

Lepljeni valjasti spoji in njihova uporaba v strojništvu

Marjan POTOČAN

Izvleček: Članek v začetku govori o lastnostih in problematiki valjastih spojev, ki se v industrijski proizvodnji največ uporabljajo pri oblikovanju in reševanju konstrukcijskih problemov. Podrobneje so opisani krčni nased, pritisno nakrčeni spoj in ohlapni spoj. V nadaljevanju je predstavljena tudi pravilna izbira lepila za lepljenje različnih kombinacij materialov.

Omenjene so prednosti uporabe lepila v primerjavi s konvencionalnimi načini spajanja cilindričnih (valjastih) delov.

Ključne besede: lepilo, material, lepljenje, površina, valjasti spoji, lepljenje zobnikov

■ 1 Osнове lepil

Zaradi različnih materialov, ki se pojavljajo v sodobnih tehnologijah, in različnih zahtev (trdnost, trajnost, elastičnost, hitrost strjevanja) obstaja na trgu zelo široka paleta lepil. Nobeno lepilo ni univerzalno, kar natančneje pomeni, da nobeno ne izpolni vseh zahtev. Lepila lahko v grobem delimo na eno- ali večkomponentna, razlikujejo se pa še po: elastičnosti, kemični osnovi, načinu strjevanja, sestavi, strukturi, ... Največkrat pa lepila delimo glede na kemično osnovo na: akrilna, cianoakrilatna, anaerobna, epoksi, silikone, Ta nam pove tudi njihove okvirne lastnosti. V nadaljevanju bomo omenili le anaerobna lepila, ki se v industrijskih panogah pogonske tehnike in sistemih prenosa vrtilnega momenta največ uporabljajo.

■ 1.1 Anaerobna lepila

Strjujejo se ob odvzemu kisika in sočasni prisotnosti kovine oziroma kovinskih ionov v zlepnem spoju ali ob stiku z aktivatorjem. Zlepni spoj

zahteva maksimalno zračnost 0,5 mm. Zaradi omenjenih dejstev delovanja se anaerobna lepila uporabljajo predvsem za lepljenje kovin, na mestih varovanja vijajčnih zvez proti odvitju, za lepljenje valjastih spojev ter tesnjenje prirobnic. Anaerobna lepila so tudi zelo dobro odporna na naftne derivate.

■ 1.2 Uporaba anaerobnih lepil pri valjastih spojih

V industrijah, zlasti na področjih pogonske tehnike, je precej valjastih spojev. To so predvsem spoji med gredjo in zobnikom ali osjo in elementi na njej. Običajno so izvedeni z mehanskimi elementi, kot so mozniki ali utorne gredi. V zadnjem času pa se na teh mestih vse več

uprabljajo lepila za lepljenje zobnikov na gred. Lepila imajo zelo pozitiven učinek pri vseh izvedbah valjastih spojev, kjer dodatno omogočajo prenos večjih obremenitev in preprečujejo nastanek zvarne korozije.

Mozniki, zagozde in zatiči v valjastem spoju so zelo občutljivi za nastanek zvarne korozije zaradi udarcev in mikropremikov, ki so neločljivo povezani s konstrukcijo takšnih spojev. Lepila oziroma polimerni materiali napolnijo vse praznine v spoju. Ko se strdijo, preprečijo mikropremike med dvema deloma in tako povečajo zanesljivost prenosa obremenitve in življenjsko dobo sestavljenega sklopa.



Slika 1. Povezovalni elementi med gredjo in pestom

Mag. Marjan Potočan, univ. dipl. inž., Henkel Slovenija, Maribor

■ 1.3 Primerjava lepljenih valjastih spojev s konvencionalnimi spoji

Z uporabo lepila pri tovrstnih spojih lahko v določenih primerih dosežemo dovolj velike kapacitete oziroma nosilnosti za prenose aksialnih sil. Alternativno to pomeni, da ni več potrebe po uporabi in vgradnji elementov, kot so zatiči, Segerjevi obroči, puše za varovanje pred aksialnimi pomiki na gredah ali oseh (slika 1). Zelo učinkovita je uporaba polimernih materialov pri različnih sanacijah in popravilih gonil.

