

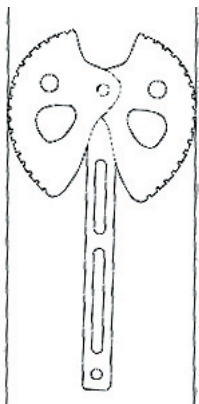
18. מכשירי עיגון מופעלים בקפיץ - פרנדים

שאלה:

איך פועלים הפרנדים, והאם נכונה הטענה כי הם לא עובדים באבן גיר אלא רק בגרניט?

תשובה:

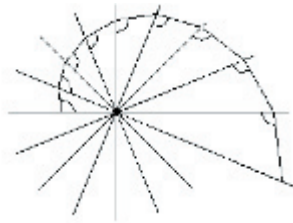
פרנדים הם הסוג המתוחכם באמת של אבני עיגון, כאלה שעובדים כמו קסם, כשהם עובדים. פרנדים, או באנגלית מדוברת קאמס (cams) הם שימושיים ביותר במסלולי חריצים, כמו שיש בסיני וברדן. במיוחד הם שימושיים בחריצים מקבילים, בהם קשה למקם רוקים או הקסים. האגדות על המצאתו של הפרנד הראשון הן רבות ומגוונות. החל בסיפורים יבשים על מטפס שהיה גם מהנדס והכיר היטב את העקרונות של ספירלות ועקומות שומרות זוויות, וכלה במעשיות על מטפס שקיבל את הרעיון מפתחה של מטריה ביום גשום... האמת היא שהפרנד הומצא על ידי אחד מחלוצי הטיפוס ביוסמיטי שבקליפורניה, ריי ג'ארדין (Ray Jardin), בשנת 1978, לא כל כך מזמן, הה? ריי ג'ארדין הוא הראשון שטיפס את הפייס המערבי של ה"אל קפיטן" בטיפוס חפשי, אבל היסטוריה היא לא הנושא כאן.



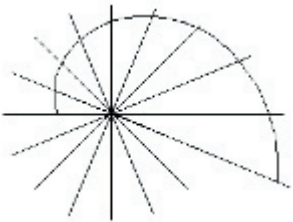
ציור 18.1

פרנדים הם אבני עיגון בעלות חלקים נעים, צירים וקפיצים, והן ממש ראויות לתואר אבני עיגון אקטיביות (הסוג האחר של אבני עיגון אקטיביות הם ה big bros, אבל גם זה לא הנושא). השם המלא לאבני עיגון כאלה הוא SLCD או אבני עיגון מופעלות בקפיץ (Spring Loaded Camming Device). לאבני עיגון אלה שלוש או ארבע כנפיים, בעלות צורה מיוחדת, שתוסבר בהמשך. הכנפיים נעות על ציר, ומופעלות על ידי קפיץ, המביא אותן למפתח המקסימאלי האפשרי. לחיצה על ההדק מכווצת את אבן העיגון וכך, במצב זה היא מוחדרת אל תוך החריץ (ציור 18.1). הרפיה מן ההדק תביא להיפתחות הכנפיים עד לדפנות החריץ. במצב זה הדבר היחיד המחזיק את הפרנד במקומו הוא החיכוך הנוצר על ידי הקפיץ הלוחץ את הכנפיים אל דפנות החריץ. כאשר מופעל עומס על הפרנד, אותו החיכוך שואף

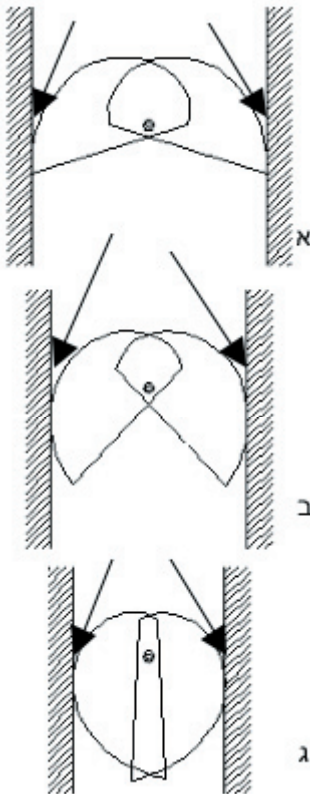
לפתיחה נוספת של הכנפיים ואיתה לחץ גדול יותר על דפנות החרוץ (שנשאר באותו הגודל).



