

Kovuusmittaus

Vickers (SFS-EN ISO 6507-1)

Vickersin kovuuskoe kehitettiin vuonna 1924, kun Smith ja Sandland Vickers Ltd:llä halusivat Brinellin kovuuskokeelle vaihtoehdoisen menetelmän mitata materiaalien kovuutta. Vickersin menetelmä on usein helpompi käyttää kuin muut kovuuden mittaustavat, sillä siinä vaaditut laskentamenetelmät ovat riippumattomia painimen koosta ja toisaalta samaa paininta voidaan käyttää kaikille materiaaleille kovuudesta riippumatta.

Peruseriaate, kuten kaikissa kovuusmittausmenetelmissä, on tutkia tarkkailtavan materiaalin kykyä vastustaa plastista muodonmuutosta. Vickersin kovuuskoemenetelmää voidaan käyttää esimerkiksi kaikille metalleille ja sillä on kaikista mittausten laajin kovuusalue. Kovuuden yksikkö tunnetaan Vickersin kovuutena (HV). Taulukossa 1 on esitetty koevoimien alueet.

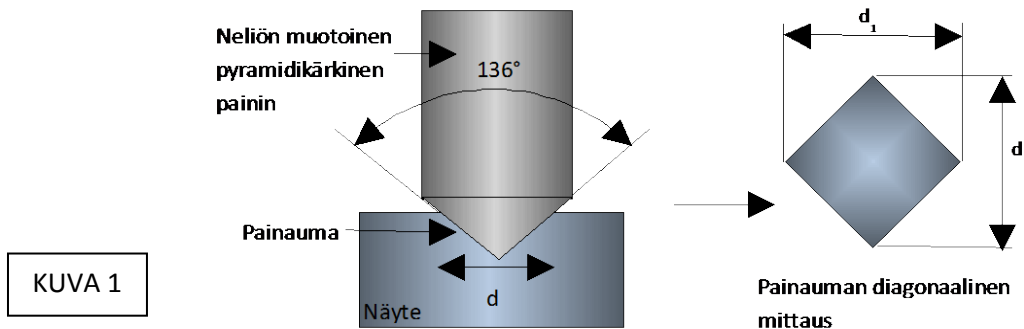
Taulukko 1. Koevoimien alueet

Koevoiman alue F (N)	Kovuuden tunnus	Nimeäminen
F 49,03 N	HV 5	Vickersin kovuuskoe
1,961 N F < 49,03 N	HV 0,2... < HV 5	Vickersin kovuuskoe pienellä koevoimalla
0,09807 N F < 1,961 N	HV 0,01... < HV 0,2	Vickersin mikrokovuuskoe

Vickersin menetelmässä materiaalin kovuus määritetään laitteistolla, jossa neliöpohjainen säännöllinen timanttipyramidi, jonka vastakkaisten sivutahkojen välinen kulma on 136° , painetaan koekappaleeseen koevoimalla F. Koevoiman F poistamisen jälkeen mitataan koekappaleen pintaan jääneen painauman lävistäjät d_1 ja d_2 (kuva 1). Vickersin kovuus on koevoiman ja painuman pinta-alan lukuarvojen suhde. Painuman oletetaan olevan neliöpohjaisen säännöllisen pyramidin muotoinen ja sen kärkikulma on sama kuin paininkärjellä.

$$HV = 0,102 * \frac{2F \sin(136^\circ/2)}{d^2}$$

missä F on koevoima, d on lävistäjien d_1 ja d_2 aritmeettinen keskiarvo.



KUVA 1

ISO 6507 määrittelee nämä Vickersin kovuusalueiden painuman suuruudet lävistäjän välille 0,02 – 1,4 mm. Mikäli painuman lävistäjän koko on alle 0,02 mm, mittaustuloksen epävarmuus kasvaa (eli mittaustarkkuus heikkenee painuman jäljen koon ollessa hyvin pieni).

ISO 6507 standardissa mainitaan koevoiman pienentämisen yleisesti kasvattavan mittaustulosten hajontaa. Tämä on huomioitava erityisesti pienellä koevoimalla tehtävässä Vickersin kovuuskokeessa sekä Vickersin mikrokovuuskokeessa, missä painuman lävistäjän mittaamisessa on omat rajoituksensa. Vickersin mikrokovuuskokeessa painuman keskimääräisen lävistäjän mittausepävarmuus on suurempi kuin $\pm 0,001$ mm.

Vickersin kovuuden arvo esitetään xxxHVyy, kuten esimerkiksi 440HV30. Vickersin kovuuden arvo voidaan esitetään xxxHVyy/zz, mikäli kuormitusaika poikkeaa määritellystä 10 - 15 s. arvosta, kuten esimerkiksi 440HV30/20.

- 440 on kovuuden arvo,
- HV on Vickersin kovuuden tunnus,
- 30 on koevoiman likimääräinen suuruus kilogrammavoimana (kgf), missä 30 kgf = 294,2 N,
- 20 on kuormitusaika (20 s), joka ilmoitetaan silloin kun se poikkeaa määritellystä ajasta (10 – 15s).