■ 2 Lepljeni valjasti spoji

Trdnost in nosilnost nelepljenih spojev s krčnim nasedom se izračuna po formuli:

$F = \text{tlak pesta} \times \text{koeficient trenja} \times \text{kontaktna površina}$

Rezultat formule je odvisen od sledečih parametrov:

- Vmesni tlak pesta je odvisen od stopnje presežka materiala, elastičnih modulov obeh materialov in oblike spoja ter dimenzij. Večji kot je presežek materiala, večji je tlak pesta na gred ali os.
- Koeficient trenja je odvisen od materiala, površinske obdelave in hrapavosti ter pogojev površine.
- Kontaktne površine: študije in proučevanja kažejo, da je maks-



Slika 2. Mikroskopska povečava stika površin v krčnem nasedu

malni dejanski kovinski kontakt med površinami gredi in pesta le 25–30 % tudi pri največjih tlakih in krčnih nasedih z največjimi presežki materiala (slika 2).

■ 2.1 Lepljen valjasti spoj s krčnim nasedom

Poseben primer je lepljenje valjastih spojev, kjer je med pestom in gredjo presežek materiala, kar pomeni, da se med gredjo in pestom oblikuje krčni nased. Uporaba lepila pri tovrstnih spojih bistveno izboljša njihovo nosilnost.

Če takšnemu spoju dodamo lepilo, se kontaktna površina med kovinama poveča do 100 %. Tako omogočimo, da dejansko celotna površina prenaša strižne in tlačne obremenitve ter torzijske momente. Trdnost krčnega naseda brez lepila in trdnost lepila v krčnem nasedu lahko seštejemo, kar pomeni višjo skupno trdnost spoja.

To pomeni, da se lahko pri istih dimenzijah spoja prenašajo precej večje obremenitve. Pozitivna posledica tega je zmanjšanje dimenzij in mase gonila pri določenih obremenitvah in nenazadnje tudi zmanjšanje stroškov izdelave gonila. Obstajata dve tehniki sestavljanja valjastih spojev, kjer je zagotovljen presežek materiala in se dodatno uporablja še tehnologija lepljenja za izboljšanje nosilnosti valjastega spoja. Zelo veliko tovrstnih primerov je v avtomobilski industriji pri izdelavi menjalnikov (slika 3).

Elementa pesta in gredi sta izdelana v tolerancah, ki omogočajo presežek materiala pri delovni temperaturi oziroma temperaturi obratovanja gonila. Najpogostejši način sestavljanja takšnega spoja je z nanosom lepila na gred oziroma notranji del ter segrevanje zunanega dela oziroma pesta, s čimer zagoto-



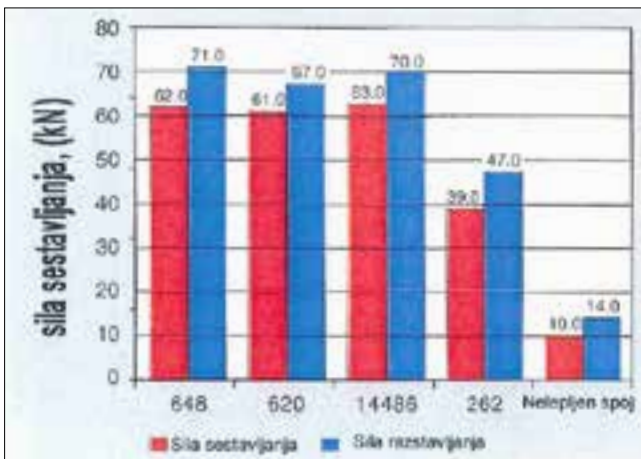
Slika 3. Sestavljeni valjasti spoj

vimo zračnost ob sestavljanju. Tehnika lepljenih krčnih nasedov daje optimalno trdnost spoja, saj vnos temperature v spoj pozitivno vpliva na postopno strjevanje lepila. Posledica krčenja zunanjega dela pri ohlajanju pa je tlačna obremenitev na strjujoče se lepilo. Rezultat takšnega spoja je skupna trdnost spoja, ki jo tvorita strižna trdnost lepila in trenje v spoju, ki je posledica presežka materiala in tlačnih pritiskov zunanjega dela (pesta) na gred (notranji del). Razlike v trdnosti in nosilnosti spoja, izdelanega s presežkom materiala, z uporabo in brez uporabe tehnike lepljenja, prikazuje *slika 4*.

