה, לעובדי "מחצבי-ישראל" ולאלה של המחלקה להנדסת מכרות של הטכניון עבור עזרתם בעבודתנו. ברצוני להביע גם את הכרתי לועד המנהל של האגוד למחקר הקרמי, ולועדת המחקר על שתוף הפעולה ורצונם המסייע.

1. בדיקות אנליטיות

בוצעו אנליזות של מספר חרסיתים וחומרי גלם אחרים, מוצרים גמורים, פצלות השדה מחו"ל וגלזורות. שיטות חדשות של אנליזה הופעלו במעבדה שהביאו לקמוצים נכרים.

הודרכה כימאית - אנליטיקאית בבצוע אנליזות שגרתיות.

מס' בדיקות שהוזמנו	מס' בדיקות בתהליך עבודה	מס' בדיקות שבוצעו	2. בדיקות קרמיות.
1	-	8	בדיקות באוסקלב לשם הערכת עמידת הגלזורה בשמוש
-	1	9	בדיקות לקביעת עמידת גלזורות ומוצרים בפני חומצות ובסיסים
-	-	4	קביעת צפיפות, לשם לימוד היחס בין חוזק מכני ונק-בוביות.

מס' בדיקות שהוזמנו	מס' בדיקות בתהליך עבודה	מס' בדיקות שבוצעו	
6	1	13	שרפות בוצעו כדי לקבוע את התכונות הבאות: א. נקודת הסנסור של גלזורות. ב. נקודת התרככות של גלזורות. בדיקה זו, שדומה ל PCE (Pyrometric Cone Equivalent) חיונית כאשר בדיקה (א) אינה נותנת תוצאות מתקבלות על הדעת. ג. נזילות גלזורות נתיכות. בדיקה זו עוד בשלב פתוח. ד. שריפת גלזורות על גופים קרמיים, כדי להשוות תכונותיהם ולקבוע איכותם.
-	-	1	בדיקות חדירה ע"י המיסת פוקסין בלחץ של 200 אטמ'
2	3	26	חוזק לכפיפה של גופים שרופים ובלתי שרופים. תכונה זו חשובה בכל תהליכי יצור.
6	6	9	קביעת נקבוביות, אשר קשורה בספיגה, עמידה נגד שנויים פתאומיים בסמפרטורה, מוליכות תרמית וכו'
10	-	21	PCE, הקובע את נקודת ההתכה בתנאי שרפה
6	1	63	התכווצות, שחשיבותה בפעולות יצור ברורה
1	-	16	בדיקות נפוי חרסיתים וחומרי גלם אחרים

מס' בדיקות שהוזמנו	מס' בדיקות בתהליך עבודה	מס' בדיקות שבוצעו	התפשטות תרמיות
4	4	74	התפשטות תרמית, אשר מאפשרת התאמת גלזורות, למוד ההת-נגדות לשבר ע"י שנויי טמפ-רטורה ושנויים בזמן שרפה Differential Thermal Analysis - D.T.A.
4	-	23	ביחד עם בדיקות אנליטיות, מאפשרות קביעת גורמים מינרלוגיים
4	-	6	בדיקות רנטגן, לקביעת גורמים מינרלוגיים
			3. תוכניות מחקר:
4	4	5	א. בדיקות חומרי גלם (ראה דו"ח בעמוד 21 של גליון זה) ב. מחקר על חרסית דמוית-צור (Flint Clay) (ראה דו"ח בעמוד 15 של גליון זה)
			4. יעוץ במפעלים
3	-	5	בהתבסס על תוצאות בדיקות מעבדתיות, הוצעו שנויים בחערובות קרמיות במספר מפעלים וע"י כך התגברו מפעלים אלה על קשיים טכנולוגיים.
3	3	-	5. בדיקות מיקרוסקופיות של דוגמאות קרמיות
1	1	-	6. התאמת אמאיל לברזל יציקה
-	6	-	7. מחקר על השפעת סיגים (slag) על צפויים חסוני-אש בחעשית מלט

ציוד המעבדה הולך ונשלם. בין המכשירים שנחקבלו באחרונה נמנים פוטומטר - להבה, חנורי שרפה חשמליים ומוסקים ע"י דלק נוזל לסמפרטורות עד 1450 מע"צ, מיקרוסקופ, חנור בדיקת השפעם לחץ על גופים בטמפ' גבוהה Test under Load ועוד. הוזמן ציוד סכולל מד-צמיגות (Viscometer) ומכשירים נוספים.

פלינט קליי מהנגב

פרופ' ליאון וינגרדוב

מומחה מטעם או"מ ליעוץ לחומרים קרמיים מהנגב.

הפלינט קליי - חרסיה דמוית צור - מהנגב, הנו חמר גלם לייצור מוצרים חסיני-אש בעלי תכולה גבוהה של האלומינה.

הפלינט קליי מופיע במכתש רמון בצורת עדשות וגם בצורת שכבות המשתרעות על שטח של עשרות ק"מ מרובעים. מחצבי הפלינט קליי הנם בעלי ערך כלכלי חשוב ומהווים בסיס לפתוח התעשייה הקרמית - בראש ובראשונה לתעשית מוצרים חסיני-אש המיועדים הן לשמוש בארץ והן ליצוא.

הפלינט קליי הגלמי מהווה חמר המתאים ליצוא והמשתלם מבחינה כלכלית בחנאי שההפקה והמיון לסוגים קבועים יעשה באפן קפדני.

הפלינט קליי מהנגב שייך לסלעי משקע המורכבים מקאוליניט עם כמות משחנה של במיט Boehmite. בתוך הסלע מופיעה דו-תחמוצת הטיטן בצורת האנסוז בכמות של 1,5% - 4,0%. בסוג הבהיר של הפלינט קליי אשר לו אקדיש מאמר זה - תכולת תחמוצת הברזל היא בגבולות 0,6% - 1,5%, אולם הממוצע הוא פחות מ-1,0%.

תכולת המינרלים בקבוצת פצלת השדה והנציץ היא מבוטלת. הפלינט קליי במצבו הטבעי ובמצב של אבקה טחונה גם מחוסר כל פלסטיות. במים הוא אינו מתנפח ואינו יוצר אחס בצק פלסטי. הוא בעל כשר הסתדקות מצוין ובזמן השבירה נותן גרגירים בעלי צלעות חדות. הפלינט קליי אשר אותו טוחנים ביבש עד גודל גרגירים הקטנים מ-60 μ רוכש תכונות פלסטיות. גם טחינה רטובה של הפלינט קליי מביאה לפלסטיות אבל טחינתו הרטובה גורמת לקשיים מסוימים.

(בתוך הפלינט קליי מופיעות כמויות גדולות של במיט הגורם לכך. שהמסה מתנפחת ונעשית סמיכה).

ההשוואה עם הפלינט קליי מ"מיסורי" (ארה"ב) ומ"ואר" (צרפת) מראה שהפלינט קליי מהנגב הוא בעל תכולה גבוהה יותר של ה- Al_2O_3 ותכולה נמוכה של האלקלי.

להלן לוח ההשוואה:-

פלינט קליי מ"מיסורי"		פלינט קליי מ"ואר"				מהנגב	
לבן	לבן עם פי-זולי-טיס	צב-עוני	לבן	לבן מאד	סגל-גל	אדמ-דם	לבן לבן עם פי-זולי-טיס (מה-עדשה)
13,74	13,29	12,65	13,88	14,36	13,68	13,57	13,9
44,42	43,52	43,87	44,13	46,29	44,67	42,32	20,1
1,98	1,42	1,40	1,45	עקבות	1,60	2,75	3,9
38,69	40,13	37,99	39,22	38,69	37,75	37,96	61,5
0,72	0,43	2,93	0,60	0,23	1,96	3,30	0,6
0,21	0,06	0,10	0,23	0,17	0,35	0,31	עקבות
0,12	0,03	0,03	עקבות	0,08	0,03	0,04	0,3
0,41	1,01	0,98	0,55	0,40	0,20	0,06	עקבות
40,67	41,55	39,39	40,77	38,69	39,35	40,71	65,4
47,4	48,0	45,5	47,3	45,5	45,5	47,2	76,0
0,92	0,93	0,90	0,93	0,84	0,88	0,96	3,25
1,08							

1) $(TiO_2 + Al_2O_3)$

- תחמוצת החמרן לפי נוהג מסחרי

2) $Al_2O_3 = TiO_2 + Al_2O_3$

- תחמוצת החמרן שרוף לפי נוהג מסחרי

3) $\frac{Al_2O_3 + TiO_2}{SiO_2}$

- המקדם

המקדם בקאוליניט - 0.85

הנתונים לפלינט קליי מ"מיסורי" ומ"ואר" נלקחו מהרצאתה של הגב' לה הלם אשר הרצתה בקונגרס הקרמי ה-2 בציריך בשנת 1950.

תכולה קטנה של המרכיבים היוצרים את הפזה הזכוכיתית בשעת השריפה (אלקלי, אדמות אלקליות ותחמוצת ברזל) גורמת לחסינות אש רגילה גבוהה יותר ולטמפרטורה גבוהה יותר של התחלת הדפורמציה תחת העמסה, מאשר בחמרי גלם אחרים בעלי תכולה זהה של ה- Al_2O_3 .

מכאן יש להסיק כי לפנינו חמר גלם מצוי בעל תכולה גבוהה של האלומינה, אשר צריך לתת מוצרים חסיני-אש מן הסוג המעולה ביותר באם ישתמשו בתהליך הטכנולוגי המתאים.

בבחירת התהליך הטכנולוגי רצוי לנצל במידה מכסימלית את האפשרות להשתמש בפלינט קליי בלתי שרוף.

בעית בחירתו של התהליך הטכנולוגי המתאים ביותר לעבוד הפלינט-קליי בגלל התכונות המיוחדות של חמר זה - דורשת בצווע של שורת מחקרים מעבדתיים וניסויים טכנולוגיים אשר עדיין לא נשלמו, ואשר עתה מבצעים אותם הן בארץ והן בחו"ל.

להלן כמה ידיעות ממפעלים תעשייתיים בחוץ לארץ המשתמשים בפלינט קליי מהנגב.

1. ייצור מוצרים מפלינט קליי בלתי שרוף בשיטה פלסטית (אינפורמציה מאחד המפעלים באיטליה).

את הפלינט קליי שוברים בשובר גלילים או בשובר רוטורי (פטישים). (אין להשתמש בטחנות צנורות).

את החמר הטחון מפרידים בעזרת נפות ל-2 פרקציות: 0 - 0,5 מ"מ, ו- 0,5 - 2,0 מ"מ. בייצור משתמשים בכל אחת מן הפרקציות הללו ביחס של 1:1. את תערובת הגרגירים מרטיבים בשליקר מחרסית פלסטית עד רטיבות של 19% - 18%. באופן זה מוסיפים לתוך התערובת 15% - 10% של חרסית פלסטית. את התערובת המתקבלת מעבירים דרך מערבול חלזוני ולאחר כך דרך מלוש ואקום עם פיה (פומית) ומחתכה.

את הצורות המתקבלות מיבשים עד רטיבות של 16% - 14% וכובשים בתבניות פלדה במכבש הידראולי, כאשר משני הצדדים מופעל לחץ של 150 ק"ג/סמ"ר.

