

**VLIV NAPĚŤOVÝCH STAVŮ V ŘETĚZECH DŮLNÍCH DOPRAVNÍKŮ
NA JEJICH HAVÁRII****INFLUENCE OF STRESS STATES IN MINE CONVEYERS CHAINS ON THEIR CRASHES**Františka Pešlová¹**Abstract**

Modern technology has advanced the development of many new materials and products which in turn have created the need for new and advanced test methods of these materials and products. The material must be thoroughly investigated for mechanical properties such as fatigue or maximum strength and material characteristic, as well as safe design of component structures.

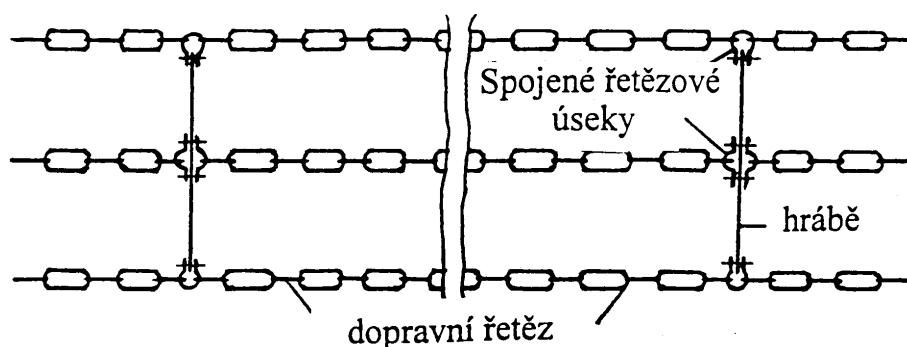
The method described in this paper deals with the experimental structure characteristics such as character and mode of failures. The results of its are shown

Úvod

Práce se zabývá zhodnocením materiálů z hlediska výskytu možných napěťových stavů v článcích vysokopevných řetězů, které vyvolaly celkové praskání těchto řetězových článků. Havarované řetězy způsobily vyřazení dopravníků z provozu, co mělo za následek vzniku hospodářské škody.

Vysokopevnostní řetězy v důlní dopravě

Článkové vysokopevné řetězy jsou podle normy ČSN O2 3215 řetězy používané pro důlní dopravní zařízení. Nejvíce se těchto řetězů používá pro hrabací dopravníky, uhelné pluhy a kombajny. S hráběmi jsou důležitou částí hrabacího dopravníku. Slouží k unášení

*Obr. 1 Řetězový úsek*

¹ Doc.Ing. Františka Pešlová, CSc., Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra dopravních prostředků, dislokované pracoviště, Slovanská 452, 560 02 Česká Třebová

dopravovaného materiálu. Tvoří řetězové úseky, které se skládají z jedné až tří větví řetěze *obr. 1*, na kterých se pomocí spojovacího zařízení upevní hrábě. Spojené řetězové úseky tvoří nekonečný dopravní řetěz.

Optimalizace techniky svařování a tepelného zpracování vysokopevných (VP) řetězů může přispět ke zvýšení kvality řetězů používaných v dopravních zařízeních. Tím se prodlouží životnost a zvýší spolehlivost řetězových dopravníků, které jsou pro svoji širokou využitelnost v důlní dopravě jedním z nejčastěji používaným zařízením.

Tepelné zpracování a vnitřní napětí řetězových článků VP řetězů

Tepelné zpracování VP řetězů se skládá ze dvou operací a to z kalení a popouštění. Při kalení vzniká směs fází s jiným měrným objemem jako byl objem austenitu. Jednotlivé fáze vznikají v různých časových a tepelných intervalech. Výrazný je i teplotní spád v průřezu kaleného předmětu, přičemž je různá i tepelná roztažnost jednotlivých fází. Strukturní a tepelná napětí, která jsou důsledkem těchto procesů mohou překročit nejen mez kluzu, ale i mez pevnosti. Důsledek je vznik trhlin, které způsobují vyřazení z provozu takto špatně zakaleného předmětu.

Je známo, že hlavní příčinou praskání je rychlost ohřevu, zvýšená kalicí teplota a rychlý přechod přes interval martenzitické přeměny. Při každém způsobu ochlazování existuje kalicí teplota, která může vyvolat praskání. Jemné trhlinky, které jsou těžce identifikovatelné, způsobují pokles meze únavy a mohou vyvolat nebezpečí vzniku křehkého porušení.

Maximální hodnota vnitřních pnutí je dána mechanickými vlastnostmi oceli. Velmi nebezpečné jsou tahové napětí v povrchových vrstvách .

Rozdělení vnitřních napětí

Makroskopické napětí (I. druhu) vznikají současným působením napětí tepelných a strukturních. Působí ve větších lokalitách a jejich orientace je ve vztahu s geometrickým tvarem tělesa. Napětí tohoto druhu může být dočasné, nebo trvalé. Dočasné napětí se ztrácí s příčinou, která tyto napětí vyvolala. Trvalé vnitřní napětí v předmětu zůstávají i po konečném tepelném zpracování.