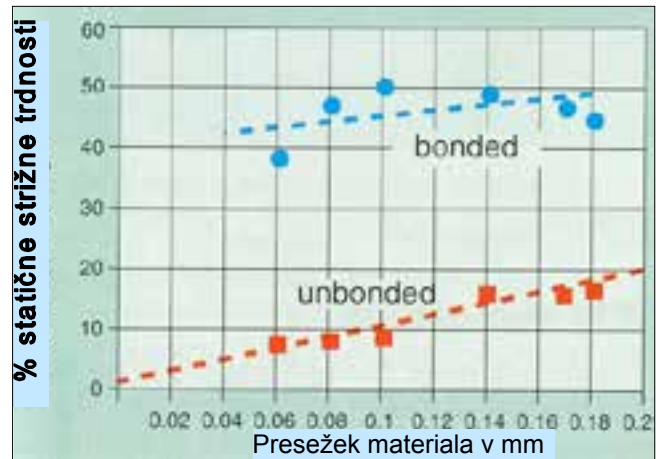
Alternativna metoda sestavljanja spojev s presežkom materiala je z ohlajanjem ali podhlajevanjem notranjega dela (gredi) in nanosom lepila na zunanji del v izvrtino pesta. Ta metoda ni priporočljiva, saj prihaja na podhlajenem delu do kondenzacije in zmrzovanja, kar pa ima zelo negativne vplive na strjevanje lepila in končno trdnost zlepnega spoja. V primeru zelo velikih presežkov materiala ali pri majhnih dimenzijah premerov, kjer je termični raztezek premajhen, se lahko uporablja kombinacija obojega, se pravi segrevanja zunanjega dela (pesta) in podhlajevanja notranjega dela (gredi).

2.2 Pritisno nakrčen spoj

Lepilo se nanese v tankem sloju (filmu) na eno ali obe površini, običajno samo na gred. Nato se dela s stiskalnico pritisneta drug v drugega. Pomembno je, da med manipulacijo delov proti stiskalnici in v stiskalnici ne prihaja do brisanja lepila s površine. Paziti moramo, da



Slika 5. Pomen nosilnosti lepila v sestavljenem valjastem



Slika 4. Primerjava trdnosti lepljenega in nelepljenega krčnega naseda v odvisnosti od presežka materiala

hitrost stiskanja ni prevelika in da je v stiskalnici zagotovljena popolna centričnost delov.

Potrebno silo sestavljanja zagotovimo s stiskalnicami, saj drugače tovrstnih spojev ni mogoče sestaviti. Pri tolerancah gre v tem primeru za vmesni prileg ali z zelo majhnimi presežki. Spoji se sestavljajo v hladnem stanju brez segrevanja. Hitrosti pomikov elementov za sestavljanje so 1000 mm/min ali večje, saj je v tem primeru potrebna manjša sila sestavljanja. Pomen lepila v takšnem sestavljenem spoju glede na nosilnost prikazuje *slika 5*.

3 Zaključek

V praksi je še ogromno primerov, kjer lepila v kombinacijah s klasičnimi metodami spajanja ali povezovanja elementov izboljšajo funkcionalnost in delovanje strojnih sklopov. So pa tudi področja, kjer se kot vezni element med materiali uporablja samo lepilo. V zadnjih 20 letih so lepila dosegla zelo velik razvoj in prodor v vse vrste tehnologij ter tako precej znižala stroške proizvodnje, montaže in vzdrževanja.

Literatura

- [1] Potočan Marjan: Konstruiranje s polimernimi materiali, Magistrska naloga, Maribor 2009.
- [2] Izbor laboratorijske prakse.

Glued cylindrical joints and their application in mechanical engineering

Abstract: In the beginning the article talk about the characteristics and problems of cylindrical joints, which in industrial production is mostly used in designing and solving structural problems. More information is given regarding shrink fit, pressure shrink fit and loose joint. Presented below is the correct choice of adhesive for bonding various combinations of materials. There are meant the advantages of using adhesives in comparison with conventional methods of joining cylindrical (spur) parts.

Keywords: Adhesive, material, gluing, surface, cylindrical joints, gear gluing