

מסקנות המאמר 'סימולציה של גילוח'

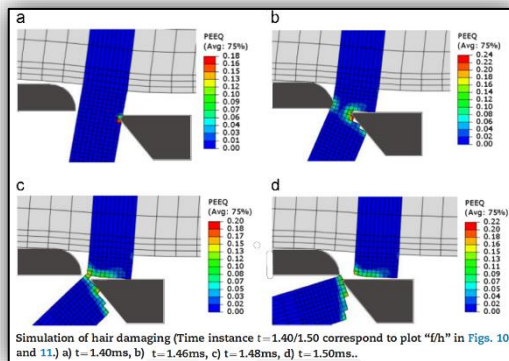
FEM simulation of single beard hair cutting with foil blade shaving system

(המחקר מומן ע"י חברת בראון, ונכתב ע"י ד"ר גאנג פאנג, אוניברסיטת צ'ינגואה, בייג'ין, סין fangg@tsinghua.edu.cn,

וד"ר אלואיס קופל, קרונברג אים טאונס, גרמניה, koeppl.a@pg.com)

במחקר זה נבנו מודלים של גילוח יבש עבור סימולציה מספרית של חיתוך שיער הזקן, ותוצאות המדידות מראות את התופעות האופייניות בחיתוך זקן, ונותחו ההשפעות על תוצאות החיתוך של בליטת העור הנכנסת לרשת, של גיאומטריית הלהב, ושל המרווח שבין הרשת ללהב:

מהירות החיתוך של הלהב שנבדק היא 900 מילימטר בשניה [כלומר, כ-3.2 קמ"ש], ועובי הלהב - מאה מיקרון [עשירית מילימטר]; יש להעיר שמהירות חיתוך זו היא הרבה פחות מאשר במכונות פיליפס - ששם המהירות כ-73 קמ"ש, ויתכן שסיבת ההבדל היא בעקרון השונה של הפעולה, שבפיליפס יש להבים צרים ביותר שחייבים לנוע במהירות גבוהה כדי שבהנעת המכונה על הפנים - הם יפגשו את כל השערות, משא"כ בעקרון הפעולה של בראון - הסכינים רחבות, ופוגשים את כל השערות שבטווח הרשת, וממילא מספיקה תנועה איטית יותר שהרי כדי לחתוך די בתנועת גזירה איטית ביותר, כפי שכדי לגזור במספריים לא צריך מהירות אלא רק כח (י.ש.).



בעת שהלהב דוחס את השער אל שפת הרשת - כוח החיתוך גדל במהירות, ולאחר החיתוך הכוח יורד בפלאומיות.

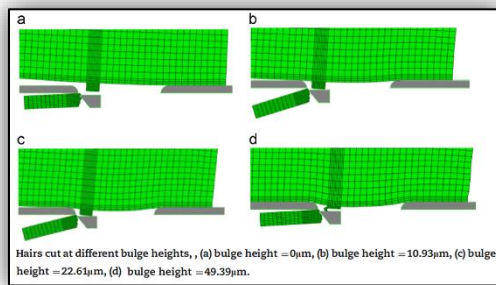
לאחר שהשער עובר עיוותים פלסטיים [כלומר, שלא חוזרים למקומם] ואלסטיים [כלומר, שחוזרים למקומם] - השיער ניזוק ונשבר בין הלהב לבין קצה הרשת.

השיער ממוקם קרוב לרשת - שמשמשת

כמחסום לתנועת השיער, והרשת אף משתתפת בחיתוך חלק קטן של השער, תלוי בזווית הלהב ובמרחק הלהב מהרשת, ראה בהמשך.