ציור 18.2



ציור 18.3



ציור 18.4

הפיסקה הבאה היא טכנית מעט וניתן לדלג עליה. מספיק להבין כי הצורה הגיאומטרית של הכנפיים קובעת כי זווית המגע בין הפרנד לדפנות החרוץ תהיה קבועה, בלי תלות ברוחב החרוץ. על כל פנים, פרנדים בנויים כעקומה ספיראלית, כזו שתוך כדי הסיבוב שלה היא הולכת ומתרחקת מן המרכז. עקומה כזו ניתן לצייר בקלות. נקבע נקודה כלשהי כמרכז, נשרטט קרניים היוצאות ממנה במרווחי זווית קבועים, ונבחר על אחת מן הקרניים נקודת התחלה. נבחר זווית כלשהי ונתחיל לשרטט את העקומה עצמה (בציור 18.2 הזווית היא 97°). מן הקרן שנבחרה כנקודת התחלה נשרטט קטעי ישר כאשר הזווית בינו לבין הקרן היא הזווית שנקבעה. בנקודה בה הקו חותך את הקרן הבאה נתחיל קטע חדש באותה הזווית הקבועה. הקו שקיבלנו בנוי מקטעים ישרים כפי שנראה בציור 18.2. הזוויות המסומנות בציור כולן שוות והן 97° . אם נקטין מאד את מרווחי הזווית בין הקרניים, ונגדיל מאד את מספר הקרניים, נקבל עקומה חלקה כפי שנראה בציור 18.3. בעקומה כזו הזווית בין העקומה למשיק, בכל נקודה, היא קבועה ומכאן שמה: עקומה שומרת זווית. אם הזווית בין הקרן לקו קטנה מתשעים מעלות, העקומה הולכת ומתקרבת אל המוקד. אם היא בדיוק תשעים מעלות, נקבל עיגול, כלומר המרחק אל המוקד נשאר קבוע, ואם הזווית גדולה מזווית ישרה, העקומה הולכת ומתרחקת מן המוקד.

העקומה הזו, שתיארנו, היא הצורה הבסיסית המשמשת לפרנדים, קאמלוטים, אליאנס וגם טריקמים. בפרנד, הכוח מופעל לאורך קו היוצא מן המוקד (הציר של הכנפיים), ומוביל אל נקודת המגע. במקרה שלנו נקודת המגע היא על דופן החרץ. המבנה של הכנפיים, כעקומה שומרת זווית, גורם לכך שהזווית בין הכוח המופעל לבין משטח המגע נשארת קבועה. ניתן לראות זאת בציורים 18.4 א, ב, ו- ג. בציורים אלה מתואר אותו הפרנד בחריצים שונים ברוחבם, אולם זווית המגע עם דפנות החרץ אינה משתנה (החיצים מורים על נקודות המגע).

האחיזה של הפרנד בחריץ היא בכוח החיכוך בין הכנפיים לדופן החרץ. כוח החיכוך, כזכור לנו משיעורי הפיזיקה, מופעל באיזור מגע בין שני גופים והוא תלוי בשני דברים. הראשון הוא **מקדם החיכוך** והשני הוא **הכוח המופעל בניצב למישור המגע**.