Taulukko 2. Esimerkkejä Vickersin kovuusarvoista muutamille materiaaleille

Materiaali	Arvo
316L ruostumaton teräs	140HV30
347L ruostumaton teräs	180HV30
Hiiliteräs	55-120HV5
Rauta	30-80HV5

Standardissa SFS-EN ISO 6507-1 määritellään myös millainen hyvän koekappaleen ja koeolosuhteiden tulisi olla. Esimerkiksi tutkittavan pinnan tulisi olla sileä ja tasainen, puhdas oksidihilseestä ja vieraista aineista sekä erityisesti puhdas voiteluaineista, ellei tuotestandardi toisin mainitse. Tutkittavan kappaleen pinnan laadun täytyy olla niin hyvä, että painuman lävistäjä voidaan tarkasti mitata. Pinnan valmistelussa tulee huomioida, että pintakovuus ei muutu esimerkiksi liiallisen kuumenemisen johdosta tai kylmämuokkauksesta johtuen.

Standardi määrittelee ohuita kappaleita tai pinnoitteita mitattaessa, että koekappaleen paksuuden tai pinnan paksuuden täytyy olla vähintään 1,5 kertaa paksumpi kuin painuman lävistäjä. Kokeen jälkeen koekappaleen vastakkaisella pinnalla ei saa näkyä muodonmuutosta.

Standardi SFS-EN ISO 6507-1 mainitsee kovuuskokeen tehtävän yleensä 10 – 35 °C:n lämpötilassa. Kokeessa koekappaleen täytyy olla asetettu niin tiukasti, ettei se pääse liikkumaan. Laitteen tulee myös olla suojattuna iskuilta ja värinältä mittauksen suorituksen ajan.

Mittauksessa huomioitavaa

TÄRKEÄÄ 1: Vickersin kovuuskokeessa teräksillä, kuparilla ja kupariseoksilla täytyy painuman keskipisteen etäisyyden koekappaleen reunasta olla vähintään 2,5 kertaa painauman lävistäjien keskiarvo. Kevytmetalleilla, lyijyllä ja tinalla sekä näiden seoksilla etäisyyden reunasta on oltava vähintään 3 kertaa painauman lävistäjien keskiarvo.

TÄRKEÄÄ 2: Kahden vierekkäisen painuman keskipisteiden välin täytyy teräksillä, kuparilla ja kupariseoksilla olla vähintään 3 kertaa painauman lävistäjien keskiarvo. Kevytmetalleilla, lyijyllä ja tinalla sekä näiden seoksilla keskipisteiden välin täytyy olla vähintään 6 kertaa painauman

lävistäjien keskiarvo. Tämä siksi, jotta edeltävän mittauksen muokkauslujittumisalue ei vaikuttaisi toiseksi mitattavan kohdan kovuusmittaustulokseen.

TÄRKEÄÄ 3: Käyttäjän olisi hyvä tehdä omat kovuusmittarin määräaikaistarkastukset kovuusmittarin tulosten luotettavuuden varmentamiseksi. Kovuusmittari pitäisikin tarkistaa ainakin kerran sen jokaisena käyttöpäivänä likimäärin jokaisella kovuustasolla sekä jokaisella käytettävällä mitta-alueella tai kovuusasteikolla tekemällä kovuusmittaus standardin ISO 6507-3 mukaisesti kalibroituun vertailukovuuspalaan.

TÄRKEÄÄ 4: Kokemuksesta tiedetään, että paininkärkeä joudutaan hylkäämään jo lyhytaikaisen käytön jälkeen. Tämä johtuu pinnassa olevista pienistä halkeamista, kuopista, voimakkaasti kiinni tarttuneesta liasta (metallipinnoitteet) tai muista vioista. Jos tällaiset viat todetaan ajoissa, voidaan monet paininkärjet korjata uudelleen hiomalla. Pienet pintaviat kasvavat nopeasti ja tekevät paininkärjestä käyttökeltottoman. Timantin kunto onkin tarkastettava määräajoin. Siihen tarttuneet vieraat aineet on poistettava.

Timanttikärjen puhdistus

HUOM. Standardin SFS-EN ISO 4516 mukaan timantti voidaan puhdistaa painamalla se kupariin tai pehmeään teräkseen. Puhdistaminen voidaan tehdä myös jollakin liuottimella, joka ei vahingoita laitetta. Timantin tarkastus voidaan tehdä pyyhkäisyelektronimikroskoopilla tai optisella mikroskoopilla, jonka numeerinen apertuuri on yli 0,85. Säröt ja muut viat voidaan joskus havaita painuman muodosta ja symmetrisyydestä. Laittevalmistajat voivat myös esittää muita puhdistusmenetelmiä.

Yleistä

Mitään yleistä menettelyä Vickersin kovuuden tarkaksi muuntamiseksi muiden asteikkojen kovuusiksi tai murtolujuuksiksi ei ole. Tämän johdosta muuntamista tulisi käyttää harkiten, sillä käyttämällä muuntokertoimia asteikkojen välillä, saadaan vain suuntaa antavia arvoja. Kertoimilla muunnettujen kovuusarvojen tarkkuus olisi hyvä varmentaa vertailukokeilla.

Materiaalien anisotrooppisuudella saattaa olla oma vaikutuksensa tuloksiin. Anisotrooppisuutta esiintyy mm. voimakkaasti kylmämuokatuilla tuotteilla, joka voidaan havaita painuman kahden lävistäjän pituuksien eroissa. Mikäli mahdollista, koe tulisi tehdä siten, että painumien lävistäjät olisivat noin 45° kulmassa kylmämuokkaussuuntaan nähden. Painumien lävistäjien eroille voidaan ilmoittaa rajat tuotespesifikaatiossa.