

1 UVOD

1.1 OPĆI PRISTUP TEHNOLOGIČNOSTI ZAVARENIH KONSTRUKCIJA

1.1.1 Definicija tehnologičnosti

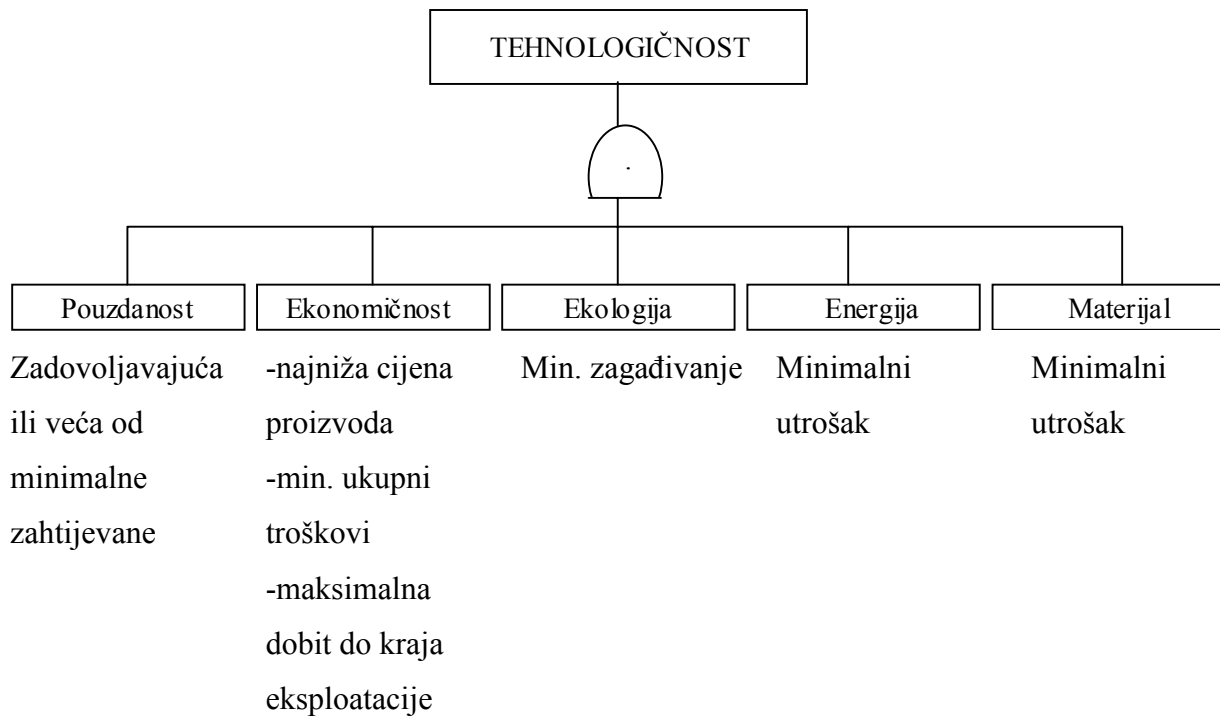
Postoji više kraćih ili širih definicija tehnologičnosti. Tehnologičan proizvod je onaj proizvod, koji zadovoljava funkcionalnost, ekonomičnost i estetiku. Funkcionalnost ima isto značenje kao i pouzdanost – pouzdano funkcioniranje proizvoda. Ekonomičnost podrazumijeva niske troškove izrade i korištenja proizvoda. Kod nekih dijelova postrojenja nije važan izgled, dok kod nekih postrojenja ili proizvoda estetika može biti zahtjev.

Prema široj definiciji tehnologično rješenje će biti ono rješenje koje osigurava funkcioniranje proizvoda, s traženom razinom pouzdanosti, u predviđenim uvjetima eksploatacije i u predviđenom vijeku eksploatacije uz najmanje troškove.

Ovoj definiciji se može dodati još dodatnih zahtjeva koji su potrebni već danas, a biće pogotovo potrebni za budućnost, zbog krize energije, materijala kao i zagađivanja biološke okoline. Ta proširena definicija glasi:

"Tehnologično rješenje će biti ono, koje osigurava ispravno funkcioniranje proizvoda s traženom razinom pouzdanosti, u predviđenom vijeku eksploatacije, a uz najmanje troškove, najmanji utrošak materijala, najmanji utrošak energije i uz najmanje zagađivanje biološke okoline", slika 1.1.

Termin tehnologičnost je izveden iz ruskog jezika od istovjetne riječi tehnologičnost. Drugi jezici nemaju jednu odgovarajuću riječ. Tako npr. u engleskom jeziku je odgovarajući termin "cost effective design" (ekonomično oblikovanje) [1].