לאחר גמר הייבוש שורפים את המוצרים בתנור מנדחיים בטמפרטורה של 1380°C . הלבנים הטרופות מכילות 62% בערך של $\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$. הן בעלות משקל גפחי של 2,2, חסינות האש הרגילה - S.K. 36, התכווצות כללית 8%, ספיגות קטנה מ-8%.

2. עצוב המוצרים בשיטת כבישה מתערובת יבשה למחצה.

המפעל משתמש ב-50% גרגירים שרופים ו-50% גרגירים בלתי-שרופים. הכנת תערובת הגרגירים נעשית בצורה דומה לזו אשר פורטה קודם לכן. אולם, יש לציין כי את הפרקציה הדקה (אבק) מפרידים בעזרת אויר. בתור חמר מקשר משתמשים בחרסית פלסטית אשר אותה מוסיפים לתוך התערובת בחלקה בצורת השליקר ובחלקה בצורת אבקה טחונה דק (קטנה מ-180 מ"מ). כמוח החרסית הפלסטית 20%. רטיבות התערובת 8% - 7%. התערובת עוברת תהליך הפרזר לגרגירים ומתקבלת תערובת המתאימה למלוי התבנית.

את המוצרים כובשים במכש הידראולי, עם הוצאת אויר פעמיים - בלחץ של 20 ובלחץ של 50 ק"ג/סמ"ר. הלחץ הסופי 180 - 200 ק"מ/סמ"ר. את המוצרים שורפים בטמפרטורה של 1400°C והתכווצותם היא 3% - 2%.

3. שיטת הייצור מהפלינט קליי השרוף אינה שונה מזו המקובלת לייצור מוצרים חסיני-אש עם שמוט או סילימניט שרוף.

4. נחקלנו בנסיון מענין של ייצור מוצרים מפלינט קליי אשר אפשר יהיה להשתמש בהם שמוש כמעט אוניברסלי.

את הפלינט קליי שוברים במצבו הגלמי ואת הגרגירים מערבבים ביניהם ביחס המאפשר מלוי הנפח עד כמה שאפשר מהודק יותר (למשל לפי עקומת ליצוף), ולאחר כך את התערובת של הגרגירים שורפים בתנור בעל קונסטרוקציה מיוחדת אשר אפשר לתארה כצנורית-מטוטלת.

התנור אינו מסתובב אלא מטלטל וע"י כך הגרגיר אינו מתגלגל רק גולש. התנור צריך להבטיח מבנה חד של צלעותיו של גרגיר הפלינט קליי ולמנוע המשך פרזר המטען. הניסויים של התהליך הטכנולוגי נעשו בתנור מעבדתי מהסוג הנ"ל. עתה, נמצא תנור תעשייתי בשלב הבניה. הגרוג שיתקבל בדרך זו ישתמשו בו לייצור מוצרים המעוצבים בשיטה של כבישה יבשה למחצה ובשיטה של הדוק פנאומטי.

הלבנים מהייצור הנסיוני היו בעלות חסינות אש רגילה 37 - S.K.36, הצטיינו בטמפרטורת דפורמציה גבוהה מאד תחת העמסה, בהתנגדות גדולה לשפשוף, בהתנגדות להשפעות כימיות ובהתנגדות יוצאת מהכלל

לזעזועים טרמיים. השגת התנגדות לזעזועים טרמיים מעולה היתה המטרה העקרית אשר הציב לעצמו בעל השיטה. לדבריו עומדות הלבנים בפני למעלה מ-80 זעזועים טרמיים.

ברצוני לציין, כי קבלת התנגדות טרמית כל כך גבוהה, אינה מובנת לי. בתהליך הטכנולוגי לייצור המוצרים מהפלינט קליי בלתי שרוף בדרך של כבישה חצי-יבשה הצליחו עד עכשו במדה מועטת בלבד. התהליך הטכנולוגי דורש עבוד יסודי, כיון שתערובות מסוג זה נוטות לייצור מבנה של שכבות (למליזציה) בשעת שריפתן.

בראש ובראשונה חייבים לחקור בדרך מעבדתית את השינויים החלים בשעת העבוד הטרמי בתוך הגריגר של הפלינט קליי הגלמי ובפלינט קליי אשר רכש תכונות פלסטיות בתהליך טחינה בו אפשר להשתמש כבחומר מקשר. כמו-כן יש לבדוק את אותם השינויים בלבנים כבושות.

בהסתמך על תוצאות המחקר יש לקבוע בדרך נסיונית את ההרכב הגרנולומטרי, את הרטיבות של התערובת, את משטר הכבישה עם שימת לב מיוחדת להוצאת האויר ע"י מספר לחיצות, את מצב התבניות, ואת דרך החלוץ של המוצרים הכבושים מתוך התבניות. נוסף לכך יש לקבוע שיטת ייבוש ועקומת שריפה.

הקטנה נכרת של הוצאות הייצור מתאפשרת הודות להעדר הגרוג השרוף, שבירה קלה יותר של הפלינט קליי הגלמי, הקטנת בלאי התבניות בשעת כבישת התערובת שאיננה מכילה מרכיב בעל תכונות שפשוף (הגרוג הקשה) - כל הנחונים הנ"ל מהווים עדוד רב לעבוד התהליך הטכנולוגי לייצור מוצרים חסיני-אש המבוסס על הפלינט קליי הגלמי.

לפי האינפורמציה אשר נתקבלה בארה"ב מייצרים מוצרים בעלי תכולה גבוהה של האלומינה. הם משתמשים בגריגרי הפלינט קליי הגלמי מ"מסורי". לפעמים להקטנת התכווצות השריפה מוסיפים כמויות קטנות של הפלינט קליי השרוף - 15% בערך.

מספר מוסדות מחקר בחו"ל עוסקים עכשו בניסויים לעבוד התהליך הטכנולוגי לייצור מוצרים בעלי תכולה גבוהה של האלומינה מן הפלינט קליי מהנגב בשיטה של כבישה יבשה למחצה.

הקרימיקאים בישראל אינם יכולים שלא לקחת חלק בפתרון בעיות כה חשובות לפתוח התעשייה של מוצרים חסיני-אש. אין ספק שהמעבדה של האגוד למחקר קרמי בחיפה והמעבדה המרכזית של "כור" בבאר-שבע בשתוף פעולה עם המומחים מהתעשייה יוכלו לבצע את המחקר אשר יאפשר עבוד מושלם של התהליך הטכנולוגי, לנצולו של הפלינט קליי.

שיטות מהירות לזהוי סוגי חרסית דמוי-צור (FLINT - CLAY)

ד"ר אינג' א. לנדסברג

הקדמה:

חרסית דמוית-צור הנה חרסית פיסוליתית המופיעה בסלעי משקע הנמצאת באזור הדרום-מזרחי של מכחש רמון. החרסית הלבנה נמצאת גם בתערובות עם הקסיט ביחסים שונים.

חרסית לבנה או בהירה עשירה בתחמוצת האלומיניום עם אחוז קטן של flux משמש להכנת מוצרים חסיני-אש מהאיכות הטובה ביותר. החרסית הלבנה יכולה גם להחליף חלק מחרסית היבוא בגופים קרמיים וכן עלולה לעניין מדינות אחרות בייצור מוצרי חסיני-אש.

היות והעמידה בחום של חרסית תלויה במידה רבה בשעור תחמוצת האלומיניום בה, וכן באחוז ה- fluxes ומפני שהמרבצים שונים מאד בתרכובתם הכימית, שיטות מהירות לזהוי סוגים שונים של חומר דמוי-צור הינם חיוניים.

1. היחס בין הפסד משקל בליבון, התכווצות ו-PCE של חרסית דמוי-צור.

כאשר נבדקו התוצאות של כ-200 בדיקות על דוגמאות של חרסית דמוי-צור, נמצא קשר בין הפסד משקל בליבון, והתכווצות אחרי שריפה מצד אחד, ואחוז תחמוצת האלומיניום וה-PCE מצד שני. התכווצות קטנה, בין 6% ו-8%, ביחד עם הפסד גדול בליבון (העולה על 14%) נמדד ערך PCE גבוה. במדה והתכווצות היתה קטנה יותר, ירד ההפסד בליבון, וזאת מפני נוכחות תחמוצת הצורן. כאשר אחוז תחמוצת האלומיניום נמצא קטן וההפסד בליבון עלה מעל המשוער, נמצא כי החרסית כללה ברוב המקרים גם פחמת הסידן. (ראה טבלה 1, עמוד 18, 19).

2. מרכיבי החומר

ידוע כי הגורם לשעור הגבוה של חומצת אלומיניום בחרסית היא נוכחות המינרלים בוהמיט ודיאספור. מינרלים אלה כוללים נוסף על כך אחוז מים גבוה יותר מאשר בקאוליניט, וזאת הסיבה להפסד הגדול בליבון. המינרלים אינם פלסטיים ומתפשטים בשעת השרפה, עובדה שגורמת להקטנת ההתכווצות בזמן השרפה של החומר כלו.

הבוהמיט נמצא, על ידי מדידות בקרני רנטגן (1), במספר דוגמאות של חרסית שכוללות בערך 40% Al_2O_3 ואולם לא נקבעו כמויות של בוהמיט באותה שיטה כאשר אחוז ה- Al_2O_3 ירד מ-40%, השארית אחרי טפול בחומצה פלואורית HF נחשבה כבוהמיט או דיאספור, היות ומינרלים אלה בתמיסה חומצית אינם מסיסים ב-HF. הזהוי של השארית על ידי רנטגן אינו אפשרי לאחר שבזמן היבוש והחימום משנים המינרלים האלה בשארית את אופיים וזהותם. מבדיקה כימית של השארית, נוכחו לדעת כי היא מורכבת מ- Al_2O_3 עם אחוז גבוה של מים קשורים, וכך עקבות של Cl ו- NO_3 . בכדי שימצאו בוהמיט ודיאספור בחרסית אשר בה בערך 39.6% Al_2O_3 , הרי אחוז ה- SiO_2 חייב לעלות על זה הנמצא בקאוליניט. לא הצליחו למצוא SiO_2 חופשי בדוגמאות.

לדעת החוקרים בבעיה, משערים כי מקור ה- SiO_2 עלול לפי בדיקות DTA, להמצא במבני איליט (illite).

ההתכווצות אחרי שריפה מושפעת גם על ידי שיעור ה-fluxes, רק מטפר קטן מבין הדוגמאות נמצא מכיל אלקלי, אשר הצלחנו לקבוע רק אחרי שקבלנו את פוטומטר הלהבה. תחמוצות הסידן והמגנזיום, וכן הברזל והטיטן נקבעו בשיטות קולוריטריות (שיטות אלה כנראה יותר מדויקות מאשר השמוש בוורסנט). נקבעה נוכחות מנגן בכמה דוגמאות של חרסית, אשר לא נמדדו עדיין.

3. יבוש ושרפה

חיוני היה לנקוט באמצעי זהירות מיוחדים בזמן יבוש החרסית דמוי-צור עם אחוז גבוה של Al_2O_3 . בטמפרטורה של 105 מע"צ, בוהמיט ודיאספור עלולים להפסיד חלק מהמים הקשורים, עובדה שמסבירה את הערך הקטן שנחקבל במקרים מסוימים עבור ההפסד בליבון (ראה טבלאות 1 ו-2).