מקדם החיכוך הוא תכונה של שני החומרים הבאים במגע. במקרה שלנו נקבע מקדם החיכוך על ידי סוג הסלע והסגסוגת ממנה בנויות הכנפיים. בסוגי סלע שונים, מקדם החיכוך יהיה שונה עם אותו פרנד. זה נוגע גם לחלקה השני של השאלה ופירוט נוסף יבוא בהמשך.

המרכיב השני של כוח החיכוך, **הכוח המופעל בניצב למישטח המגע** בין שני הגופים, יהיה גדול ביותר כאשר הכוח מופעל בניצב ממש, וככל שהזווית שונה מ°90 כך קטן רכיב הכוח המופעל בניצב למישור. דוגמה לכך אנו מכירים מנעלי הטיפוס: ככל שהאחיזה עליה אנו עומדים משופעת יותר, כך החיכוך קטן. סיכוי טוב ביותר להחליק הוא על קיר אנכי ללא אחיזה. כדי למנוע החלקה אנו נשענים לאחור באופן אינסטינקטיבי, כך שמופעל כוח גדול יותר בניצב לקיר ולא במקביל לו. נחזור אל הפרנדים. בחריצים שדפנותיהם ישרות. זווית המגע נשארת קבועה, בגלל שכך בנינו את הכנפיים, כעקומה השומרת את הזווית. זווית זו קובעת את החיכוך ולכן גם החיכוך נשאר קבוע, ולכן באותו העומס יפעל אותו כוח חיכוך בחריצים ברוחב שונה. הפרנד מחזיק באותה המידה בחריצים קטנים וגדולים. מלבד זאת, ככל שהעומס המופעל על אבן העיגון גדול יותר החיכוך הולך וגדל. במילים אחרות, העיגון 'מחזיק' יותר טוב ככל שהכח המופעל עליו גדול יותר, זאת כמובן בתנאי שהחיכוך גדול יותר מן הכוח המופעל על העגינה (נושא זה נזכר כבר בפרק 6).

מכאן, שהזווית של העקומה קובעת את כוח החיכוך ואת האחיזה של הפרנד בחריץ. הזווית גם קובעת את טווח גדלי החריצים של הפרנד, ושני אלה, הטווח והאחיזה, עומדים ביחס הפוך: ככל שהזווית בין הקרן

למשיק גדולה מ 90° , כך גדל הטווח של הפרנד, אבל החיכוך קטן. ככל שהזווית קרובה יותר ל 90° החיכוך טוב יותר, אבל טווח החריצים להם מתאים הפרנד, קטן יותר.

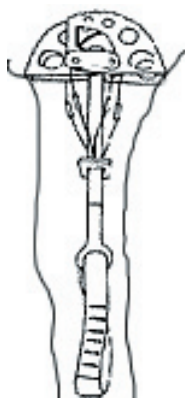
קיימים בשוק מספר רב של מכשירי עיגון המופעלים בקפיץ, המיוצרים על ידי חברות שונות. כולם מבוססים על אותם העקרונות, וההבדלים ביניהם הם לרוב קטנים (למשל, זווית מגע שונה ממכשיר אחד למשנהו). הפרנדים הראשונים יוצרו על ידי חברת WILD COUNTRY והאלמנט נושא העומס בפרנדים האלה היה מוט אלומיניום מאסיבי למדי (ציור 18.5).



ציור 18.5

הם נקראו פרנדים קשיחים (rigid friend). לפרנדים הקשיחים חסרון אחד בולט בחריצים אפקיים. במקרים מסויימים מופעלים על המוט, המחובר לצייר של אבן העיגון, מאמצי כפיפה שעלולים לעוות או לשבור אותו. לעומת זאת הפרנדים הקשיחים מצטיינים בפעולה מדוייקת ותגובה מהירה יותר (העברת הכוח ליכנפיים' היא מיידית) והם ממשיכים לעבוד שנים רבות ללא תקלות. רוב ה-SLCD המיוצרים כיום אינם 'קשיחים' אלא 'גמישים'. האלמנט נושא העומס בפרנדים 'גמישים' הוא כבל פלדה היכול להתכופף לכיוונים שונים ואינו נשבר (ציור 18.10). מכשירים אלה נקראים בשם פרנדים גמישים (flexible friends או בקיצור ובחיבה: flexy friends).