Slika 1.1 *Proširena definicija tehnologičnosti*

Važno je uočiti razliku između tehnologije i tehnologičnosti. Ako se razmatraju režimi i slijed operacija, tada se razmatra tehnologija, a ako se dodatno razmatraju i troškovi, tada je to razmatranje tehnologičnosti. Dok pojam tehnologije označava proces ili postupak, tehnologičnost označava svojstvo proizvoda kroz pouzdanost, funkcionalnost i ekonomičnost. Budući da zahtijevana pouzdanost mora biti osigurana, ostaje ekonomičnost kao glavni kriterij ocjene tehnologičnosti za različite izvedbe proizvoda. Ona tehnička rješenja koja nakon zadovoljenja zahtjeva funkcionalnosti ne teže minimalnim troškovima (minimalnom utrošku materijala, energije i minimalnom zagađivanju biološke okoline), nisu dobra rješenja. Zadatak inženjera je oblikovanje i davanje tehnologičnih rješenja i to dovoljno pouzdanih i jeftinih rješenja. Kod iskazivanja tehnologičnosti ne obavlja se apsolutno iskazivanje tehnologičnosti nego se obavlja usporedba različitih mogućih rješenja.

Kod svih rješenja mora biti zadovoljena zahtijevana pouzdanost (razina pouzdanosti, klasa, kvaliteta, svojstva, karakteristike), a ono rješenje koje je najekonomičnije bit će izabrano kao najtehnologičnije, odnosno tehnologično rješenje. Zato se analiza tehnologičnosti provodi analizom različitih alternativnih rješenja, koja sva moraju dati dovoljnu pouzdanost. Kriterij izbora tehnologičnosti rješenja će biti minimum troškova.

1.1.2 Pristup analizi tehnologičnosti

Razmatraju li se za jedan proizvod alternativna rješenja u svim fazama nastajanja i korištenja proizvoda i traži li se tehnologično rješenje, može se govoriti o ukupnoj (globalnoj) tehnologičnosti.

Razmatraju li se za jedan proizvod alternative samo npr. sa stajališta izbora osnovnog materijala ili se samo analiziraju mogući načini zavarivanja, tada se govori o analizi tehnologičnosti samo u proizvodnji, samo u konstrukciji, itd. Takav pristup analizi tehnologičnosti nazivamo djelomičnim ili parcijalnim razmatranjem tehnologičnosti.

1.1.3 Analiza tehnologičnosti kroz faze nastajanja i korištenja proizvoda

Ako se promatra životni vijek proizvoda, uočavaju se slijedeće faze od njegovog nastajanja do korištenja i likvidacije:

1. Ugovor, definiraju se zahtjevi za kvalitetu i pouzdanost, propisi, kriteriji prihvatljivosti.
2. Projektiranje i konstruiranje. Oblikovanje, proračun, klasifikacija elemenata (zavarenih spojeva) i sustava.
3. Izbor materijala, osnovni i dodatni materijali.
4. Izrada i montaža
5. Osiguranje i kontrola kvalitete u izradi i montaži
6. Eksploatacija
7. Osiguranje i kontrola kvalitete u eksploataciji
8. Likvidacija

U svakoj od navedenih faza moguće je dati različita rješenja. Tako se mogu mijenjati: materijali, oblik, dimenzije proizvoda, proizvodne operacije, načini zavarivanja, oblik žlijeba, način i metode kontrole i drugo. Svako rješenje će dati određenu pouzdanost funkcioniranja proizvoda u predviđenim uvjetima eksploatacije i određene troškove. Rješenje koje daje traženu pouzdanost (funkcionalnost) uz najmanje troškove je tehnologično rješenje.

1.1.4 Utjecaji na tehnološkičnost u raznim fazama nastajanja i korištenja proizvoda

Kroz svaku fazu nastajanja i korištenja zavarenih proizvoda može se utjecati na tehnološkičnost.