ההתכווצות חלויה תמיד במהירות החימום ובזמן הדרוש לשמירת הטמפרטורה בגובה מסויים. במטרה לנסות ולחסל הבדלים, כל הדוגמאות הוכנסו לשריפה שניה ביחד, אבל טפול זה לא הצליח לבטל את ההבדלים בטמפרטורה שבתנור עצמו, וההבדלים בטפול המוקדם בין דוגמא לדוגמא.

מסקנות

בדיקת התוצאות הנתונות בטבלאות 1 ו-2 מאשרות את ההשערות שתוארו לעיל, ומראות כי אפשר, ע"י בדיקה של הפסד בליבון

(1) שיטות בדיקה בקרני רנטגן הוצעו ע"י דר' רודמן, אשר אפשר את צילום הדוגמאות במעבדתו.

והתכווצות, להעריך את השעור ב- Al_2O_3 ו-PCE. בצוע בדיקות אחרונות אלה יאשר את ההשערות, אולם בדיקות נוספות של PCE ו- Al_2O_3 והשוואתם עם התוצאות שכבר נחקבלו בשיטה הקודמת דרושות כדי להבטיח את דיוק המספרים הנ"ל ושימושם לזהוי ראשון מהיר על ידי התעשייה.

למשל: באם הדוגמא נותנת בשריפה התכווצות (Linear shrinkage) של 7% עד 8%, והפסדים בליבוך (loss on ignition) מעל ל-14%, זה בדרך כלל מראה על שעור של Al_2O_3 בין 50% - 60%, ומקביל לזה ערך חסינות אש (PCE) של קונוס 37.

תכנית עבודה לעתיד

אנו מתכווננים לבדוק במעבדה מספר בעיות הנובעות מהעבודה הנ"ל וביניהן:

- א. השפעת fluxes, ובמיוחד של ברזל וסיטן על הערך PCE.
- ב. שיטות מהירות לקביעת ברזל וסיטן בתוך גבולות הנקבעים ע"י התעשייה, על ידי בדיקות שאינן דווקא כימיות והנתנות לבצוע ליד המחצבה.
- ג. קביעת הגורמים אשר יוכלו להסביר ערך גדול של PCE בדוגמא למרות שהיא מכילה כמות קטנה באופן יחסי של Al_2O_3 (1).

(1) הדעה הובעה ע"י מר מואטרון כי ה-PCE הגבוה עלול לבוא כתוצאה משעור גבוה של mullite שנוצר בדוגמאות.

Table 1

Clay Sample דוגמת חרסית	P.C.E. ערך סוה O.C.-	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Al ₂ O ₃ + TiO ₂	Loss on ign. הפסד משקל בליבון	Shrink. התכווצות	Fe ₂ O ₃	CaO+ MgO+ SO ₄	Alk. אלקליים	X-ray מסקנות בדיקת רנטגן
FC54/53+FC54/54	38+	55.3	4.2	59.5	14.1	5.6	1.1	0.4		
FC54/51+54/52	37-38	52.2	2.8	55.0	14.2	6.0	1.4	0.6		
FC54/55		60.9	2.2	63.1	14.2	5.0	1.1	tr. y		
FC54/56	38+	61.1	2.7	63.8	14.3	6.0	0.6	tr. y		
Export 20.2.59		60.5	3.1	63.6	14.1	5.2	1.7	0.4		
Pocket 203A		58.3	5.0	63.3	14.3	6.6	0.7	0.2		
" B		50.6	3.5	54.1	14.1	7.0	0.7	0.2	tr.	
" D		57.4	3.8	61.2	13.8	4.7	0.9	0.3	0.2	
" H		50.2	5.9	56.1	14.0	7.0	0.7	0.6	0.2	
R702		54.2	3.8	58.0	14.2	6.0	1.2	0.5		
Tunnel 204		55.0	4.0	59.0	14.6	6.0	1.2	tr. y	0.4	
Export 4.9.58 P	38+	60.6	4.2	64.8	13.9	6.2	0.5	0.4		
T	38+	62.7	3.1	65.8	13.9	6.8	0.6	0.2	0.1	
SW577		58.3	2.0	60.3	14.6	7.2	0.4	0.2	tr+Mn	
FC58/71		55.2	3.0	58.2	14.3	7.0	1.6			
Tunnel 9	37/38	56.9	1.7	58.6	14.2	7.6	0.6	tr. y	pr.	B+little K
" 11	37/38	59.5	2.45	61.95	14.1	7.4	0.65	tr. y	0.4	" "
" 15		60.1	3.2	63.3	14.2	9.0	1.6	0.1 alk+Mn		
Tunnel 17	38	60.3	1.6	61.9	14.3	7.6	1.6	tr. y		B+little K
FC58/72		54.1	3.1	57.2	14.0	8.5	6.0	0.2	tr. y	
FC59/82		53.9	3.6	57.5	14.1	8.5	1.8	0.1	"	
FC61/63		60.8	3.9	64.7	14.1	8.0	1.0	0.4	"	
FC61/65		62.8	3.8	66.0	14.3	7.6	1.6	0.7		

FC61/56		49.7	3.0	52.7	14.1	8.0	1.0	0.4		
FC59/78		47.7	2.6	50.3	14.1	9.6	0.8	sol. salts		
Tunnel 8	37	47.7	1.6	49.0	14.3	7.8	0.7	tr. y	B+little K	
R704		49.0	3.2	52.2	14.1	7.1	0.9			
SW581		46.0	2.0	48.0	14.2	11.0	0.5	0.2	alk.	K + B
IL01		46.6	2.3	48.9	14.0	9.6	0.9	tr. y		
FC 56/67		47.0	2.5	49.5	14.3	7.8	1.0	ca. 1		
Tunnel 47		43.4	3.1	46.5	13.7	12.0	1.6	tr. y	present	K+little B
Heap 3	33	42.4	3.5	45.9	13.6	10.4	1.2	0.4	"	"
FC3/17		43.4	2.8	46.2	14.5	11.0	1.2	0.1	"	"
SW553/54		40.2	2.9	43.1	14.2	11.6	0.8	0.5	"	"
2LO2	33	40.1	4.2	44.3	14.0	10.4	0.3	0.5		
Tunnel 50	33	42.7	2.5	45.2	14.2	10.2	1.0	not det.		
SW576		40.1	2.1	43.2	13.7	11.0	0.3	0.1		
IL06	34	42.1	2.6	44.7	13.4	10.6	0.5	0.3		
IL07	35+	40.2	2.9	43.1	14.2	10.2	0.8	0.5		
IL08	35/36	42.4	2.2	44.6	13.7	10.3	0.6	0.3		
SW557/58		44.2	2.2	46.4	13.8	8.4	0.5	tr. y		
IL04	32/33	44.1	2.4	46.5	13.4	10.6	1.0	0.2		
IL02	35/36	42.5	2.1	44.6	13.7	10.6	1.1	0.6		
IL03	33/34	42.8	2.4	45.2	13.4	11.0	0.6	0.4		
SW552		38.3	1.9	40.2	13.8	11.3	0.8	tr. y		
Tunnel 56	56	39.3	2.0	41.9	13.4	11.4	0.7	"	K	
"	55	40.3	3.3	43.6	13.2	12.2	0.8	0.7MgO		
SW546	32	40.3	2.6	42.9	13.2	ca. 12.8	1.1	0.5MgO		
SW578		38.2	2.0	40.2	9.2	9.2	2.0	tr. y	all tr.	

natpy = .y

B = Boehmite
K = Kaolinite
tr = traces

Table 2

To show how drying conditions affect a pisolitic flint clay

Al_2O_3 61% - השפעת תנאי יבוש על חומר פיסוליטי בעל 61% Al_2O_3 - טבלה 2

Four samples of a pisolitic clay with 61% alumina were dried on air to constant weight.

Sample No. דוגמא מס'	Additional Drying	יבוש נוסף	Additional Loss of Weight הפסד נוסף במשקל	Shrinkage החכויוצות
1	48 hrs at 110°	48 שעות/110 מע"צ	0.9 %	4.6 %
2	24 hrs at 135°	" 135/24 שעות	2.4 %	4.8 %
3	24 hrs under infrared lamp at a distance of 20 cm from bulb	24 שעות 20 סמ' מחמת למנורת חום אינפרה-אדום במרחק של 20 ס"מ	1.2 %	4.7 %
4	24 hrs as under 3 but at a distance of 15 cm from bulb	24 שעות 15 ס"מ מחמת למנורה כנ"ל במרחק של 15 ס"מ	1.2 %	4.8 %

X-Ray diagrams and P.C.E. tests have been made by Mr. Hammer and Mr. Kletenik

בדיקות רנטגן נעשו ע"י ה"ה המר וקלטניק.

Literature: 1) Wurzburger, Flint Clay, from the Wadi Ramon, reports 1957, 1958, Israel Mining Industries.

ספרות: דו"ח מבר וירצבורגר ממחצבי ישראל משנות 1957/58 על חרסית דמוית-צור מואדי רמון.

דו"ח על בדיקות חרסיות 53, S-5 ו"שוקולד"

דו"ח זה כולל את התוצאות אשר נתקבלו בסדרת בדיקות על חומרי גלם מהנגב. התוצאות ישמשו כשל תכונות חומרי גלם אלה, של השנויים אשר ימצאו בהם במשך השנים, וכך יסייעו בבדיקה חומרי כתחליפים לחומרים מקובלים.

מספר הבדיקות מוגבל כי הצידוד העומד לרשותנו עדיין אינו מושלם. במידה ויושלם, יבוצעו בדיקות שיטות הבדיקה הן הנהוגות במעבדתנו, ופרטים ינתנו לכל דורש.

NEGEV CLAYS: חרסיות מהנגב:

	53(1955)	53(1958)	S - 5	Chocolate	
ion	good 27.8 %	good 23.7 %	good 25.3 %	fair 19.6 %	פלסטיות במכונה לישה מי פלסטיות פלסטיות לפי ווסילב
	33.4 %	29.0 %	30.6 %	22.5 %	שעור המים לגבול הפלסטי
	22.0	17.6	21.4	14.7	" " " הנוזלי
	11.4	11.4	9.2	7.8	מספר אטרברג
					בדיקה נפוי רטוב
	0.5 %	0.2 %	29.9 %	41.8 %	שאריה על נפה אמריקאית
	0.3	0.7	8.7	8.0	100 תקנית
	0.6	2.3	3.2	3.9	עובר נפה 100 - שאריה על
	98.6	96.8	58.2	46.3	200 " " 200 " "
					270 " " 270 " "
	4.6 %	5.2 %	3.5 %	3.5 %	התכווצות של מוטות טרודים
	2.4	0.9	4.0	2.8	א. באורך: פלסטי ליבש (110 מע"צ)
	5.6	3.0	7.4	5.2	יבש עד 1000 מע"צ
	8.2	4.5	11.5	6.4	" 1100 " "
	9.4	5.2	11.3	7.1	" 1200 " "
					" 1250 " "
	3.8 %	3.7 %	4.4 %	3.7 %	ב. בקוטר: פלסטי ליבש (110, מע"צ)
	3.4	2.5	4.7	2.6	יבש עד 1000 מע"צ
	8.0	4.2	9.4	6.1	" " 1100 " "
	13.0	7.7	13.5	6.5	" " 1200 " "
	14.0	10.6	13.8	8.2	" " 1250 " "
					כושר ספיגת מים (נקבוביות)
ure	19.4 %	16.9 %	19.0 %	16.1 %	אחרי שריפה
	13.8	14.6	12.8	11.6	ב-1000 מע"צ
	5.4	11.1	3.0	10.5	" " 1100
	2.4	6.7	2.9	8.9	" " 1200
					1250

דו"ח על בדיקות חרסיתים 53, S-5 ו"שוקולד"

נתקבלו בסדרת בדיקות על חומרי גלם מהנגב. התוצאות ישמשו כבסיס לאוסף שנויים אשר ימצאו בהם במשך השנים, וכך יסייעו בבדיקת חומרים אשר יוצעו

עומד לרשותנו עדיין אינו מושלם. במידה ויושלם, יבוצעו בדיקות נוספות. תנו, ופרטים ינחנו לכל דורש.