שתי קבוצות של SLCD, הראויות להתייחסות מיוחדת, הן בעלי הכבל הכפול, ובעלי הצייר הכפול.



ציור 18.6

המכשירים בעלי הצייר הכפול הם ה'יקמלוט' (Camalot), כידוע, הוא שם הטירה של המלך ארתור; אבל זה לא שייך. ניתן גם לקרוא Cam-a-Lot. השם הוא משחק מילים על תכונתו של המכשיר לעשות הרבה (camming) של חברת Black Diamond. הצייר הכפול מאפשר לאבן העיגון להתאים לטווח רחב יותר של גדלי חריצים, עם זווית השקה הקרובה לניצב, ובאותו הזמן משמשים הציירים גם כמעצור מאסיבי המונע מהכנפיים 'להתהפך' ומאפשר להשתמש בה גם כאבן עיגון פאסיבית, כלומר, שתהיה תקועה ותישען על הכנפיים כמו שמתואר בציור 18.6.

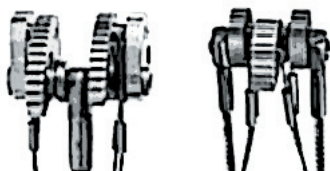


ציור 18.7

בקבוצת בעלי הכבל הכפול ניתן למצוא מכשירים דומים רבים. חברת HB מייצרת את HBQuadcam, בחברת Metolius מייצרים את 3Cam ו-4Cam, ואצל WB מייצרים את TCU: Tri-Cam-Unit, ועוד רבים אחרים. אפילו שתי המידות הקטנות ביותר של הקמלוט (וכל המידות של קמלוט בעיצוב המקורי) המשיכו כמה שנים להיות מיוצרות עם כבל כפול. הכבל מתחבר בצורת U לשני צידי הציר של אבן העיגון (ציור 18.7). החיבור נעשה בהלחמה, שהיא שיטת חיבור חזקה מאד. המכשירים בעלי הכבל הכפול מאפשרים הפעלה באצבע אחת (מה שקרוי בפי המקצוענים one finger trigger). החסרון הבולט

ביותר של הכבל הכפול הוא שהחיבור הכפול לציר עשוי, במקרים מסויימים לגרום לחלוקה לא סימטרית של הכח, ולסיבוב אבן העיגון בתוך החרץ. במקרים מסויימים סיבוב כזה עלול לגרום לשליפתה של האבן. בציור 18.8 ניתן להשוות בין הראשים של cam עם כבל אחד ועם שני כבלים.

TCU, 3CAM, ושאר ה-SLCD בעלי שלוש היכנפיים הם לרוב פחות יציבים במקום בו הם הונחו ויכולים לזוז ולהסתובב ביתר קלות. לעומת זאת הם בעלי מימדים ופרופיל קטנים יותר ומתאימים גם לחורים



ציור 18.8

אליפטיים (חריצים קצרים) בהם אין מספיק מקום לפרנד רגיל. מכשירים אלו תוכננו במקור במיוחד לשימוש בחורים אליפטיים ועגולים (פוקטים pockets) של קוורץ בגרניט, ולכך הם מצויינים. בציור 18.8 ניתן גם להשוות בין הצורות והפרופילים של בעלי שלוש וארבע היכנפיים.

