בטיחות במסור דיסק שולחני לנגרות

מאת מהנדס **שלמה איציקובסקי**

עובדים העוסקים בנגרות, נדרשים לא אחת לבצע ניסור באמצעות מסור דיסק שולחני. הניסור מתבצע במקרים לא מעטים ללא מגיני בטיחות (כמו המגן שמעל לדיסק) וללא אביזרי עזר (כמו מפצל, דחפנים וכד') המיועדים להרחיק את אצבעות הידיים מאזור הניסור המסוכן.

איני יודע כמה נגרים התנסו כבר בפגיעה באצבעות ממסור כזה ולכמה עלתה העבודה בקטיעות של האצבעות, אך נתונים שנאספו בארצות הברית מצביעים על יותר מ-60,000 פגיעות בשנה ממסורי שולחן לסוגיהם, מעל 3,000 קטיעות של איברים ונזק שנתי לכלכלה של יותר מ-2 מיליארד דולר.

חישוב מראה שבכל 9 דקות מתרחשת בארה"ב פגיעה בעובד המשתמש במסור שולחני.

האמצעים הקיימים כיום להגנה על הידיים ולהתראה באזור המסוכן במסורים הם מוגבלים, ולעתים אף אינם מתאימים לסוג העבודה המתבצעת במסור השולחני, המשמש לא אחת לביצוע פעולות שלא נועד עבורן, כמו לדוגמה ביצוע חריצים בלוחות וכדומה.

נחזור לארה"ב, שם העריכו את מספר המסורים השולחניים הנמצאים בשימוש בכ-6 מיליון. ואם מתרחשות שם לפחות 60,000 פגיעות בשנה - משמעות הדבר שמסור אחד מכל 100 מסורים מעורב מדי שנה בתאונה. נתונים אלה מובילים לתובנה שהשימוש במסורי הדיסק השולחניים חושף את המשתמשים - הנגר, השוליה או כל אדם החש את עצמו מקצועי מספיק להשתמש במכונה - לסיכוי ממשי גבוה להיפגע. זהו "צלצול התרעה" משמעותי לגבי הסכנה האורבת למשתמשים.

טכנולוגיה חדשה למניעת סיכוני פגיעה

אחת מיצרניות המסורים "הרימה את הכפפה" ופיתחה מערכת טכנולוגית בטיחותית חדישה וייחודית בעולם. המנגנון הרגיש מזהה התקרבות מסוכנת של אצבעות לשיני דיסקת הניסור וגורם לעצירה ולירידה של הדיסק אל מתחת לשולחן הניסור בתוך 3-5 מילישניות.

כל מסור מצויד במערכת בטיחות אשר מזהה נגיעה קלה בדיסק הניסור. המערכת מופעלת מיד עם הזיהוי ואז, נגיעה בלהב מסור כזה מסתיימת בשריטה קלה, ולא בתאונה עם נזק ניכר וסיכון לקטיעה. באיור 1 מוצגת נקניקיה (במקום אצבע) שנגעה בשן של המסור במהירות התקדמות של 30 ס"מ לשנייה.

איך זה עובד?

התקן הבטיחות של המסור כולל מערכת זיהוי אלקטרונית אשר מנטרת נגיעה במסור של אחד מאברי גוף האדם. המערכת האלקטרונית יוצרת על גבי דיסק המסור אות חשמלי ועוקבת אחריו. גוף האדם הוא בעל מוליכות מסוימת אך גם מסוגל לקלוט מהמסור מיטען חשמל גבוה באופן יחסי. בנגיעה, גוף האדם גורם לשינוי השדה החשמלי על גבי דיסק הניסור.

עץ לעומת זאת, מסוגל לאגור מיטען חשמלי נמוך יחסית ומוליכותו נמוכה מאד, ולכן אינו משפיע על המיטען החשמלי שבו טעון דיסק המסור. הדיאגרמה (איור 2) מבהירה את רגישות המערכת למיטען החשמלי שבו טעון הדיסק. משמאל לימין: הקו האופקי הישר מציג את קיום המיטען החשמלי על גבי הדיסק. הקו יורד בפתאומיות (מודגש באמצעות החץ האנכי), ויוצר "בטן" מיד לאחר שנוטרה אצבע אדם שנגעה בשן המסור ופרקה ממנו, בגלל מוליכות גוף האדם, את המיטען החשמלי. בשלב זה ההתקן הבטיחותי מזהה את הסיכון לאדם ופועל לביטולו.