NEGEV CLAYS:

מהנגב:

	53(1955)	53(1958)	S - 5	Choco
Plasticity as shown by extrusion	good	good	good	fai
Water of plasticity	27.8 %	23.7 %	25.3 %	19.6
Plasticity - Wassiliew Method				
Liquid limit	33.4 %	29.0 %	30.6 %	22.5
Plastic limit	22.0	17.6	21.4	14.7
Atterberg's Number	11.4	11.4	9.2	7.8
Sieve analysis - Wet method				
U.S. Std. sieves				
+ 100 mesh	0.5 %	0.2 %	29.9 %	41.1
-100 + 200 mesh	0.3	0.7	8.7	8.0
-200 + 270 mesh	0.6	2.3	3.2	3.0
- 270	98.6	96.8	58.2	46.1
Shrinkage of extruded bars				
a) Shrinkage in length				
Plastic to dry (110°C)	4.6 %	5.2 %	3.5 %	3.0
Dry to 1000°C	2.4	0.9	4.0	2.0
" " 1100°C	5.6	3.0	7.4	5.0
" " 1200°C	8.2	4.5	11.5	6.0
" " 1250°C	9.4	5.2	11.3	7.0
b) Shrinkage in diameter				
Plastic to dry (110°C)	3.8 %	3.7 %	4.4 %	3.0
Dry to 1000°C	3.4	2.5	4.7	2.0
Dry to 1100°C	8.0	4.2	9.4	6.0
" " 1200°C	13.0	7.7	13.5	6.0
" " 1250°C	14.0	10.6	13.8	8.0
Water absorption (Porosity)				
after firing at temperature				
1000°C	19.4 %	16.9 %	19.0 %	16.0
1100°C	13.8	14.6	12.8	11.0
1200°C	5.4	11.1	3.0	10.0
1250°C	2.4	6.7	2.9	8.0

S - 5	Chocolate
23.9 %	25.6 %
32.6	72.0
61.2	195.0
153.0	212.0
125.0	226.0
51.9 %	51.1 %
31.8	30.4
0.5	5.2
1.1	1.4
traces	traces
"	"
0.3	0.5
1.3	1.2
0.3	traces
12.9	10.3
100.1 %	100.1 %
0.6	0.2

חוזק בכפיפה (קג/סמ"ד)
 יבש (110 מע"צ)
 1000 מע"צ
 " 1100
 " 1200
 " 1250

אנליזה כימית

הפסד בליבון
 , ס"ה
 כלורידים מסיסים
 צבע

Off white	Pale brick red	1000 מע"צ
Off white	Intermediate brick red	" 1100
Gray-cane	Deep brick red	" 1200
Gray-cane	Reddish brown red	" 1250

עקומה דיסטומטר

Fig. 1	Fig. 1	בלחי שרוף
Fig. 4-6	Fig. 5-6	שרוף עד 1000 מע"צ
Fig. 4-7	Fig. 5-7	" 1200 " "

O.C. 33	O.C. 13 - 14
1745°C	1350 - 1390°C

PCE

מבנה (מחוך בדיקה רנטגן)
 מבנה ראשי

Mainly	Mainly
Kaolinitic	Kaolinitic
Free quartz	Free quartz

מבנה משני

Mainly	Mainly
Kaolinitic	Kaolinitic
Not det.	Not det.
Fig. 9	Fig. 9

(D.T.A.) נחוח חום דיפרנציילי

מבנה ראשי

מבנה משנה

נזילות

תכונות יציקה

	53(1955)	53(1958)
Modulus of rupture (Kg/cm ²)		
Green (110°C)	29.0 %	35.9 %
1000°C	160.0	152.0
1100°C	226.0	224.0
1200°C	239.0	228.0
1250°C	352.0	377.0
Chemical analysis-		
SiO ₂	55.9 %	64.5 %
Al ₂ O ₃	30.7	21.0
Fe ₂ O ₃	0.9	0.5
TiO ₂	1.1	3.2
MgO	Not Det.	0.4
CaO	" "	traces
K ₂ O	" "	0.9
Na ₂ O	" "	1.0
SO ₄	" "	traces
Loss on Ign (1050°C)	11.3	8.7
T o t a l	99.9 %	100.2 %
Soluble Cl	Not Det.	0.2
Color(1)		
1000°C	Off white	Off white
1100°C	Off white	Ivory
1200°C	Cane	Pale cane
1250°C	Gray-cane	Pale cane
Expansion curves		
Raw	Fig. 1	Fig. 1
Fired up to 1000°C	Fig. 2-6	Fig. 3-6
" " " 1200°C	Fig. 2-7	Fig. 3-7
Pyrometric Cone Equivalent (P.C.E.) - A.S.T.M.	O.C. 32 $\frac{1}{2}$ - 33 1725-1745°C	O.C. 13 - 14 1350-1390°C
X-Ray		
Structure	Mainly Kaolinitic	Mainly Kaolinitic
Minor components	F.quartz Illite	F.quartz Illite
Differential Thermal Analysis(D.T.A)		
Structure	Mainly Kaolinitic	Mainly Kaolinitic
Minor components	Not det.	Not det.
Fluidity	Fig.9	Fig. 9
Casting properties		To be completed -

1) This visual interpretation is to be replaced by spectral curves.

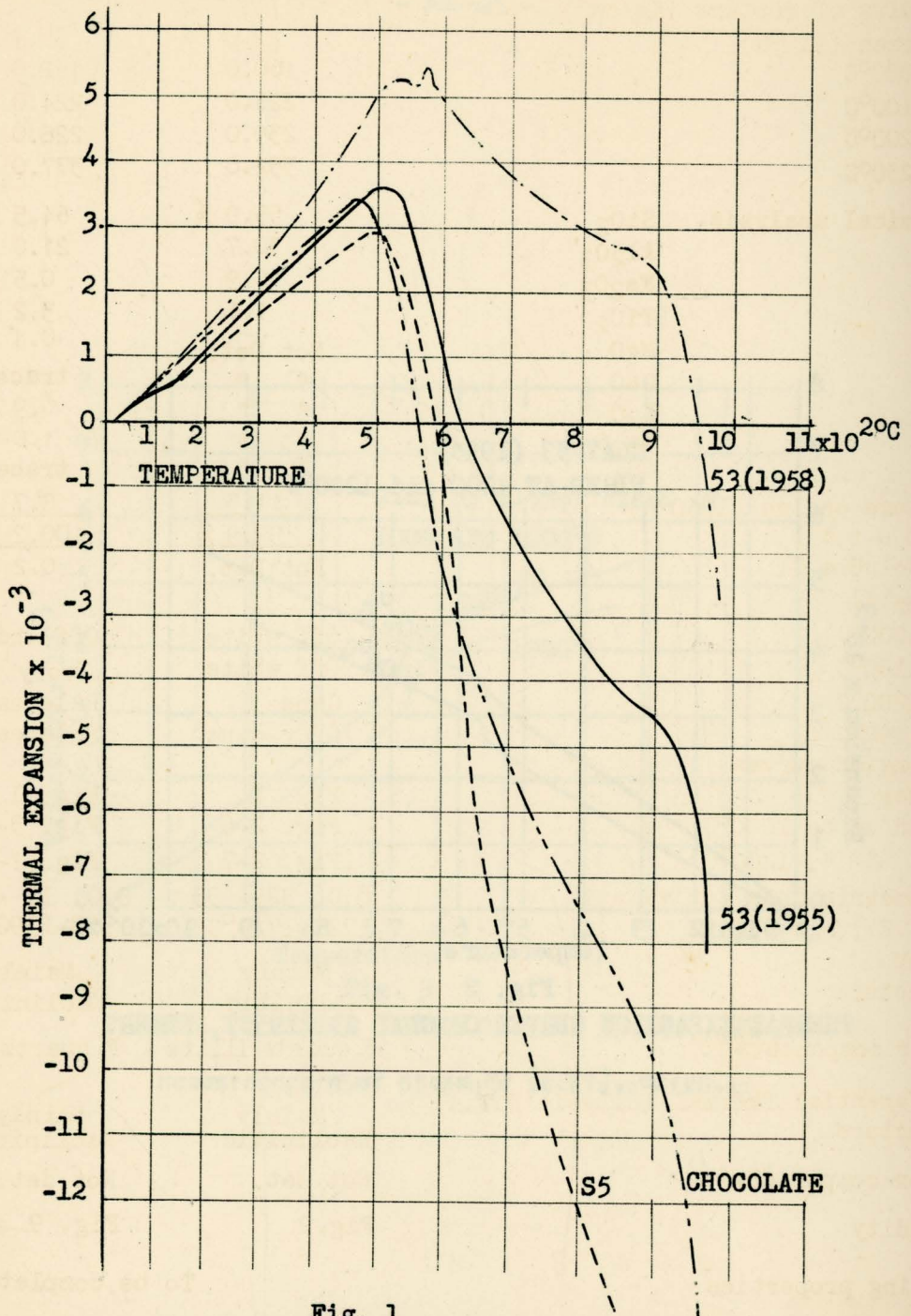


Fig. 1

THERMAL EXPANSION CURVES OF RAW CLAY
53(1955) - 53(1958) - S5 - "Chocolate"

התפשטות הרמית של החרסיות:
53(1955) - 53(1958) - S5 - ושוקולדה בלחי שרופות.

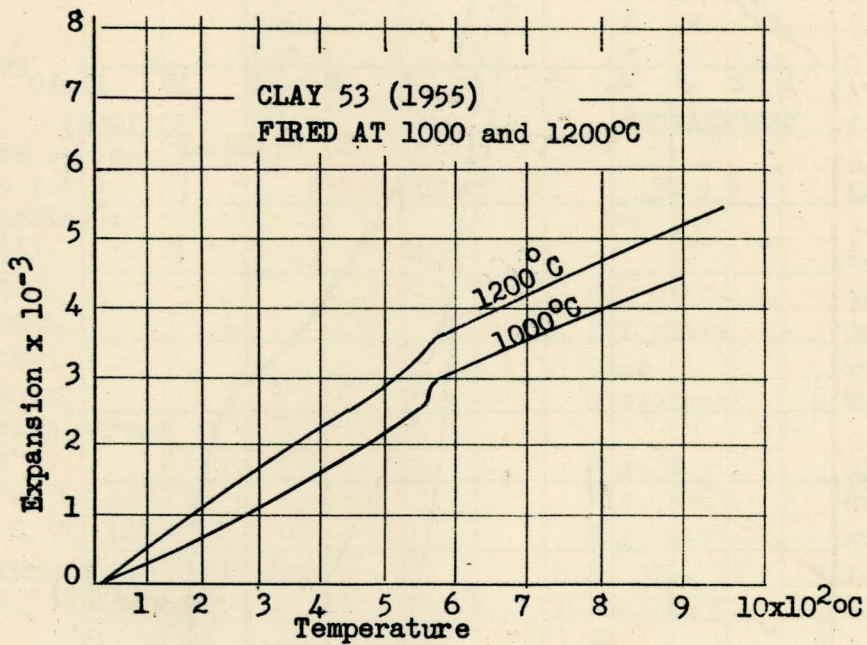


Fig. 2

THERMAL EXPANSION CURVES OF CLAY 53 (1955), FIRED.

