

Rekayasa sifat mekanik stainless steel 304 melalui deformasi struktur cold work dan boronisasi = Improvement in mechanical properties of stainless steel 304 through cold work structure deformation and boronization process

Naila Mubarok, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20477810&lokasi=lokal>

Abstrak

ABSTRAK

Material stainless steel 304 SS 304 merupakan logam paduan dari beberapa unsur utama yakni Fe, Cr dan Ni yang memiliki karakteristik yang baik yakni tahan terhadap korosi sehingga aplikasinya banyak digunakan dalam berbagai bidang termasuk pada sektor minyak dan gas. Disamping memiliki keunggulan yang tahan terhadap korosi, SS 304 memiliki kelemahan untuk penggunaan pipa minyak yakni sifat kekerasan yang cukup rendah bila dibandingkan dengan stainless steel jenis lainnya. Karena kelemahan tersebut mengakibatkan SS 304 tidak cocok untuk aplikasi yang membutuhkan kinerja tinggi pada sifat mekanik. Dalam penelitian ini telah dilakukan rekayasa sifat mekanik permukaan material SS 304 melalui tiga perlakuan yakni cold rolling dengan tingkat reduksi 0 hingga 80, annealing pada temperatur 400 0C, 600 0C, 800 0C dan 1000 0C dengan waktu tahan selama 1 jam dan proses boronisasi menggunakan boraks sebagai sumber boron. Proses boronisasi dilakukan pada temperatur bervariasi dimulai pada temperatur 750 0C, 850 0C, 950 0C dan 1050 0C dengan waktu penahanan selama 4 jam, 6 jam, 8 jam dan 8 jam quenching. Diperoleh hasil bahwa efek pengerjaan dingin melalui cold rolled dengan tingkat deformasi 20, 40, 60 dan 80 adalah disamping terjadi transformasi fasa dari austenite menjadi martensite juga perubahan morfologi struktur fasa material dari awalnya dengan morfologi kristal equiaxial menjadi elongated crystal pipih panjang dengan tingkat orientasi kristal yang semakin tinggi dengan meningkatnya tingkat deformasi. Perubahan mikrostruktur karena deformasi oleh cold rolled berhasil meningkatkan nilai kekerasan berturut-turut dimulai dari 145 HV pada sampel uji bebas deformasi, 349 HV, 388 HV, 410 HV dan menjadi 450 HV pada sampel uji dengan tingkat deformasi 80. Demikian juga dengan ketahanan aus sampel uji mengalami peningkatan dari 10,11 mm³/mm pada sampel bebas deformasi menjadi 5,88 mm³/mm pada sampel uji deformasi 80. Studi mikrostruktur pasca perlakuan anil pada sampel uji terdeformasi 40 dan 80 memperlihatkan terjadinya transformasi fasa dari martensit menjadi austenit pada kedua jenis sampel uji. Perlakuan anil pada berbagai temperatur cenderung mengembalikan mikrostruktur awal yaitu kembali terdiri dari fasa dominan austenit. Secara umum diketahui bahwa kedua sampel uji memiliki nilai kekerasan terendah dibandingkan dengan nilai kekerasan sampel uji pasca anil pada temperatur anil yang lebih rendah. Nilai kekerasan dan ketahanan aus kedua sampel uji memperlihatkan nilai yang hampir sama masing-masing sebesar 146 HVC dan 8,51 mm³/mm pada sampel terdeformasi 40 dan 153 HVC dan 8,66 mm³/mm pada sampel uji terdeformasi 80 pasca perlakuan anil pada temperatur 1000 0C. Sedangkan efek boronisasi menggunakan borax sebagai sumber boron melalui permukaan menghasilkan lapisan difusi terdiri dari fasa Fe₂B dan fasa Fe₂O₃ sebagai fasa tambahan disamping fasa awal berupa fasa austenit dan martensite. Boronisasi pada temperatur 950 0C dengan waktu tahan 8 jam mampu meningkatkan kekerasan permukaan sampel uji mencapai 588 HV jauh melebihi nilai yang dicapai melalui efek deformasi. Kecenderungan yang sama terhadap sifat mekanik ketahanan aus yaitu terjadi peningkatan dari 10,6 mm³/mm menjadi 7,3

mm³/mm. Penelitian ini menyimpulkan bahwa efek perlakuan melalui proses boronisasi pada temperatur 950 0C efektif untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus sampel SS 304.

<hr />

ABSTRACT

The 304 stainless steel SS 304 is an alloy consisted of main elements Fe, Cr and Ni which exhibit good corrosion resistant characteristics. The SS304 has met wide applications in various fields including oil and gas sectors. Although the SS304 has a good corrosion-resistant, it has however a weakness in some mechanical properties which are quite low when compared with other types of stainless steels. Because of such weaknesses, SS304 is not suitable for applications that require high performance on mechanical properties. In the current research works, improvement in the mechanical properties of SS304 especially the hardness and wear resistance were carried out through cold rolled deformation and heat treatment. An additional surface treatment, allowing the diffusion process through boronization of two different boron source was also studied. The cold rolled treatment resulted in deformed samples with 0 to 80 thickness reduction. The heat treatment studies to the samples were carried out under annealing at the following temperatures: 400 0C, 600 0C, 800 0C and 1000 0C for 1 hour holding time. The process of boronization was carried out at 750 0C, 850 0C, 950 0C and 1050 0C with holding times of 4 hours, 6 hours, 8 hours and 8 hours followed by quenching for each temperature. It is shown that the phase transformation from austenite to martensite has taken place in all deformed samples in which fully martensite was obtained in a deformed sample of 80 thickness reduction. In addition, the morphological changes of the phase structure from the equiaxial grain morphology to the elongated flat-length grains with a prefer orientation to the rolling direction occurred in all deformed samples. It was found that the higher deformation rate experienced by the samples, the greater the orientation level. The crystal orientation is getting higher with increasing levels of deformation. The microstructural changes due to deformation by cold rolled succeeded in increasing the hardness value of 145 HV in the deformation free test sample, 349 HV, 388 HV, 410 HV to 450 HV on the test sample with a 80 deformation rate. Similarly with the wear resistance of the test sample having an increase of 10.11 mm³/mm in the deformation-free sample being 5.88 mm³/mm in the 80 deformed sample. The microstructural studies due to the annealing effect on the post-deformation test sample of 40 and 80 showed the occurrence of phase transformation from martensite to austenite in both types of test samples. Annealing treatment to the deformed samples at various temperatures tends to restore the initial microstructure which dominated by austenite. It is generally known that the two test samples have the lowest hardness value compared to the value of the hardness of the post-annealed sample at lower annealing temperatures. The hardness and wear resistance values of both samples exhibited almost the same values ?? of 146 HVC and 8.51 mm³/mm respectively in the 40 deformed sample and 153 HVC and 8.66 mm³/mm in the 80 deformed sample after annealing treatment at a temperature of 1000 0C. While boronization effect using borax as a source of boron through the surface produce diffusion layer consists of Fe₂B and Fe₂O₃ phases as the additional phases to the initial phases of austenite and martensite. Boronization at a temperature of 950 C has increased the surface hardness reach 588 HV which is far above the value achieved through the deformation effect. The same tendency was also applied to the wear resistance in which an increase from 10.6 mm³/mm to 7.3 mm³/mm. This study concluded that the treatment effect through the boronization process at 950 C is more effective for increasing hardness and wear resistance of SS 304 samples.