

החומרים החדשניים שמהם עשויים הבדים של העתיד

בדים שרוחים יתושים, חיידקים ונגיפים • אופנה מסיבי משי ללא תולעי משי • ובגדים שנכבים ונרדקים כהתאם לתנאי מזג האוויר • שיתוף הפעולה בין מעצבים למדענים עולה מדרגות בניסיון לפתור בעיות סביבתיות ורפואיות / גלי יונרב



משי טבעוני של סטלה מקארטני



פינתח בדים דוחי יתושים במכון למחקר חומרים TITK



חוטנים המיוצרים במעבדה להחלפת כלי דם

צילומים מתוך לטמקא: צילומי חסר חוסיוני, דורטום, Cover Media Pictures



צילום: דורטום, Cover Media.psd

אבל גם שלא יתחמם על הגוף יותר מדי כדי לא ליצור היפר-תרמיה. או פיתחנו פיגמנט שיכול להראות שינוי בצבע כשהטמפרטורה עולה גבוה מדי."

בדים מוליכים החולצה שתריע על זיהום אוויר

החוקרים היצירתיים ביותר בתחום הבדים מנסים להכניס לבד את ממד הזמן, כלומר להביא לכך שמאפייניו ישתנו בהתאם לתנאים. מחקר שערך על ידי קבוצה בראשות ד"ר פיליפה נטליו ממכון ויצמן והתפרסם בכתב העת Science תיאר כותנה שהכניסו לתוכה מולקולות שמגיבות לאור אולטרה סגול. החוקרים השקו את הכותנה במי סוכר שבתוכם הומסו צבעים פלואורסצנטיים. הכותנה שתתה את המים - כמו בניסויים שעורכים בנתי טפר שבהם פרחים שותים מים צבעוניים ומשנים את צבעם. צבע הסיב הפך צהבהב וכשמקרינים אותו באור אולטרה-סגול, הוא זוהר. "זה פתח לעתיד שבו תוכלי ללכת עם חולצה שהבד עצמו בה נרדק ויגבי כשאת מתקרבת לכל מיני סוגים של סכנה", אומרת נבון.



צילום: תמונה פרטית

ד"ר רושן פול: "בד גם יכול להיות פיגום ללב שנפגע בהתקף לב. אותו להיות חזקה ולדחוק החוצה דם, וכשהרקמה מחלימה, הבד מתכלה"

יטענו גם את הטלפונים שלנו. יש דרך ליצור סיב שהוא מוליך ועדיין נוח וזול? פול: "אנחנו מייצרים בדים מוליכים על ידי שילוב של ננו-צינוריות פחמן. אלה חומרים שמייצרים בשיטות של ננוטכנולוגיה. כאשר מייצרים אותם כך, יש להם תכונות אחרות מאשר פחמן שמעובד בטווחות חולצות שצופו בחומר ובמקרה של ננו-צינוריות פחמן, אפשר לסדר את המולקולות כך שייראו ממש כמו חוטים, יש להם עם תכונות של מוליכות ושל חזק יוצא דופן. "קשה מאוד לייצר את החומרים האלה. כינתיים אנחנו רק בשלב הוכחת ההיתכנות, אבל הרעיון הוא בסופו של דבר לטווח חוטים כאלה לבדים שמרגישים בדיוק כמו בד רגיל, אבל יש בהם מוליכות". מלבד ניטרו, בשביל מה עוד צריך בגדים מוליכים? פול: "את יכולה להקרין כל מיני מסרים על החולצה שלך. אפשר לפתח מוצרים להגנה עצמית. אם מופעל עליהם לחץ או שהם נקרעים, הם מפעילים אולי אזהרה". רושן פיתח עבור האיחוד האירופי בדים חסיני אש לכבאים. "אנחנו צריכים לדאוג שהבד ימנע כוויית,

לא רק אופנה

בונים בניינים מבדים: "יותר גמיש ונעים מבטון"

"לא. סיב פחמן שמייצרים בשיטות של ננוטכנולוגיה יכול להיות חזק כמו בטון אבל עדיין גמיש. אפשר לתכנן אותו עם כל החוקים, ובכל זאת חומר נדיר. יום יבוא ורכב. אפשר לייצר שתי שכבות של בד, אחת מאוד קשיחה וחזקה, שכבה חיצונית של הבית, והשנייה מאוד נעימה שכבה פנימית. אנחנו עושים את זה היום בקטן מאוד, אבל אין בעצם מניעה לעשות את זה בגודל".