התפשטות תרמית של חרסית 53 (1955), שרופה.

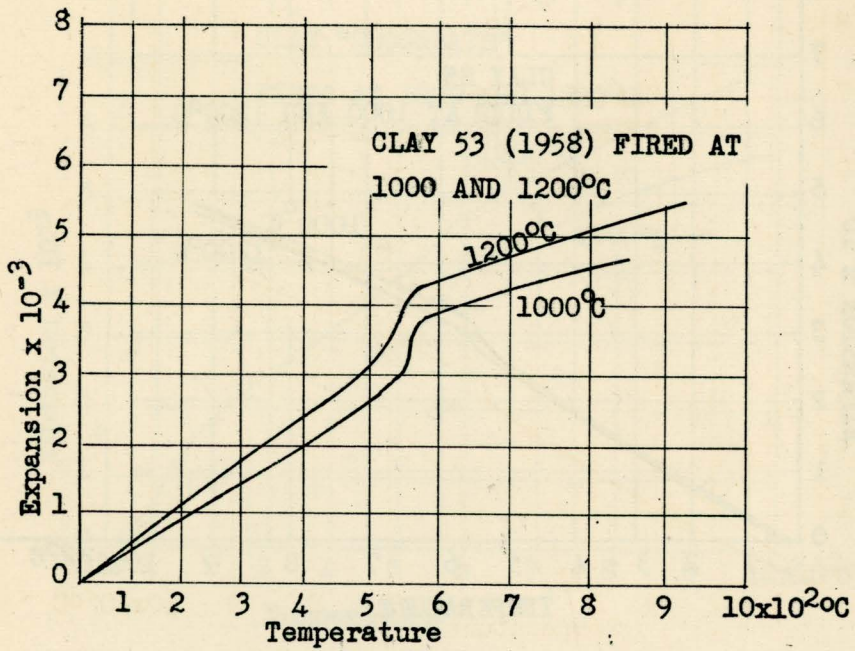


Fig. 3

THERMAL EXPANSION CURVES OF CLAY 53(1958), FIRED.

התפשטות תרמית של חרסית 53 (1958), שרופה.

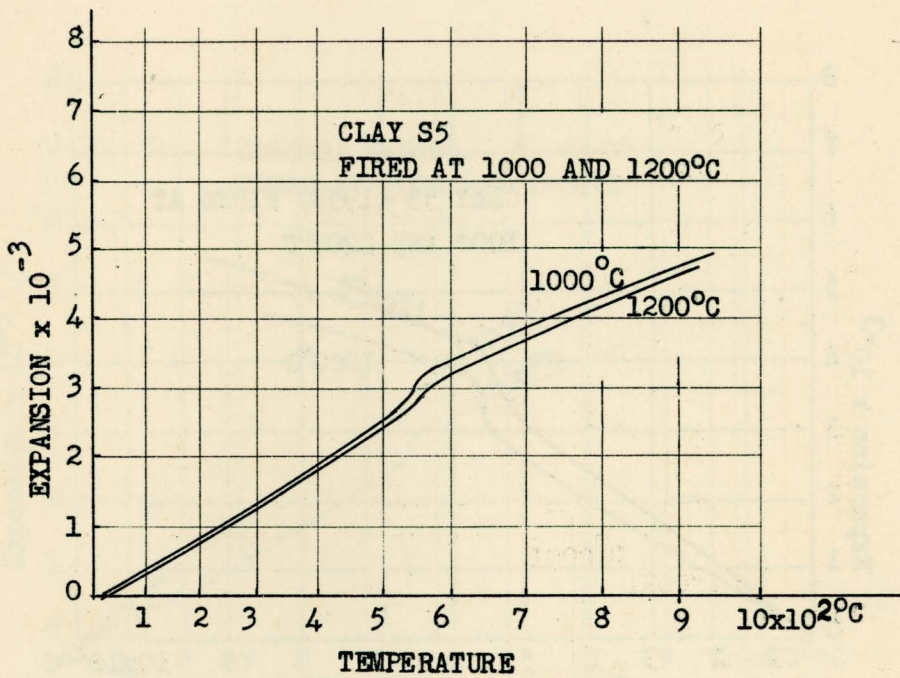


Fig. 4

THERMAL EXPANSION CURVES OF CLAY S5, FIRED

התפשטות חרמית של חרסית S5 שרופה

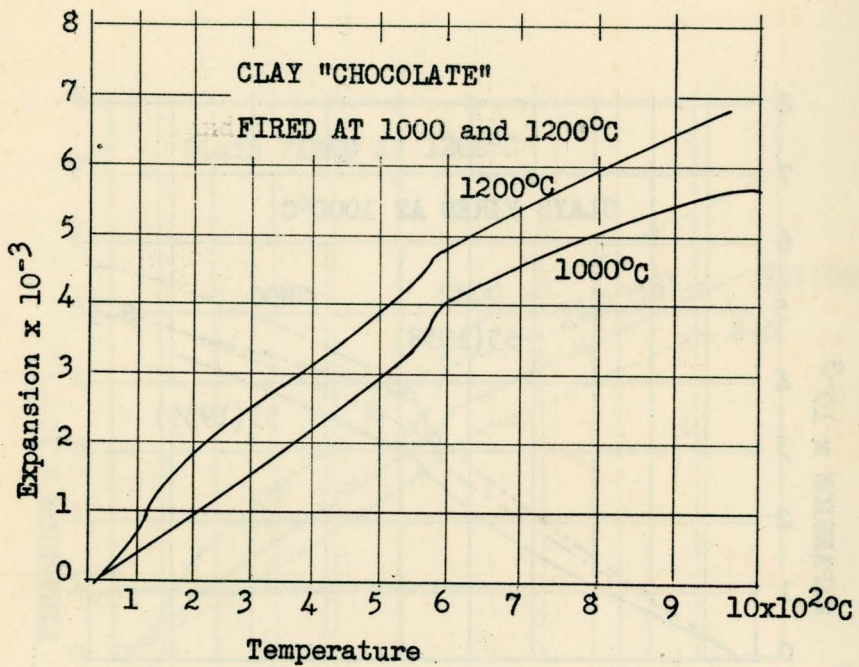


Fig. 5. THERMAL EXPANSION CURVES OF
CLAY "CHOCOLATE", FIRED.

החפשות חרמית של חרסית "שוקולדה" שרופה.