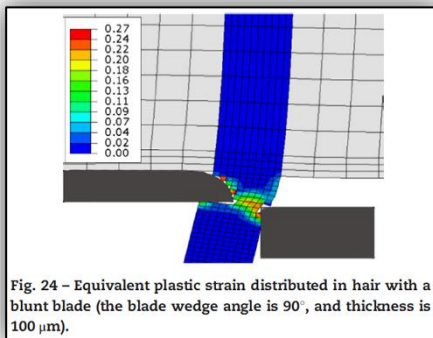
גבשושית העור: כתוצאה מדחיקת הרשת על העור - העור נדחס לבין שפתי הרשת, ונכנסת לשם גבשושית עור שממנה בולט השער, וכשבליטות העור נכנסות לבין חריצי הרשת - השערות נעות עם העור שסביב לשולי ההתקן הסמוכים, ונחתכות שם [ע"י הלהב, ולעתים גם ע"י שולי הרשת], וככל שכח דחיסת העור גדל - עולה כמעט באופן ישר גובה הגבשושית; ככל שהגבשושית גדלה - הזיפים שישארו קצרים יותר, והעור יהיה נתון תחת מתח גדול יותר הגורם לחיכוך גדול יותר בין העור לרשת, וממילא משך הגילוח מתקצר, וכמו כן החיכוך תומך בשיער - שמועבר בסמיכות לשפת הרשת במהלך חיתוכו [כלומר, במהלך החיתוך - השער נע עם העור עד שנשען על חריץ הרשת, ואז יכול להחתך כשהרשת משמשת כקונטרה ואף משתתפת בחיתוך]; ואילו כשבליטת העור קטנה יותר - הזיפים שישארו ארוכים יותר, יש פחות מגע בין העור לרשת במהלך חיתוך השיער, וממילא משך הגילוח מתארך. בתחילת החיתוך גובה הגבשושית משפיע על עליית הכח הנצרך לחיתוך [ניתן להסביר תופעה זו עם כוח הדחיסה

הגדול כשבליטת העור גבוהה יותר]; עם תחילת החיתוך - המגע בין העור לרשת משתנה, וחלק מהעור



כבר אינו נוגע ברשת [הסיבה העיקרית לזה היא הגבול החופשי בצידי העור - המאפשרים לעור לחזור לאחור, ובמהלך הניתור לאחור - העור מתנהג כמטוטלת הנעה קדימה ואחורה, ותנועתו דועכת, והלהב מגיע לשיווי משקל תוך כשתי אלפיות שנייה]; ואילו לקראת סוף החיתוך - כוחות החיתוך גדלים לערכי שיא, אך אז כמעט ואינם תלויים בעומק הבליטה; לאחר החיתוך - העור ושארית הזיפים חוזרים למקומם הראשוני.

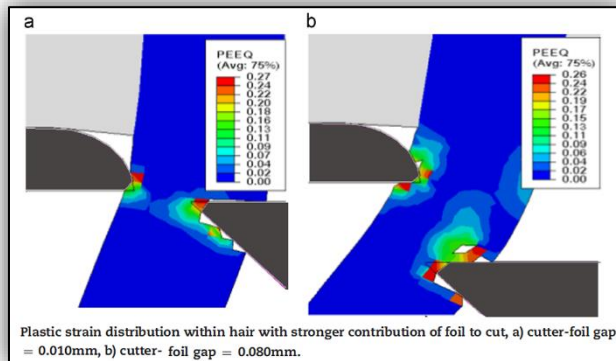
זווית הלהב: בגילוח יבש מצוי - השער נחתך בזמנית ע"י הלהב ושפת הרשת, והם משמשים יחד כזוג מספרים: ככל שזווית הלהב פחות חדה - נצרך כוח חיתוך גדול יותר, הלחץ בעור גדל [אמנם,



השפעת הזווית על מתח העור אינה ברורה, כי מתח העור מושפע מצורת חריצי הרשת, מבליטת העור לבין חריצי הרשת, ומתנאי החיכוך], ולרשת תפקיד פעיל יותר בחיתוך השיער, עד כדי שכשזווית הלהב ישרה - כמעט מחצית השיער נחתך באמצעות הרשת ולא באמצעות הלהב; ואילו ככל שללהב יש זווית חדה יותר מאשר לרשת - רוב השער נחתך ע"י הלהב ולא ע"י הרשת [בגלל שזווית הרשת קהה יותר מאשר של הלהב], הרשת משמשת יותר כמחסום ופחות מסייעת לחיתוך עצמו [ואז כמעט ואינו משנה מה המרווח שבין הרשת ללהב], ונצרך פחות כח חיתוך, וגם הלחץ בעור פוחת, והעור נדחף על ידי הלהב.

