כיצד פריכיות דקות - שברו ציר פלדה במכונה,

ציר שחוזקו 1 טון !

כולנו מכירים את הפריכיות העגולות, אותו מאכל קל משקל ודל קלוריות העשוי מדגנים מותפחים (בדרך כלל מאורז). הפריכיות נמכרות לרוב באריזה של כ-10 יחידות, ומשקלן אפסי.

ואף על פי כן המקרה הבא עוסק במכונה לאפיית פריכיות ש**ציר הפלדה שלה נשבר** – אך ורק כתוצאה מאפיית פריכית בודדת. ציר ש**חוזק** השבירה שלו **עולה על 1 טון !**

מדובר במפעל גדול וידוע למוצרי מזון שברשותו היתה מכונה לאפיית פריכיות, שנרכשה בחו"ל. עקב הביקוש הרב לפריכיות נזקק המפעל למכונה נוספת, ומאחר והמכונה הינה פשוטה יחסית - הוא פנה ליצרן מקומי על מנת שיתכנן ויבנה לו מכונה. וכך אכן נעשה.

היצרן הישראלי כמובן לא העתיק את המכונה המקורית אלא תכנן תכנון משלו, והוא אף התגאה בעובדה שהמכונה החדשה הינה פשוטה יותר ומורכבת עוד פחות מאשר המכונה המקורית. המכונה תוכננה לאפות 20 פריכיות בו זמנית במקביל, ולצורך זה היו בה 20 תבניות פלדה עגולות המורכבות על 20 צירי פלדה.

אלא שלאחר שהמכונה החדשה נכנסה לעבודה, לא עבר שבוע מבלי שאחד מהצירים שלה יישבר, והמכונה תושבת. שוב ושוב נקרא יצרן המכונה לטפל בתקלה, אך התופעה נמשכה.

לאחר שיצרן המכונה לא הצליח לפתור את הבעיה, הגיש מפעל המזון תביעה נגדו. שני הצדדים שטחו את טענותיהם בפני בית המשפט, ובית המשפט החליט למנות אותנו כמומחים מטעמו לבדיקת המקרה.

בשלב ראשון בדקנו במעבדה את צירי הפלדה שנשברו, וגילינו כי מדובר בשבר מכני קלאסי (להבדיל משבר של עייפות החומר או שבר של חומר פגום). חישבנו ומצאנו שחוזקו של ציר הפלדה הינו כ-1 טון כח (1000 ק"ג), חוזק גבוה לכל הדעות.

בשלב הבא התעמקנו בשלבי תהליך האפיה: מסתבר שתהליך האפיה הינו למעשה תהליך בו מתרחש פיצוץ קטן – כאשר הפריכית מתחממת לטמפרטורה של 900 . פיצוץ זה גורם לגרגרי הדגנים להתנפח ולמלא את כל חלל תבנית הפלדה, וכך מתקבלת צורת הפריכית העגולה-שטוחה המוכרת לנו.

חישבנו ומצאנו כי הלחץ הנוצר כתוצאה מהפיצוץ - מפעיל על התבנית כוח של כ-1 טון ! וכאן שמנו לב להבדל בין המכונה המקורית לבין המכונה הישראלית: במכונה המקורית התווספה זרוע תומכת מתחת לתבנית, זרוע פלדה מאסיבית אשר בטרם כל פיצוץ ופיצוץ היתה נעה ונכנסת אל מתחת לתבנית – והיתה סופגת למעשה את כל עוצמת הפיצוץ. אך המתכנן הישראלי החליט כאמור לעשות מכונה יותר פשוטה ופחות מסובכת, והוא "חסך" את הזרוע הנעה. עקב כך – עוצמת הפיצוץ נספגה כולה בציר הנושא את התבנית !

כאמור חוזקו של הציר היה כ-1 טון, וגם עוצמת הפיצוץ יצרה כוח של 1 טון. מבחינה הנדסית נדרש תמיד מקדם בטחון של לפחות 30% בין הכוח הפועל לבין חוזק החלקים (ובמקרה של כוח דינמי כבמקרה הנדון נדרש מקדם גדול יותר של לפחות 200%). אך במקרה הזה **לא נותר שום מקדם בטחון !** די בכך שנכנסו במקרה כמה גרגרי אורז נוספים לתוך התבנית – על מנת שכוח הפיצוץ יגבר על חוזקו של הציר !

לא ייפלא איפה שהצירים נשברו בזה אחר זה ! בסיכום חוות הדעת הצבענו ללא ספק על התכנון ההנדסי הלקוי כגורם הישיר לכשלי המכונה.