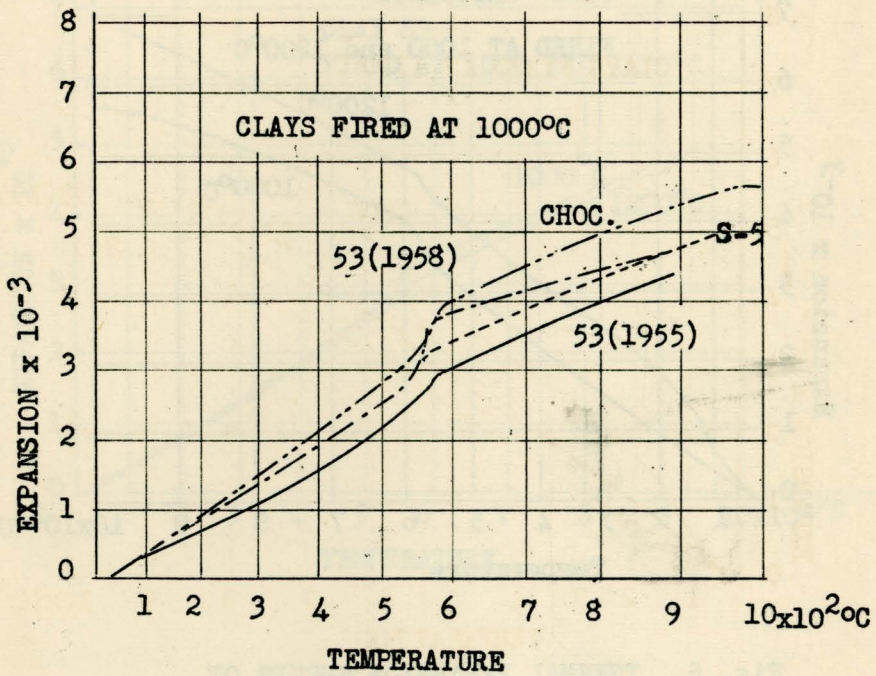


Fig. 6

THERMAL EXPANSION CURVES OF CLAYS FIRED AT 1000°C

התפשטות תרמית של חרסיות שרופות ב-1000 °C

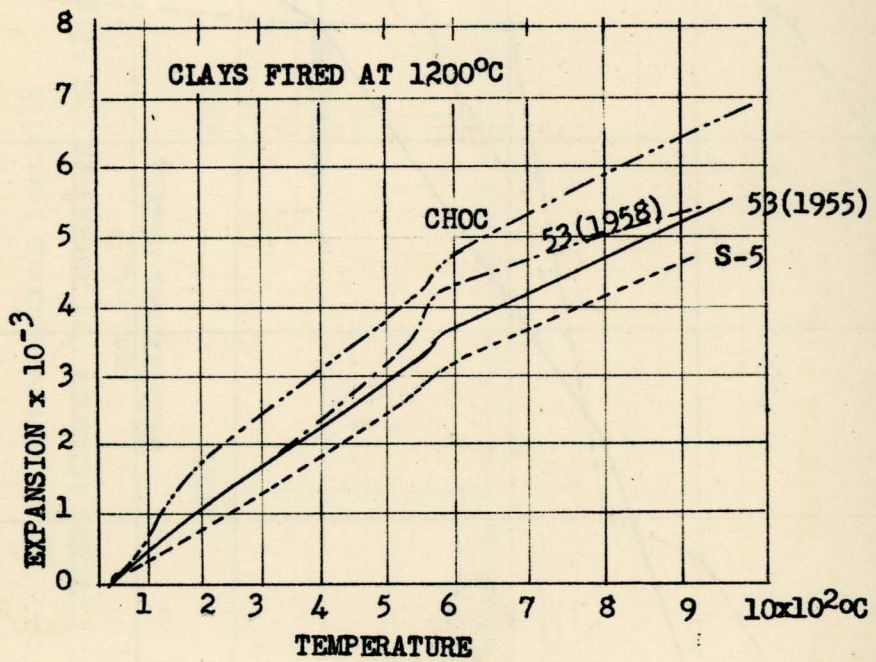


Fig. 7

THERMAL EXPANSION CURVES OF CLAYS FIRED AT 1200°C

התפשטות תרמית של חרסיות שרופות ב-1200 °C

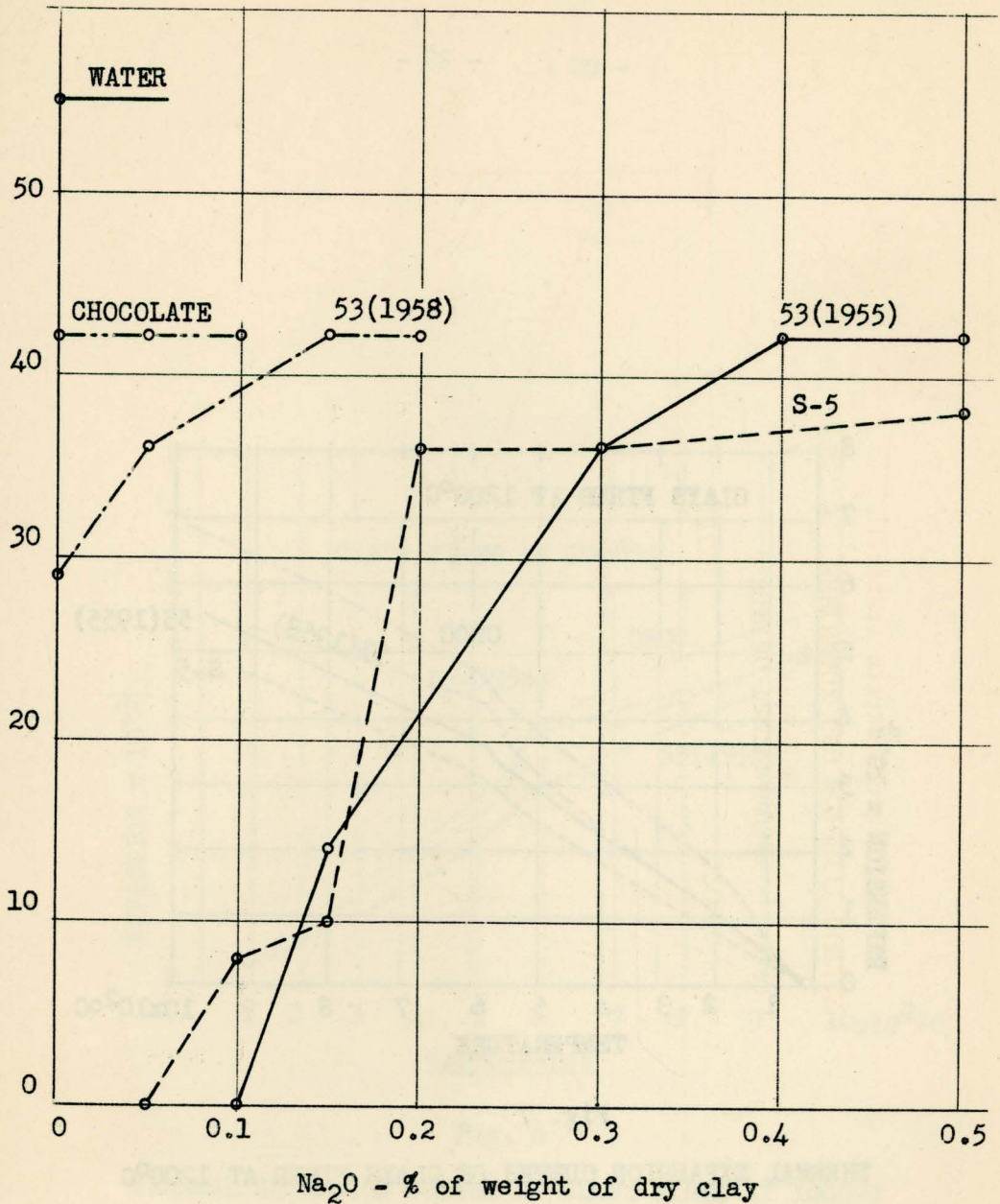


Fig. 9. FLUIDITY OF SLIPS כושר נוזילות

Specific Gravity: 1.4 g/l משקל סגולי

Apparatus: Funnel-like Container with 6.6 mm ϕ outlet מכשיר בצורה משפך עם קוטר הפיה 6,6 מ"מ

Na₂O added as mixture of 1 Mol Na₂CO₃ + 1 mol Na₂SiO₃ הוסף בצורה תערובת של 1 Mol Na₂CO₃ + 1 mol Na₂SiO₃

התכווצות באורך (ממצב הייב)

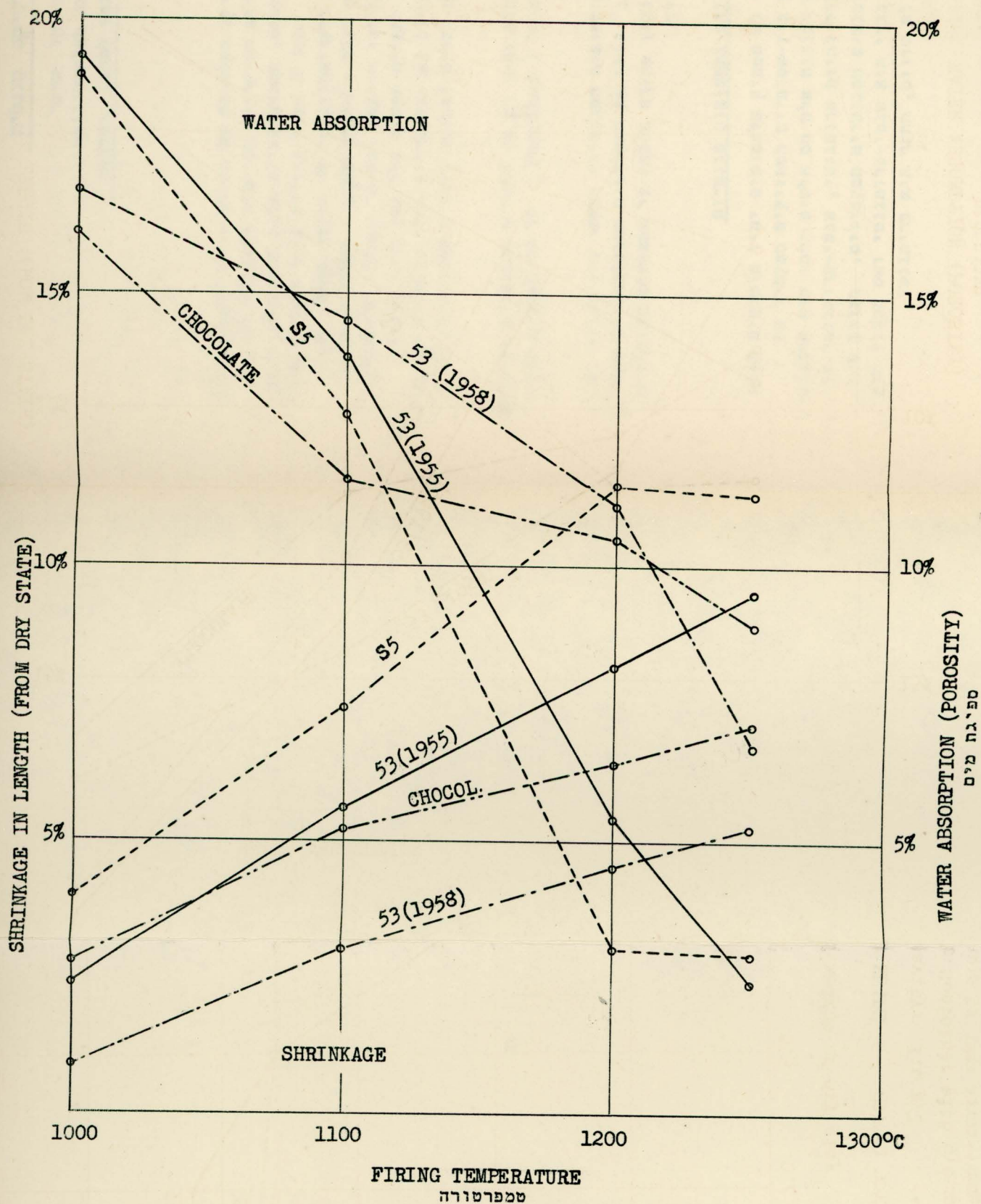


Fig. 8. SHRINKAGE AND POROSITY CURVES

עקומות התכווצות ונקבוביות

קרמיקה מגנטית

מיכאל שיבר

המחלקה לאלקטרוניקה

מכון ויצמן למדע, רחובות

א. הקדמה

ענף חדש צורף לאחרונה לקרמיקה הקלאסית של האלומינז-סיליקטים והוא הקרמיקה לאלקטרוניקה. החמרים העיקריים השייכים לענף זה הם: פרואלקטריים מסוג הבריום טיטנט, הפרומגנטיים מסוג הפריטים, מולי-כים למחצה ומבדידים שונים. החמרים האלה נבדלים מיתר החמרים הקרמיים בחשיבות הנקיון הכימי והקריסטלוגרפי של המוצר הגמור, בשימוש בחמרי גלם סינטטיים ובהכנסת שורה של תחמוצות מתכתיות שחרגו קודם לכן מענף הקרמיקה. תהליכי הייצור ובעיקר התהוות הריאקציה הכימית בפזה מוצקת משותפים לחמרים חדשים אלה כמו ביתר החמרים הקרמיים. מעניין לציין שהחמרים הפרואלקטריים והפרומגנטיים הקרמיים התפתחו רק בתום מלחמת העולם השנייה ונכנסו לייצור העשייתי רק לפני 12 שנה.

במסגרת המצומצמת של המאמר הזה נתאר רק את החמרים המגנטיים הקרמיים המוכרים על פי רב בשם "פריטים" (Ferrites) על שם המרכיב העיקרי שלהם שהוא תחמוצת הברזל.

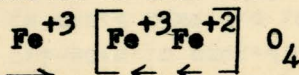
פרק ב' דן במקור המגנט שבתחמוצות המגנטיות ובקשר בין מגנט זה למבנה הקריסטלוגרפי. פרק ג' מנתח את התהליכים הטכנולוגיים מבחינת הריאקציה הכימית, ופרק ד' נותן סקירה מסכמת על השימושים העיקריים של החמרים האלה בשטחים שונים.

ב. המגנט בתחמוצות מגנטיות

על מנת שחמר יהיה פרומגנטי לא מספיק שלאטומים יהיו מומנטים מגנטיים, אלא דרושים גם כוחות בין-אטומיים המחזיקים במקביל את המומנטים האלה (1). במקרה וכוחות אלה הם חלשים החמר הוא פרומגנטי. כשהכוחות הם חזקים החמר יכול להיות פרומגנטי, אנטי-פרומגנטי או פרימגנטי לפי הכוון של המומנטים המגנטיים המקבילים. בכוון שזה החמר הוא פרומגנטי, בכוון נגדי הוא אנטי-פרומגנטי ואם הכוון הוא נגדי בין מומנטים מגנטיים לא שווים, החמר הוא פרימגנטי.

האטומים שבהם הקליפות מלאות במספר האלקטרונים, מבטלים המומנטים המגנטיים הנוצרים אלה את אלה, בעוד שבקבוצות אחרות של אטומים בהם אחת הקליפות הפנימיות אינה מלאה במספר האלקטרונים, מתקבל מומנט מגנטי שקול. האטומים שבקבוצות אלו נקראות "יסודות מעבר" (Transition Elements) והחשובים ביניהם הם האטומים של מנגן, ברזל, ניקל וקובלט. באטומים אלה הקליפה $3d$ אינה מלאה והם מכילים 5, 6, 7, 8 אלקטרונים במקום ה-10 כמקובל באטומים שאינם שייכים ליסודות המעבר. כתוצאה מכך ביונים הדו-ערכיים שלהם מתקבל מומנט מגנטי בעצמה של 5, 4, 3, 2, בור מגנטונים הנובעים מהכוון של המומנט המגנטי בשעור של $+5-0$, $+5-1$, $+5-2$, $+5-3$ של האלקטרונים שבקליפה $3d$.