שפת חריצי הרשת: שפת חריצי הרשת יוצרת סדן שמסייע ללהב לחתוך את השער; תפקיד שפת הרשת על חיתוך הזקן מושפע מזווית הלהב - שכאשר מגלחים בלהב חד - השיער נחתך במהירות ללא מגע עם הרשת, ואילו כשמשתמשים בלהב קהה - גם הרשת משתתפת בחיתוך השער, בדומה למספרים [הגדרת 'מספרים' במאמר זה איננה הגדרה הלכתית, שהם מגדירים 'מספרים' - כשגם הלהב וגם הרשת משתתפים בפועל בחיתוך, ואילו בהגדרה ההלכתית יש להגדיר 'מספרים' ולא 'כ'תער' - גם כאשר הרשת רק מחזיקה את השער ומאפשרת ללהב לחתוך, שהרי הראשונים לא הגבילו את ההיתר לגלח במספרים כעין תער דוקא כאשר שני הלהבים קהים או שניהם חדים - וממילא שניהם משתתפים בחיתוך בשווה, אלא גם כשהאחד חד יותר מהאחר - וממילא עיקר החיתוך נעשה בו (י.ש.)].

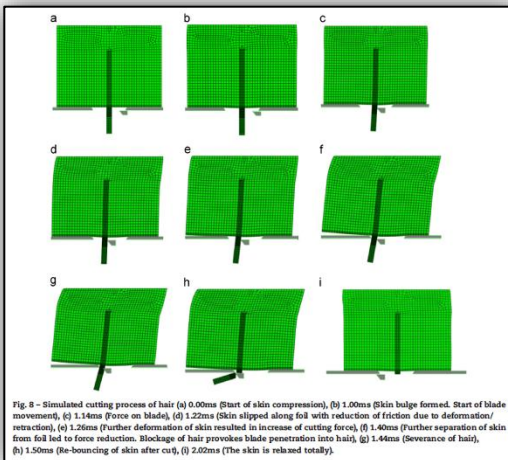
המרווח בין הלהב לרשת: ככל שהמרווח בין הלהב לרשת גדל - גדל גם כח הדחיקה של הלהב, ומרווח גדול גורם לתנודות גדולות של העור מעלה ומטה; כח החיתוך של הלהב גדל רק במעט עם



40 מיקרון, ולכן יש לשמור את המרחק בין הלהב לרשת כמרחק מוגבל, ולא גדול מדי.

מסקנותי מהמאמר הנוגעות להלכות גילוח הזקן

גובה הגבשושית יוצר הבדל באורך הזיף הנשאר לאחר החיתוך, אולם אין בזה נפ"מ להלכה, שהרי לדעת הסוברים שהיתר המכונה מותנה בכך שתשאר שארית המוגדרת כ"שער" - הרי לא די בשארית מזערית זו, ולדעת מי שלא תלה את ההיתר בשארית ניכרת אלא רק באם פעולת המכונה כמספריים או כתער - גם אין נפ"מ בשארית זו.



גמישות העור והבליטה הנכנסת לבין חריצי הרשת - מאפשרים לעור שבו השערה לנוע ממרכז החריץ עד לשפת הרשת, ובכך השערה נשענת על הרשת, ויכולה להחתך.

צמצום המרחק שבין הרשת ללהב והשימוש בלהב בעל זווית חדה יותר - גורמים שהרשת רק תשמש כסדן שעליו הלהב יחתוך ופחות תשתתף בפועל בחיתוך, ואילו הגדלת המרווח שבין הרשת ללהב, וכן השימוש בלהב בעל זווית קהה - גורמים לכך שהרשת תהיה שותפה

פעילה לא רק בסדן לחיתוך, אלא גם בחיתוך בפועל; אמנם, הגדרת השימוש במכונה זו כ'מספריים' ולא כ'תער' לכאורה לא מותנית במה שגם הרשת תשתתף בחיתוך, אלא די שהרשת תשמש כשותפה המסייעת ללהב לחתוך, שהרי הראשונים לא הגבילו את ההיתר לגלח במספריים כעין תער דוקא כאשר שני הלהבים קהים או שניהם חדים - וממילא שניהם משתתפים בחיתוך בשווה, אלא בפשטות התירו גם כשחלק אחד של המספריים הוא חד יותר מהאחר - וממילא עיקר החיתוך נעשה בו.



אמנם, אם יתייעצו איזו מכונה לרכוש - לכאורה יש ליעץ שירכשו מכונה שבה הלהב בעל זווית ישרה ומהירות נמוכה [\[כגון של בראון, בעלת הסכינים בצורת דיסקיות ורשת עגלגלה\]](#), שבה אין סיכוי שהסכין תחתוך שער באויר ללא סיוע הרשת.