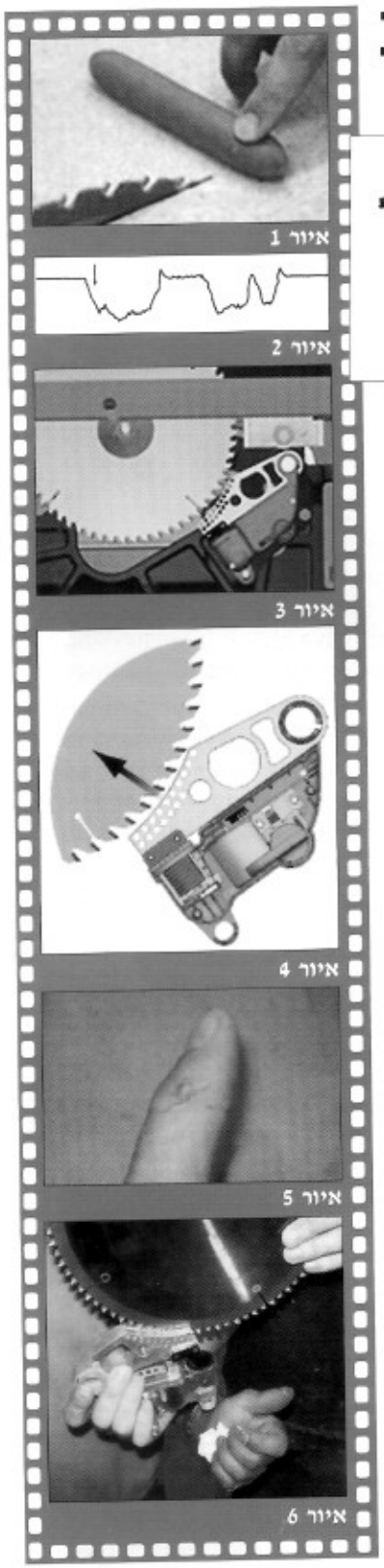
המערכת מפעילה במהירות רבה מאוד (3-5 מילישניות) מעצור שנכנס לפעולה עם זיהוי התפרקות המיטען החשמלי: המעצור כולל בתוכו קפיץ דרוך מסוג "לעבודה מאומצת" (Heavy Duty) (המנגנון מתואר באיור 3). הקפיץ מוחזק דרוך באמצעות פתיל-נתיך עד לזיהוי הסיכון. כשנוצרים המגע ומעבר המיטען בין גוף האדם והדיסק - ההתקן הבטיחותי משחרר פרץ זרם חשמלי המתיך את הפתיל-נתיך והקפיץ הדרוך משתחרר. כל התהליך נמשך בין 3 ל-5 מילישניות, או 1/200 של שנייה. הקפיץ שהשתחרר הודף בכוח רב גוש אלומיניום כלפי שיני המסור המסתובב. שיני המסור חודרות לתוך האלומיניום וננעצות בו וסיבובי המסור נבלמים בבת אחת. באותו הזמן, המומנט הזוויתי של סיבוב הדיסק מביא את המערכת לקריסה אל מתחת למישטח הניסור ומנתק את הזנת החשמל למנוע. התוצאה: מישטח חופשי מכל בליטה על גבי שולחן הניסור.

איור 4 מתאר את מנגנון העצירה. החץ שעל גבי דיסק המסור, מצביע על כיוון דחיפתו של גוש האלומיניום לעבר שיני המסור. מכלול מנגנון העצירה ניתן להחלפה והוא כולל בתוכו, בנוסף לגוש האלומיניום, את מנגנון ההפעלה הכולל את הקפיץ, את הפתיל-נתיך ואת מנגנון פרץ הזרם החשמלי הגורם לשריפת הנתיך ולשחרור הקפיץ.

קיים מנגנון דומה נפרד לביצוע ניסור בזווית. שני המנגנונים - לניסור רגיל ולניסור בזווית - הם לשימוש חד-פעמי. כלומר: כל עוד לא התקיים מצב מסוכן המערכת פועלת כמסור רגיל לכל דבר. כאשר הופעל מנגנון העצירה ומערכת הבלימה הופעלה - יש צורך להחליף את המנגנון בחדש ולזרוק את הקודם שהופעל. החלפת המנגנונים נוחה ומהירה כמו החלפת דיסק הניסור במכונת ניסור רגילה.

המאמר מתבסס על מידע מאתר האינטרנט של חברת 'Sawstop' מארה"ב, יצרנית המסורים הללו. על פי פרסום היצרן, למסור מעלות טכניות נוספות כמו מיסבים הגדולים ב-50% מהמקובל, דבר המאפשר דיוק בניסור; מנוע של 3 או 5 כוחות סוס; מבנה המכונה יצוק; קיים מגן עליון מעל דיסק המסור, להב הפרדה ועוד. באתר האינטרנט של החברה: **www.sawstop.com** ניתן לצפות גם בסרטוני הסבר מרתקים.

באיור 5 ניתן לראות תוצאות פגיעה באצבע, כשהפגיעות קלות בלבד, ובאיור 6 את גוש האלומיניום הנעוץ בדיסק הניסור לאחר שבלם את סיבוביו. ■



איור 1

איור 2

איור 3

איור 4

איור 5

איור 6