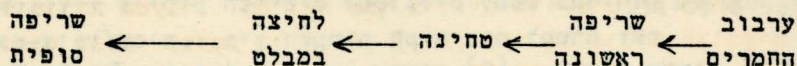
יש לציין שעצם מציאות יונים בעלי מומנט מגנטי אינו מספיק לקבלת חמר פרומגנטי. כך למשל תחמוצת של ברזל היא אנטי-פרומגנטית מכיון שהמומנטים המגנטיים של היונים של ברזל מנוגדים זה לזה ומתבטלים. כלפי חוץ מופיע קריסטל זה כלא מגנטי בכלל. הסברת התופעות האלו של האנטי-פרומגנטיזם ושל המגנט של הפריטים בעלי מבנה גבישי ספינלי נתן פרופ' נאאל (2). ליון Fe^{+3} יש מומנט מגנטי של 5 בור מגנטונים ואילו ליון Fe^{+2} , כפי שראינו קודם, הוא של 4 בור מגנטונים. פריט ספינלי המכיל גם יון Fe^{+2} וגם שני יונים Fe^{+3} היה צריך להיות מומנט מגנטי של $2 \times 5 + 4 = 14$ בור מגנטונים. למעשה מצאו בתרכובת $Fe^{+2}Fe_2^{+3}O_4$ רק 4 בור מגנטונים. לפי הסברו של נאאל נעוצה הסיבה בכך שבמבנה הקריסטלוגרפי של הספינלים קיימים שני תת סריגים, האחד בו היון המתכתי מוקף 4 חמצנים והנקרא "הטטהדרלי" ואילו בשני מוקף היון ב-6 חמצנים הנקרא "אוקטהדרלי". שנים מתוך שלושת היונים של ברזל נמצאים בצד האוקטהדרלי ואילו השלישי הנותר נמצא בצד הטטהדרלי. המומנטים המגנטיים של שני תת הסריגים האלה הם מנוגדים. אפשר לכתב את הנוסחה הקודמת גם בצורת



היונים בתוך הסוגריים הם בצד האוקטהדרלי ואילו החצים מסמנים את הכוון של המומנט המגנטי. החשבון שיתקבל הפעם יהיה $-5 = |5+4|$ 4 בור מגנטונים, המתאים לתוצאות הנסיוניות.

ג. התהליך הטכנולוגי

אפן יצורם של התחמוצות המגנטיות דומה ליצור של גופי לחיצה קרמיים אחרים. על מנת להבטיח מקסימום של סינתזה בריאקציה הכימית במצב מוצק, דרוש ברב המקרים לשרוף את החמר לכל הפחות פעמיים ובין שלבי השריפה לטחון ולערבב מחדש. רק לפני השריפה הסופית יש ללחוץ את האבקה במבלט המתאים. באפן סכימטי אפשר לתאר את התהליך הטכנולוגי:



מכל הגורמים המשפיעים בייצור החשוב הוא השריפה. זהירות נוספת בתנאי השריפה נעוצה בסיבה שהמרכיבים העקריים הם תחמוצות יסודות המעבר, היכולים להתקיים בערכיות כימיות שונות. חשוב להחזיק את היונים המרכיבים בערכיות הדרושה, אחרת הם עלולים לא להכנס בסריג הגבישי ולפעמים ליצור גביש שני לא מגנטי בתור פזה שניה. בייצור של $MnFe_2O_4$ יוצאים מ- $MnO + Fe_2O_3$. במקרה והאטמוספירה בתנור מחמצנת, מתקבל פרט ל- $MnFe_2O_4$ הרצוי גם את התרכובות הבלתי רצויות והבלתי מגנטיות של $Mn_3O_4 + Fe_2O_3$ (3). אם האטמוספירה בתנור היא רדוקטיבית לא נוצר בכלל $MnFe_2O_4$.

פרט לבעיית האטמוספירה הנכונה חשובות גם שאלות הטמפרטורה והזמן הדרושים להסיק סינתריזציה מלאה. אולם, טמפרטורה גבוהה מביאה להתפרקות חלקית של תחמוצות יסודות המעבר. Fe_2O_3 מתחיל להתפרק בטמפרטורות הגבוהות יותר ושוב עלולה להוצר פזה נוספת לא מגנטית כמרכיב לוואי לא רצוי. בפריטים הקשים מסוג ה- $BaFe_{12}O_{19}$, הגדלת זמן השריפה לשם השגת משקל סגולי גבוה יותר מביא לידי גדול קריסטליטים מעל למותר, דבר המחליש בהרבה את התכונות של מגנטים קבועים.

ד. שמושים תעשייתיים של פריטים

מבחינה שמושית אפשר לסווג את התחמוצות המגנטיות לארבע קבוצות עקריות (4): (א) פריטים רכים; (ב) פריטים קשים; (ג) פריטים בעלי עקומות היסטריזיס מרובעות (ד) פריטים עבור גלי מיקרו. לקבוצה הראשונה שייכים הפריטים הספילניים של ניקל, אבץ ומנגן. פריטים אלה מצטיינים בפרמיאביליות גבוהה ובהפסדים קטנים בתדירויות רדיו. עקב התנגדותם החשמלית הגבוהה הם משמשים בעיקר בחור גרעינים בטרנספורמטורים וסלילים לתדירות גבוהה.

לקבוצה השנייה שייכים המגנטים הקבועים מטפוס הפריט של בריום בעלי מבנה גבישי מגנטופלומביטי. עיקר השמוש בפריטים אלה הוא לרמקולים ולשמושים ביתיים כגון דלתות למקררים חשמליים, צעצועים מגנטיים וכו'.

לקבוצה השלישית שייכים הפריטים הספינליים שלא סטוקיומטריים של מנגן ומגנזיום. השמוש העיקרי של פריטים אלה הוא במערכת זכרון של מוח אלקטרוני.

לקבוצה הרביעית שייכים הפריטים המסוגלים לשמש בהדירות של כמה אלפים מגה-ציקל/שניה. בין החמרים המתאימים למטרה זאת $Ba_2Co_2Fe_{12}O_{22}$ הדומים לפריטים הקשים (5). חמרים אחרים שפותחו לאחרונה הם הפריטים של האדמות הנדירות ובעיקר החמר $Y_3Fe_5O_{12}$ בעל מבנה של גרנטים (5,6) שהוכיח את עצמו בשמוש בגלי מיקרו.

הבעת תודה

מחבר מאמר זה מודה בדרך זאת לפרופ' א. ה. פריי ולד"ר ש. שטריקמן עבור ההערות הבקורתיות להכנת המאמר הזה.

References

- (1) Bozorth, R.M., Recent Advances in Science, New York University Press, N.Y. 1956 p. 253.
- (2) Neel, L., Annales de Physique 3, 137 (1948).
- (3) Gorter, E.W., Proceedings of the IRE, 43, 1945 (1955).
- (4) Albers-Schoenberg, E., J. of the Amer. Cer. Soc. 41, 484 (1958).
- (5) Jonker, G.H., Wijn, A.P. and Braun, P.B., Philips Tech, Rev. 18, 145 (1956/57).
- (6) Bertaut F. and Farrat F., Comp. Rend. de l'Ac. France (Paris) 242, 383 (1956).
- (7) Geller S. and Gilleo, M., Acta Cryst. 10, 239 (1957).

כל פעולות האגוד מומנו עד כה בחלקן ע"י דמי חבר של התעשיה הקרמית ועבודות מיוחדות שאנו מבצעים עבורה או עבור מפעלים וחברות צבוריות שאינם מאוגדים אצלנו, ע"י תשלום עבור בדיקות הנעשות עבור חברת חרסית וחול זך, ומהקצבות משרד המסחר והתעשיה, הקרן המשותפת ישראל-אמריקה, המועצה המדעית ומחצבי ישראל.

לפי כל הסמנים נוכל להגדיל את הכנסות האגוד ע"י רבוי המחקרים הכלליים והספציפיים ולהעמידו על בסיס כספי איתן בכדי שאפשר יהיה לשרת ביעילות את התעשיה הקרמית בכל הנוגע לתפקידים המוטלים עלינו.

כללי.

בדוח"ים על המחקרים הנמסרים בילקוט זה יש לראות רק חלק זעיר מכל הנסויים שמבצעים במעבדות של האגוד. ברור שהמגמה של הנסויים היא לא רק לעזור לתעשיה הקרמית בבעיות היומיומיות שלה, אלא גם להעמיד אותה על כל החדושים בשטחי המחקר והטכנולוגיה הקרמית.

אלה מאנשי הקרמיקה שהיתה להם הזדמנות לסייר בשנים האחרונות במוסדות מחקר ומפעלים קרמיים באירופה ובארצות הברית, נוכחו לדעת את הערך החיוני של פעולה משותפת בין התעשיה ומוסדות מחקר קרמיים והיו גם עדים למהפכה המתחוללת (בעיקר במערב ארה"ב), במדע ובתהליכי יצור קרמיים. התעשיה הקרמית בארץ לא תוכל לעמוד מנגד (מכל הבחינות) ולהתעלם לתמיד מהחדושים האלה. (הנמוק שלדברים האלה יש קשר להקף המפעל, אינה מתאימה בכל מקרה ומקרה). על האגוד לכן מוטל התפקיד להרחיב את פעולתו גם בשטח זה. כל הסימנים מעידים שחדרה הכרה לכל הגורמים שיש לראות באגוד למחקר קרמי המקום המרכזי בארץ לחקר כל הבעיות המדעיות והטכנולוגיות של התעשיה הקרמית.

להודות לפרופ' וינוגרדוב מפולניה, מומחה מטעם או"ם, אשר הורה לנו את השיטות החדשות בכוון המחקרים ודרכי השמוש בחומר הזה בתהליכי ייצור.

חנוך מקצועי.

זו אחת הבעיות שאנו מטפלים בהן במשך כל השנים, תוך ההכרה שיחד עם התפתחות התעשייה הקרמית נוצר מחסור בבעלי מקצוע בשטח זה. עלינו לספל בפתרון בעיה זו בכל הרצינות.

אם כי ארגנו קורסים מיוחדים למנהלי מחלקות ולפועלים מקצועיים, וערכנו בקביעות הרצאות של מומחים שונים על בעיות אקטואליות, הרי יש עוד לחרוש די עמוק בכדי להקנות ידיעות נוספות הן לעובדי ענף הקרמיקה והן בחינוך דור צעיר של מהנדסים קרמיים וטכנאים. לכן אנו עומדים בקשר הדוק עם משרד המסחר והתעשייה, משרד העבודה וגורמים אחרים בחפוש דרכים חדשות לפתרון הבעיה. אנו מעבדים עבורם תכניות למודים בהתאם לכושר הקליטה של התעשייה הקרמית.

פרסומים וספרות מקצועית.

אנו מפרסמים מדי פעם בפעם דוח"ים מיוחדים לכל חברי האגוד ולכל המעוניינים בקידום המחקר ופיתוח התעשייה, בהם אנו מוסרים את תוצאות המחקרים, בעיות ארגוניות, לקט של פרסומים מספרות מקצועית וכו'.