1. Ugovor. Izbor propisa, opseg i metode kontrole, kriteriji prihvatljivosti, zahtijevana dokumentacija, rokovi.
2. Proračun i oblikovanje (projektiranje i konstruiranje). Proračunske formule, koeficijenti, dopuštena naprezanja, pretjerana zaokruživanja na više vrijednosti. Kod oblikovanja detalja treba paziti na pristupačnost za zavarivanje i kontrolu, težiti zavarivanju odozgo, a izbjegavati prinudne položaje, omogućiti primjenu mehaniziranog zavarivanja, omogućiti popravke. Za dinamički opterećene spojeve izbjegavati koncentratore naprezanja. Simetričnim rasporedom zavora, izbjegavati deformacije. Zavora smjestiti po mogućnosti izvan zona najvećih naprezanja. Treba izabrati oblik žlijeba sa što manjom površinom presjeka. U fazi projektiranja i konstruiranja treba koristiti standardizaciju, tipizaciju i principe grupne tehnologije.
3. Izbor materijala. U fazama konstruiranja i projektiranja, ugovaranja i izbora materijala definira se 70-90 % zahvata u izradi. To znači da sam tehnolog može eventualno poboljšati 10-30 % operacija izrade i montaže. Zbog velikog utjecaja projektiranja na izbor materijala i operacija kao i na ponašanje u eksploataciji smatra se neophodnim da u fazi projektiranja zajednički rade projektant i tehnolog zavarivanja.
4. Izrada i montaža. Izabiru se postupci obradbe i zavarivanja, režimi, oblici žljebova i dodatni materijali, strojevi, radne površine, kadrovi, rokovi. Moguće je postaviti bezbroj varijanti izbora postupka zavarivanja, žljebova, dodatnog materijala, strojeva. Sve te varijante moraju biti postavljene sa ciljem udovoljenja zahtijevanoj kvaliteti uz najniže troškove.
5. Osiguranje i kontrola kvalitete u izradi i montaži. Provode se različite aktivnosti osiguranja kvalitete: atestiranja zavarivača, postupaka zavarivanja i opreme za zavarivanje, baždarenje instrumenata i druge aktivnosti. Za kontrolu kvalitete se mogu primjenjivati različite metode, uz različite režime i različite opsege kontrole (npr. određen postotak kontrole radiografijom, ultrazvukom,...). Ocjenjivanje mora zadovoljiti minimalne zahtjeve kvalitete.

6. Eksploatacija se mora voditi tako da režimi zadovoljavaju projektne pretpostavke: opterećenje, temperatura, medij. Odstupanje od propisanih režima može dovesti do otkaza.
7. Osiguranje i kontrola kvalitete u eksploataciji. Izabiru se aktivnosti osiguranja kvalitete (slično kao u izradi) kao i metode kontrole kvalitete, opseg (%) primjene tih metoda, režimi pojedinih metoda te periodi kontrole u eksploataciji.
8. Likvidacija. Nakon iskorištavanja radnih sposobnosti proizvoda potrebno je obaviti likvidaciju. Kada se radi npr. o likvidaciji iskorištenog broda, tada se brod reže u staro željezo i moguće je dobiti novac za željezo. Taj novac treba odbiti od ukupnih troškova pri analizi tehnološkičnosti. Suprotno tome pri završetku rada nuklearne elektrane za konzerviranje radioaktivnih komponenata potrebno je dodatno potrošiti novac.

1.1.5 Utjecaj proizvodnih mogućnosti i vremena (trenutka) proizvodnje na tehnološkičnost

Pod proizvodnim mogućnostima podrazumijevaju se raspoloživi kadrovi, postupci, oprema, kapaciteti i dr. Unutar jednog poduzeća proizvodne mogućnosti se mijenjaju s vremenom. Tako se može nabaviti nova oprema ili mehanizirati operacije. To će uzrokovati da se isti proizvod može proizvoditi jeftinije a možda i kvalitetnije. Takvim utjecajem poboljšava se tehnološkičnost proizvoda. Na primjer zavarivanje veoma debelih limova ručno je skupo, pod prahom je jeftinije, a pod troskom najjeftinije. Ako neko poduzeće ima automat za zavarivanje pod troskom, tada će za njih priprema "I" žlijeba širine 20-25 mm biti tehnološkično rješenje, a ne priprema dvostrukog "U" ili "X" žlijeba. Priprema dvostrukog "U" ili "X" žlijeba je tehnološkično rješenje za slučaj ručnog ili automatskog EP zavarivanja. Priprema vrlo uskog žlijeba npr. 10 mm za debljine 200 mm za MIG/MAG postupak je tehnološkično rješenje ako se koristi oprema (specijalna glava), provjerena tehnologija i obučen kadar. Ako neko poduzeće ne posjeduje ove uvjete tada je zavarivanje u uskom žlijebu netehnološkično rješenje. Razlog tome je što se zavarivanje mora povjeriti drugom poduzeću koje je u mogućnosti ispuniti ove uvjete.

Osim o proizvodnim mogućnostima tehnološkičnost nekih konstruktivnih, proizvodnih ili eksploatacijskih rješenja ovisi o trenutku i o lokaciji. Ponekad se zbog roka isporuke, ako ne postoji dovoljno automata ili su pokvareni, zavaruje ručno kako bi se smanjilo plaćanje penala odnosno troškova iako bi se normalno primjenjivalo automatsko zavarivanje. Ponekad se koristi lim debljine 20 mm umjesto 15 mm, jer se duže vrijeme ne može nabaviti lim debljine 15 mm

odgovarajuće kvalitete. Izbor lima debljine 20 mm trenutno je tehnološkično rješenje, iako bi u normalnim uvjetima to bilo netehnološkično rješenje [1].