



כבלים דקים וקלים המותאמים למכשור רפואי

בני שאשה, אלכסנדר שניידר

ל

לנוכח ההתפתחות הטכנולוגית המהירה בעולם של היום, מתרחש מרוץ חימוש רפואי שמטרתו לקדם ולשפר את איכות החיים והטיפול הרפואי בכל מקום בעולם. למרות שרמת הטיפול הרפואי הממוצעת עשויה להיות שונה ממקום למקום, מכשירים רפואיים קטנים יותר, ולכן ניידים יותר, עשויים לסייע לגשר על הפער בין שווקים מפותחים לשווקים מתפתחים.

כאשר מתכננים מכשיר במטרה להקטין, נוטים לעתים להתעלם דווקא מהרכיבים הקטנים ביותר, כמו חוטים וכבלים. אך אם מקטינים את הזרועות של המכשיר או את גוף המכשיר, יש להקטין גם את החוטים והכבלים המספקים לו כוח כדי להשיג את הגמישות והתנועתיות הנדרשות. בידוד באמצעות mPPE מאפשר זאת, בזכות תכונותיו המובנות המעולות של החומר. כיצד ניתן להתחרות ב-PVC הזול, השכיח במכשירים רפואיים, ואיך מתמודדים עם מעצמת הבידוד של תעשיית החוטים והכבלים? יוצרים משהו קטן יותר, קל יותר ועמיד יותר.

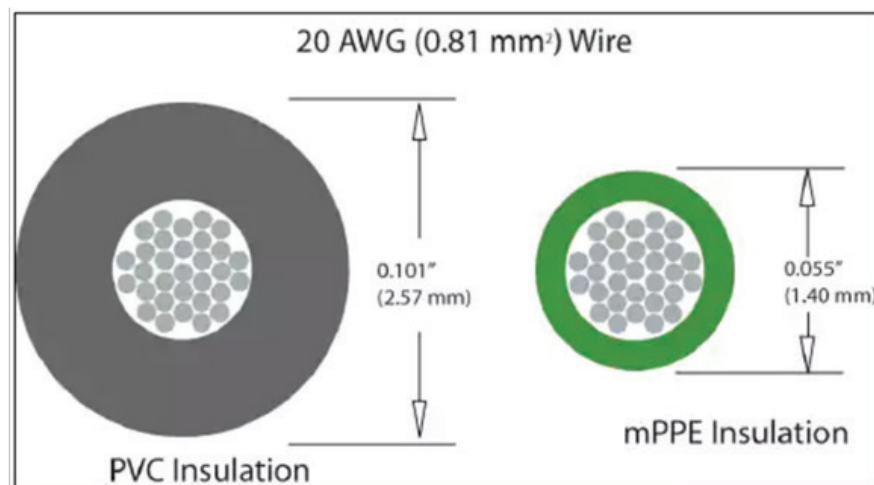
בידוד mPPE מגדיר מחדש את עולם הכבלים

בידוד PVC הוא עמוד התווך של ענף הכבלים בזכות תכונותיו החשמליות והמכניות כמו גם בזכות עלותו הנמוכה, אולם תכולת ההלוגנים שלו מזיקה לסביבה. החשש העיקרי הנוגע לחומרי בידוד PVC הוא פליטת גזים רעילים, עשן וחומצות בזמן שריפה המסוכנים לבני האדם ולבעלי החיים. בידוד mPPE, המחליף את ה-PVC, מקנה לכבלים ביצועים טובים יותר ומקטין את השפעתם המזיקה לסביבה.

mPPE, ראשי התיבות של modified polyphenylene ether, הוא חומר תרמופלסטי קל ועמיד יותר מה-PVC המסורתי. תכונות הבידוד המעולות שלו מאפשרות להשתמש בכמות קטנה יותר עבור כבלים וחוטים, ועל ידי כך להקטין את עובי הדופן. משקלו הסגולי של החומר הוא 1.03 - 25% עד 40% פחות מזה של חומרים אחרים כמו PVC, פוליאטילן ו-PEX. תכונה זו, בשילוב עם דופן דק יותר, מאפשרת חיסכון של עד 40% במשקל.

כאשר משלבים בידוד מסוג mPPE עם מוליך, ניתן להגיע לכבל חד-גידי שיהיה קטן יותר בשיעור של 45% וקל יותר ב-40%, וכן בעל התנגדות שחיקה הגדולה פי 10 מזו של מוליך יחיד סטנדרטי בעל ציפוי PVC.

תכונותיו של ה-mPPE אינן מצטמצמות למוליכים בודדים בלבד. ניתן להתאים את הבידוד לשימוש במגוון רחב של תצורות, כולל כבלים רב-גידים סטטיים וגמישים. כך, למשל, בקו הייצור של חוטים וכבלים EcoGen™ מתוצרת Alpha Wire, לרבות ה-EcoWire® וה-EcoFlex™, משתמשים ב-mPPE כחומר בידוד ומעטפת על מנת להחליף את "החומר האפור העגול" השגור בענף. השילוב בין טווח הטמפרטורות הרחב של mPPE, עוצמתו הידלקטרית הגבוהה ועמידותו בפני אש, איפשרו למוסד התקינה (Underwriters Laboratories) UL לאשר את mPPE כחומר בידוד או כמעטפת המתאים ביותר מ-100 סוגים של כבלי חיווט בתקן בעירה VW-1. חוטים וכבלים עם בידוד mPPE מסוגלים להתמודד בקלות מול PVC המסורתי, ויש להם עוד מקום לגדול (תרתי משמע).