ברוך אחרת לגמרי, ולהיות מאוד יצירתיים מבחינה עיצובית. יש לנו מוצר אחד מאשר עם בטון. אולי זה ירגיש נעים יותר. "אולי אפשר יהיה גם לשנות אותו ביתר קלות. אפשר לחשוב חיידקים כדי שיתקשו והבניין יעמוד יציב. החומר הוא אורגני, והיתרון שלו הוא שהוא אינו כבד או קשה כמו בטון. אבל גמיש, ומאפשר לתכנן את הגיאומטריה של הבניין

בדים זה לא רק בגדים, ואחד ההלומות היום של חוקרים הוא לבנות בניין מבר. "אחד הסטודנטים במכון שלנו בנה פרוטוטיפ, בניינים קטן, לבניין מבר", מספרת דומיטסקו. "נעמדמים את הברדים, ואו משפיעים עליהם תמהיל חיידקים כדי שיתקשו והבניין יעמוד יציב. החומר הוא אורגני, והיתרון שלו הוא שהוא אינו כבד או קשה כמו בטון. אבל גמיש, ומאפשר לתכנן את הגיאומטריה של הבניין

כן רוצים שיתכלה כאשר נרצה להיפרד ממנו ואם לא יהיה לו שימוש כפריט יד שנייה. לכן האתגר הגדול הוא לייצר בדים שמתכלים בחום גבוה, או אפילו רק במגע עם חיידק מסוים או עם חומר מאוד ספציפי, שהם לא יפגשו בו ביום רגיל, אבל כן אפשר להשתמש בו במפעל המחזור. כמובן, חשוב מאוד שתוצרי הפירוק יהיו מתאימים למיחזור או מתכלים בעצמם". בינתיים, המוצרים המתכלים של מקרטני ואדיס אינם מתאימים לייצור מסחרי, אבל החברות חותרות לשם. "מקרטני היא דוגמה למעצבת שמבינה שמדע יכול להיות כלי מאוד שימושי בקריירה שלה, ובמוגת שלה", אמרת נבון. "כל מעצב רוצה להיות שונה מקודמו, ועצם הרצון בכיול יכול להיות סיבה טובה לפנות למדע, עוד לפני שבכלל חושבים על התועלות הפרקטיות".

"הצעד הבא הוא ליצור בגדים שמנקים את עצמם", אומר רושן פול, בהשראת עלי הלוטוס העשויים חומר שעוותי חלקלק ורוחיים מים ברובו מחומרים ממוחזרים ונועד בעצמו להתמחור ב-100%, והשני הוא שמלת טניס שעשויה מהמשי של חברת בולט יחד עם חוטים עשויים צלולון, והכול מחובר יחד באמצעות מים, סוכר ושומרים - ועדיין אמור לכאורה להיות לביש נוח. בעת השקת המוצר אמרו באדיס שמטרת החברה היא להגיע למצב של "אפס פסולת".

לדברי דליה דומיטסקו, מבית הספר לטקסטיל H&M: "סקולני Bor&Gskolani" שבברדיה, קיימות הן נושא חשוב, והמבצרים המתכלים שמעועות שאנחנו לא חייבים לחזור לעולם שבו לכל אדם יש אותם בגדים לאורך כל החיים, אלא מותר ללכת קדימה. "אחד האתגרים של הביגוד המתכלה, הוא שאנחנו צריכים שהוא לא יתכלה לנו יום אחד כשאנחנו עדיין לא מוכנים לכך, אבל אנחנו וברוח ימי המגפה, חברת



צילום: תמונה פרטית

דליה דומיטסקו: "אחד האתגרים של הביגוד המתכלה הוא שאנחנו צריכים שהוא לא יתכלה לנו יום אחד כשאנחנו עדיין לא מוכנים לכך"



צילום: תמונה פרטית

ד"ר אושרית נבון: "סטלה מקרטני היא דוגמה למעצבת שמבינה שמדע יכול להיות כלי מאוד שימושי בקריירה שלה ובמוגת שלה"