לבסוף, תשובה על חלקה השני של השאלה, והיא בנוגע לסוגי סלע שונים. השאלה נשאלה על גיר וגרניט, אבל יש עוד כמה סוגי סלעים. החיכוך המופעל תלוי בסוג הסלע, כמובן. מקדם החיכוך, שנזכר קודם, בין הסלע לבין החומר ממנו עשויות היכנפיים משפיע על יכולת האחיזה של הפרנד. בסלע שונה יהיה מקדם חיכוך שונה. הפרנדים הראשונים יוצרו במיוחד לסדקים בגרניט, שהוא סלע קשה. אבן חול, למשל, אינה

קשה כמו גרניט, אבל בנויה מגרגרי קוורץ שהם קשים מאד. פרנד שלא ישבור את אבן החול, כפי הנראה יהיה עגינה טובה בה. גיר, לעומת זאת אינו קשה בכלל, וידועים לא מעט מקרים בהם נשלפו פרנדים מתוך חריצים וחורים בגיר. ככלל, לא מומלץ להשתמש בפרנדים, קמלוטים, TCU ודומיהם בסלעי גיר, דולומיט, קירטון, ואפילו בסדקי גרניט בהם הסלע בחריץ מצופה בשכבה דקה, השונה משאר הסלע. בארץ, כמעט כל המצוקים בהם אנחנו מטפסים הם סלע גיר בצורתיו השונות (בכרמל, בגליל, בהרי יהודה, במדבר יהודה ובנגב) ולכן טריקמים, רוקים והקסים יהיו בחירות נבונות יותר כעגינות. על הגרניט של סיני ובאבן החול של ואדי ראם, הפרנדים שימושיים יותר. ניתן היה לשנות את הכוח המופעל על דפנות החריץ על ידי שינוי הזווית המגדירה את העקומה (מה שיקטין במידה משמעותית את טווח הפרנד), על ידי בניית כנפיים רחבות יותר (מה שיהפוך אותו לכבד יותר) או על ידי שימוש במתכת קשה יותר (מה שיהפוך אותו ליקר יותר). כל זאת לא נעשה עד לשנים האחרונות, מעניין למה...

ארבע תוספות אחרונות:



ציור 18.9

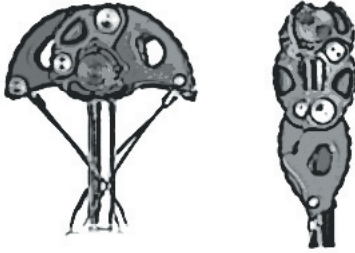
1. לאורך כל השנים הומצאו עוד ועוד מכשירי עיגון המופעלים בקפיץ, עם המון שמות, פטנטים, גדלים וצורות. הנה כמה שלא הוזכרו כאן: Aliens, Amigos, 4cu. vectors, flexi-fits, Alien נראה בציור 18.9 המצטיין בפרופיל קטן במיוחד וללא כבלים בולטים.



ציור 18.10

2. בשנת 2003 בערך, הופיעו מכשירי עיגון בשם fat-cams, כלומר: קאמים שמנים, של חברת מטוליוס. לאלה כנפיים רחבות במיוחד (שמנות) והם מותאמים במיוחד לסלע גיר. ציור 18.10 מראה את הקאמים האלה.

3. חברת Omega Pacific פיתחה בשנת 2004 מכשיר עיגון עם ארבע כנפיים, המורכבות כל אחת משלושה חלקים מחוברים זה לזה, עם המון צירים וקפיצים, המתאימה לטווח גדול במיוחד של גדלי חריצים. את המכשיר, Link Cam, ניתן לראות בציור 18.11.



ציור 18.11

4. ולסיום, נחזור אל הפרנדים:

כיום מיוצרים הפרנדים (המדובר בפרנדים ממש, של חברת WILD COUNTRY) בשתי הצורות: פרנדים קשיחים - forged friends וגמישים - technical friends. את שתי צורות ניתן לראות בציור 18.12. לשני הסוגים יש בדגמים החדשים מעצור הבנוי כחלק מן הכנפיים ומאפשר להשתמש בהם כאבן עיגון פאסיבית (כמו הקמלוט בציור 18.7).



ציור 18.12

ועכשיו, אפשר לטפס מהר ובטוח בחריצים.