תרשים 1. הקוטר של כבלים עם בידוד mPPE צר משמעותית

תכונה	PVC רגיל	mPPE
קושי, סולם C	84	74
חוזק מתיחה לשבירה, psi (MPa)	3090 (21.3)	3335 (23)
עיבור מתיחה לשבירה, % (tensile strain)	360	84
התנגדות סגולית, ohm-cm @ 100V	2.6 ¹⁵	3.94 ¹⁶
משקל סגולי	1.32	1.03

טבלה 1. השוואה בין בידוד PVC רגיל לבין בידוד mPPE

כדי למצוא את הפתרון המיטבי. בידוד מסוג mPPE מסייע גם להפריד את המיתוס לפיו מוצרים ירוקים מחייבים להתפשר על ביצועים ירודים יותר לטובת הסביבה. השימוש בבידוד מסוג זה יעניק למהנדסים את הביטחון שהם לא רק עומדים בתקנים הרגולטורים אלא גם משפרים את האיכות והביצועים של המוצר שלהם. המכשירים הרפואיים ילכו ויתכוננו בעתיד ויהפכו ליותר ויותר ידידותיים לסביבה. בידוד mPPE יסייע לסלול את הדרך לכך!

בני שאשה - מנהל תחום הכבילה בחברת אלכסנדר שניידר, ספקית מובילה של שירותים, פתרונות ומוצרים איכותיים הן בתחום חדרי שרתים (IT Data Centers) והן בתחום הרכיבים והמערכות (OEMs).

mPPE אכן יש מרכיב מחיר נוסף. יתר על כן, זהו מוצר חדש ומהנדסים נוטים לסלוד מסיכונים, ומעדיפים על פי רוב את המוכר על פני הבלתי מוכר. יחד עם זאת, mPPE אינו חתול בשק מפני שהוא רכיב נפוץ ומקובל בענפים רבים. המכונית מדגם טונדרה של חברת טויוטה מחווטת כולה ברכיבים מבוססי mPPE ושבע מתוך עשר יצרניות המחשבים האישיים הגדולות בעולם (המייצגות יותר מ-50% מהשוק העולמי) קבעו לעצמן יעד להחליף את בידוד ה-PVC בבידוד מבוסס mPPE.

ליסיכום

מומלץ לבצע ניתוח עלות-תועלת הכולל תחשיב של מאפייני הביצועים המשופרים של כבלים עם בידוד מבוסס mPPE - בטיחות ועמידות, הפחתת גודל ומשקל -

ל-mPPE יש מגוון יתרונות, ובכללם:

■ **השפעה סביבתית מופחתת** - mPPE אינו מכיל הלוגנים, פתאלטים (phthalates) ומתכות כבדות ועומד בתקני RoHS ו-WEEE.

■ **חוזק דיאלקטרי משופר** - התכונות הדיאלקטריות המשופרות של mPPE מפחיתות את עובי הבידוד ובה בעת ניחנות בתכונות חשמליות זהות לאלה של PVC. הקוטר של כבלים עם בידוד mPPE צר ב-25% בהשוואה לכבלים מקבילים מבוססי PVC. תרשים 1 ממחיש את ההבדל בין כבל חיבור 20AWG עם בידוד PVC לבין כבל זהה עם בידוד mPPE.

■ **משקל סגולי נמוך יותר** - המשקל הסגולי של mPPE הוא 1.03, כלומר נמוך ב-25% עד 40% מאשר המשקל הסגולי של חומרי בידוד אחרים כגון PVC, פוליאטילן או פוליאטילן מצולב (cross-linked polyethylene) בזכות השילוב בין הדפנות הדקות יותר לבין המשקל הסגולי הנמוך, משקלו הכולל של הכבל נמוך ב-25% בערך. ■ **חסינות אש** - mPPE עומד בדרישות UL VW-1

■ **טווח טמפרטורות רחב** - כבלים עם בידוד mPPE עומדים בתקן UL 1581 לתפקוד בטווח הטמפרטורות 80 עד 105 מעלות צלזיוס.

■ **עמידות** - למרות הדפנות הדקות, בידוד ה-mPPE עמיד פי 10 לשחיקה ולצביטה (pinch) ביחס ל-PVC הוא עבה פחות אבל חסין יותר. בטבלה 1 ניתן לראות כי השילוב בין חוזק מתיחה משופר לבין דירוג קושי נמוך ב-mPPE יוצר בידוד חסין, עמיד וגמיש.

■ **ניתן למחזור** - תוספיו המזיקים של הפלסטיק לסוגיו מסתננים אל מי התהום במטמנות ופולטים גזים רעילים כאשר שורפים אותם. עקרונית, אפשר למחזור PVC, אך ברוב המקרים המחזור אינו מעשי וכמעט בכל המקרים הוא אינו משתלם. חומרים אחרים לבידוד כבלים גורמים בעיות דומות, אם כי חמורות פחות. מצד שני, mPPE הוא חומר תרמופלסטי וקל יותר למחזור אותו מפני שהוא אינו מכיל את החומרים המסוכנים שזכרו לעיל.

חסרונות?

כפי שניתן להניח, לכבלים עם בידוד