בשמונה הילקוטים שהובאו עד כה, פרסמנו מאמרים ודוח"ים על בעיות מחקר וכוונות שונים של היצור בתעשייה הקרמית על כל ענפיה. לרשות סגל העובדים, לאנשי התעשייה הקרמית ולכל המעוניינים נמצאים בספריחנו 15 כתבי עת שונים בארבע שפות לועזיות מחמש ארצות, כ"כ ספרים מקצועיים. בקרוב אנו עומדים להרחיב את הספריה ולהוציא קטלוג של כל הספרות המקצועית הנמצאת בידינו.

בעיות ארגוניות.

הועד המנהל אשר נבחר באסיפה הכללית השנתית מינה ועדת כספים שהמליצה לפני ועד המנהל על גובה דמי החבר של המפעלים. קיימת ועדת מחקר מצומצמת אשר מתפקידה לייצץ לועד המנהל על תכניות המחקרים, וכ"כ ועדת מחקר מורחבת המחליפה דעות על דרכי פעולות המחקר שנעשה במעבדות. אנו עומדים בקשר תמידי עם כמה מחלקות של הסכניון אשר עבורן מבצעים נסויים שונים וזה בהתאם להסכם שיש בינינו ובין הסכניון.

In the field of training and information, lectures have been given to foremen and others on current problems, and we have published a number of reports. Our library now receives 15 technical journals in 5 languages and we are preparing a complete catalogue.

The future financial position of the Association appears satisfactory provided we execute additional work of general and specific interest in the near future.

MAGNETIC CERAMICS

Michael Schieber
Department of Electronics

Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel

In the first part of the paper, a short account of Neel's theory of ferrimagnetism in spinels is given. The methods of preparation are then described. Finally the various industrial applications of ferrites are reviewed.

SURVEY OF THE ACTIVITIES OF THE CERAMICS RESEARCH ASSOCIATION

A. Vishinski
Director

The activities of the Ceramics Research Association, following its removal to the Technion City, must be modified without loss of its independence to include cooperation with the Technion in the training of specialist workers and in the execution of joint research problems. The new building, which was erected through a grant by the U.S.-Israel Joint Fund, houses laboratories which facilitate these projects.

The Association, in addition to maintaining its function in the ceramic industry proper, also plans to execute projects for allied industries such as glass, vitreous enamel, and cement. The recently-erected load-test furnace will also allow us to test firebricks etc. for the benefit of both manufacturers and users.

Research for the development and utilisation of local raw materials is proceeding, and our flint clay is beginning to gain acceptance, particularly after the efforts of Prof. Winogradov on whose experience and knowledge we have drawn.

When the flint clays contain a higher content of fluxes, a somewhat higher shrinkage may also correspond to a high alumina-content and high P.C.E. value (see sample "Tunnel No.15" in Table 1).

When the shrinkage is lower due to the presence of free silica, loss on ignition is smaller (see sample SW 557/58). When, on the other hand, the alumina-content was smaller, and loss on ignition higher than expected, the clay was found to contain CaCO_3 (see sample No.FC 56/57).

The influence of some fluxes, especially that of Fe and Ti, on the P.C.E. value of the flint clays will be the subject of additional research carried out at the Association. Further research will also have to explain why some samples low in alumina showed a very high P.C.E. value. The presence of illite in some flint clays seems to be indicated in D.T.A. graphs, but has to be verified by X-ray diagrams.

Conclusion.

From the relationship between firing shrinkage at 1200°C , loss on ignition (and P.C.E. value), the alumina-content of flint clays can be roughly estimated. Further research is needed in order to compile statistics under reproduceable conditions with an accuracy which would allow industry to use this method for a quick grading of flint clays.

PROPERTIES OF NEGEV CLAYS 53, S-5 AND "CHOCOLATE"

A number of properties of these clays have been determined. This report forms the first part of a series which will be of use in surveying the value of local raw materials and in following changes of their properties over the course of time.

The execution of this work was decided upon by the Research Committee of the C.R.A., and details of the methods used are obtainable on request.

The tables appear on page 21 .

Comparison of Negev flint clay with that quarried in Missouri and in Varre (France) shows that it has a higher alumina and lower alkali content (see table on page 11). This would result in higher refractoriness of bodies manufactured from local flint clay, but its use requires the development of special techniques.

Information obtained from an Italian plant which has used Negev flint clay indicates that it is passed through a hammer mill and separated into two fractions, one of up to 0.5 mm. and the other of between 0.5 and 2 mm., and equal quantities of these are used. The mix is wetted by means of a plastic clay suspension, so that the final mass contains 10 to 15% of clay, and it is dried to 14-16% water; after which it can be shaped. Following complete drying, it is fired at 1380°C.

Flint clay can also be pressed and current practice for sillimanite refractories applied to it. Special techniques have made it possible to obtain a product with very great resistance to thermal shock.

Great promise is seen for the future use of this material.

IDENTIFICATION OF FLINT CLAY GRADES

SOME QUICK MEANS OF IDENTIFYING DIFFERENT TYPES OF FLINT CLAY SAMPLES

Dr.-Ing. Elisabeth Landsberg

Examination of the analyses of some 200 flint clay samples indicate a definite relationship between loss on ignition and firing shrinkage on the one side, and alumina-content and P.C.E. value on the other side (see Table 1, pages 18&19)

Flintclays showing a firing shrinkage of a maximum of 6-8% and a high loss on ignition of about 14% and above, have an alumina-content of 50-60% and a P.C.E. value of at least cone 37. The high alumina-content is due to the presence of Boehmite and Diaspore in the clays.

	Performed	Under Way	On order
5. Microscopic studies	-	3	3
6. Matching of enamel for cast iron	-	1	1
7. Effect of slag on the refractories in rotary cement kilns	-	6	-

The equipment of the Laboratory is being completed. Among the instruments recently obtained are a flame photometer, electric and fuel-fired furnaces up to 1450°C, polarizing microscope and a hot-load test furnace and other appliances. Orders have also been placed for a viscometer, a recording contractometer and others.

NEGEV FLINT CLAY

Prof. Leon Winogradow

Director of the Institute for Ceramics and Glass,
Warsaw. U.N. Technical Assistance Expert on
Negev Ceramic Materials.

Flint clay, which is useful for the manufacture of high quality ceramic material, is found in the Negev in very substantial quantities and could become a valuable material for use in industry provided care was taken to grade the flint clay carefully.

Negev flint clay, which contains variable quantities of boehmite and titanium dioxide in the form of anatase, with an average of less than 1% ferric oxide, lacks all plasticity and does not swell in water. However, when ground to a particle size of less than 60 μ , it acquires certain plastic features.

	Per- formed	Under way	On order
results which correlate with indus- trial experience			
c. Glaze flow			
d. Glaze firing on ceramic masses			
Fuchsine penetration tests	1	-	-
Modulus of rupture	26	3	2
Determination of porosity	9	6	6
Pyrometric cone equivalent (PCE)	21	-	10
Shrinkage	63	1	6
Sieve analysis	16	-	1
Thermal expansion	74	4	4
D.T.A.	23	-	4
X-ray analysis	6	-	4
3. <u>Research projects</u>			
a. Research on raw materials (See page 6 of this issue)	5	4	4
b. Research on flint clay (see page 5 of this issue)			
4. <u>Consultation</u>			
Based on laboratory test results, ceramic masses have been modified in a number of plants, and products improved as a result.	5	-	3

immediately engaged, and after a period of training, is now qualified to undertake testing and short-term research in cooperation with the industry. Consulting is still the responsibility of the writer.

The writer wishes to acknowledge the cooperation and assistance received from the following: Prof. Winogradow, Dr. K. Cohn, Members of the Board of the Association, and the staffs of Israel Negev Materials Ltd. and of the Mining Division of the Israel Institute of Technology - "Technion".

The following indicate the scope of the work done and in progress at the Laboratory:

1. Analyses

Chemical analyses have been carried out on a host of raw materials, both local and imported, on finished products and glazes. These supply the basic information for designing of body composition and for the tracing of manufacturing difficulties. New and faster methods have been adopted, and an additional analyst has been trained for routine work.

2. <u>Ceramic technological tests.</u>	Per- formed	Under way	On order
Autoclave tests for the evaluation of glazes and accelerated aging	8	-	1
Chemical resistance of glazes and acid- or alkali-resistant bodies	9	1	-
Density, which allows a relationship to be drawn between mechanical strength and porosity	4	-	-
Firing tests for the determination of a. Sintering point of glazes b. Softening point of glazes, when (a) does not yield	13	1	6

THE PRESENT POSITION OF THE CERAMIC INDUSTRY AND ITS FUTURE

Dr. C. Kohn

Ministry of Commerce and Industry

The development of the ceramic industry between 1950 and 1958 is traced to a number of factors, including investments, mechanization and modernization of the equipment of existing plants and establishment of new plants utilizing new techniques such as in wall tiles, sanitary ware, porcelain etc., and the discovery of large reserves of materials suitable for the industry.

Some shortcomings of the industry are mentioned. Among these are: lack of experience, lack of control of processes and raw materials, insufficient testing facilities in the plants, low productivity, and heavy overheads.

Figures for 1950/51 and 1957/58 relating to the invested value, the rate of production, furnace area and consumption of imported and local raw materials in the industry are compared.

Suggestions are made for the improvement of the industry in the above fields, and the enlargement of the function of the Research Association is forecast.

LABORATORY PROGRESS REPORT

J. Moitron

U.N. Technical Assistance Expert
Acting Technical Director of the Laboratory

This report deals with the activities of the laboratory since 1st July 1958, when the writer took up his appointment. Although the work of the laboratory was planned to include analysis, consultation for the industry and applied research on raw materials and testing, in fact only the analytical laboratory was in operation at that time. Additional staff was

C O N T E N T S

	<u>Page</u>
THE PRESENT POSITION OF THE CERAMIC INDUSTRY AND ITS FUTURE	
Dr. C. Kohn	1
LABORATORY PROGRESS REPORT	
J. Moitron	1
NEGEV FLINT CLAY	
Prof. Leon Winogradow	4
IDENTIFICATION OF FLINT CLAY GRADES	
Dr.- Ing. Elisabeth Landsberg	5
PROPERTIES OF NEGEV CLAYS 53, S-5 AND "CHOCOLATE"	6
MAGNETIC CERAMICS	
Michael Schieber	7
SURVEY OF THE ACTIVITIES OF THE CERAMICS RESEARCH ASSOCIATION	
A. Vishinski	7

EDITORIAL NOTE

It is regretted that, although a number of interim reports have been published, the appearance of this Bulletin has been long delayed.

Comments on the matter and form of this Bulletin will be welcomed. Contributions, in the form of results of research work or summaries of plant experiments are requested.

CERAMICS RESEARCH ASSOCIATION

STAFF

E. Wishinski	Director
J. Moitron	Acting Technical Director United Nations Technical Assistance Expert
Dr. Ing. E. Landsberg	Head, Chemical Laboratory
Miss R. Bercovicz	Analyst
Ing. J. Kletenik	Chemical Engineer
Miss Ing. L. Shohet	Ceramic Engineer
Mrs. A. Nakev	Laboratory Assistant
S. Backenroth	Laboratory Assistant
Dr. M. Ben-Yair	Adviser, X-rays and D.T.A.
Mrs. S. Moldavsky	Secretary

NOT FOR SALE

Research Council of Israel
Ceramics Research Association

BULLETIN

of the Ceramics Research Association

No. 9

HAIFA, TECHNION CITY - JULY 1959