ה אתם מצפים שהבגדים שלכם יעשו עבורכם? יסו את איברכם המוצנעים? ישמרו עליכם מפגעי הטבע? או בעיקר שייראו יפה ויתרמו לתרבות שלכם? אלה מעט פונקציות יחסית. בעתיד הלא רחוק, בדים יוכלו לעשות הרבה הרבה יותר. מאז ומתמיד עולם הטקסטיל נשען על מדע כדי ליצור בדים נעימים, עמידים וחדשניים, לדוגמה, אבל בשנים האחרונות, מעצבי אופנה מובילים חוברים למדענים כדי לייצר בדים שפורצים את הגדרות הרגילות של בד. למשל, בגדים בעלי סגולות רפואיות, בגדים עם חיישנים, בגדים חישביים, בדים עם רכיבים חיים, ואחד הנושאים הרחופים - בדים שאינם משפיעים לדעה על איכות הסביבה. לצד בגדים, אפשר לעשות מבדים אינסוף דברים, אפילו בניינים או מטוסים. כל המגמות הללו צפויות להפוך את תחום מדעי הטקסטיל למעניין מאוד בשנים הקרובות.

בגדים הם אחד המפריטים הטכנולוגיים הראשונים שהארם יצר לעצמו", אומרת ד"ר אושרית נבון, ר"ר לכימיה שהמקרה שלה מתמקד בתרופות ומכנים גבישים, ועוסקת רבות בקשר שבין מדע לאופנה. "התחום הזה תמיד היה מדעי. גם קוקו שאנל נעזרה במדע כדי לייצר את הבדים החדשניים המפורסמים שלה. אבל בשנים האחרונות שיתוף הפעולה עולה מדרגה. "אחת ממובילות המגמה בתחומים האלה היא סטלה מקרטני. למעשה, כמעט כל מוצר שהיא משיקה כולל חידוש מדעי. השיקולים העיקריים מבחינתה הם קיימות וטבעונות". כך, לדוגמה, חברה מקרטני לטקסטיל אפ אמריקאית בשם Bolt Threads, כדי לייצר "מיקרו משי", סיבים שהמבנה המולקולרי שלהם מזכיר קורי

אופנה בת קיימא ללא כביסה

"בגדים הם אחד המפריטים הטכנולוגיים הראשונים שהארם יצר לעצמו", אומרת ד"ר אושרית נבון, ר"ר לכימיה שהמקרה שלה מתמקד בתרופות ומכנים גבישים, ועוסקת רבות בקשר שבין מדע לאופנה. "התחום הזה תמיד היה מדעי. גם קוקו שאנל נעזרה במדע כדי לייצר את הבדים החדשניים המפורסמים שלה. אבל בשנים האחרונות שיתוף הפעולה עולה מדרגה. "אחת ממובילות המגמה בתחומים האלה היא סטלה מקרטני. למעשה, כמעט כל מוצר שהיא משיקה כולל חידוש מדעי. השיקולים העיקריים מבחינתה הם קיימות וטבעונות". כך, לדוגמה, חברה מקרטני לטקסטיל אפ אמריקאית בשם Bolt Threads, כדי לייצר "מיקרו משי", סיבים שהמבנה המולקולרי שלהם מזכיר קורי

בדים שמריחים טוב, או שנותנים תחושה של טריות, כך שגם כשאת בפנים תרגישי כאילו את בחוץ. השימוש העיקרי יהיה כנראה ליצירת כל מיני רהיטים ביתיים שהם גם עציצים למעשה, נניח שטיח דשא אמיתי". זו ממש הנדסת חומרים מתקדמת לאופנה. פול: "בהחלט. אנשים חושבים שתעשיית האופנה היא לואורטק כי בגדים היו כאן מאז ומעולם וכי אנחנו משתמשים בתוצרת חקלאית כמו כותנה או צמר, אבל זו תעשייה סופר מתקדמת, שיש בה מדע בכל. לאנשים מחוץ לתעשייה הזו אין מושג עד כמה זה מורכב, וכמה יצירתיות דרושה לכל שלב

חקלאות טקסטיל בדים שמגדלים תבלינים

אפשרות אחרת שנשמעת די מטרופת עד שמתרגלים אליה היא בדים שבתוכם גדלים צמחים. "הצמח יכול לגדול מתוך החומר נבד. דוקטורנטית שלנו, בשם Svenia Keunen, עובדת על המוצר הזה והיא מגדלת בתוך בד את כל סוגי התבלינים", מספרת דומיטסקו. "אז אם את מזמינה איבל לעבורה, תוכלי לתבל אותו ממה שגדל לך על החולצה? "זה אפשרי בעיקרון. אפשר ליצור