Když předmět v průběhu ochlazování nepřekonává fázovou přeměnu, snaží se na začátku ochlazování povrchové vrstvy zmenšit svůj objem, v čem mu brání teplý střed předmětu. Následkem tohoto se objeví v povrchových vrstvách tahové napětí a ve střední části tlakové napětí. Dochází nadále ke smršťování středu, ale teplota povrchových vrstev je už nízká. Toto napětí je zbytkové termické napětí v ochlazovaném předmětu při normální teplotě sčítání zbytkových napětí s okamžitým termickým napětím při opakovaném ohřevu může vyvolat vznik trhlin ve střední části předmětu.

V případě, že předmět v průběhu ochlazování překonává fázovou přeměnu dochází k superpozici strukturních a termických napětí. Strukturní napětí vznikají v důsledku časového posunutí strukturních změn. V počátečním stádiu nastává martenzitická přeměna povrchu, která je spojená se zvětšováním měrného objemu. Střední část má vyšší teplotu a zůstává v austenitickém stavu, který brání zvětšení měrného objemu povrchu, ve kterém dochází ke vzniku tlakových napětí. V jádře vznikají napětí tahová.

Mikroskopické napětí (II. druhu) se vyrovnávají v mikroobjemech např. v rámci zrna. Jejich orientace je ovlivněna geometrickým tvarem tělesa. Termické napětí se prakticky na vzniku napětí II. druhu nepodílí, neboť rozdíly teplot v rámci jednoho zrna jsou nepatrné. Vnitřní napětí II. druhu vznikají při styku dvou strukturních složek. Na vzniku makrotrhlin se nepodílí, ale mohou být příčinou vzniku mikrotrhlin.

Submikroskopické napětí (III. druhu) jsou charakterizované nerovnováznou polohou atomu v atomových rovinách. Vyrovnávají se v rámci elementárních buněk. Jsou vyvolané

např. nepravidelností krystalické mřížky na základě intersticiálně uložených atomů a pod. Napětí III. druhu vznikající při kalení jsou úměrné obsahu uhlíku zadrženého v martenzitě. K tomuto napětí přispívá obsah sulfidických a oxidických vměstků.

Vlivy působící na vznik vnitřních trhlin

Hlavní příčiny vzniku vnitřního napětí po kalení je možné shrnout do těchto skupin:

- Druh a vlastnosti ocelí – napětí jsou vyšší u ocelí s malou tepelnou vodivostí a velkou roztažností.
- Podmínky austenitizace – nedokonalá austenitizace nerovnoměrná teplota předmětu při ohřevu, různá velikost austenitických zrn příp. oduhlíčená vrstva zvyšují vnitřní napětí.
- Podmínky a způsob kalení – velikost termických napětí je úměrná rozdílu austenitické teploty a ochlazovací intenzity prostředí.
- Velikost a tvar kaleného předmětu – se vzrůstající tloušťkou stěny (v tomto případě průměru řetězového článku) vzrůstá teplotní gradient mezi povrchem a středem materiálu.

Vysokopevné řetězy jsou v provozu namáhané a trhliny vznikající na povrchu přecházejí do magistrálních trhlin.

Nejčastěji vznikají strukturní trhliny účinkem koncentrace cyklické deformace v místě vměsků nebo u hranic zrn. Druhým zdrojem jejich vzniku je vytváření kluzných pásů v povrchové vrstvě, které se tvoří v začátečním stádiu únavového namáhání a postupně rostou. Dosáhnou-li kritické velikosti a poškození, dochází ke vzniku celého systému mikrotrhlin. Počet cyklů, které vyvolá toto poškození může zaplnit polovinu života v řetězech. Strukturní trhlinky se kumulují a propojují, čímž postupně vytvářejí fyzikálně malá rozvětvené trhliny. Když tyto trhliny projdou povrchovou vrstvou, jejich šíření je možné podřídít představám lomové mechaniky, neboť jde poměrně o velké trhliny s minimálními interakcemi se strukturními defekty.

V jednotlivých etapách rozvoje únavových trhlin se uplatňují různé bariéry materiálu proti poškození. Trhlina se rozvíjí jen tehdy, jestliže je příslušný komplexní faktor vyšší než jeho prahová hodnota, která je různá podle typu bariéry. U mikrotrhlin rozhodují nejdříve strukturní bariéry, u fyzikálních malých trhlin především bariéra vyvolaná cyklickou deformací (zpevněním materiálu) v oblasti trhliny a přechodem z povrchové vrstvy dovnitř tělesa a u velkých trhlin se uplatňují bariéry následných tlakových pnutí vyvolaných otevíráním trhlin.

Povrchová vrstva řetězů vykazuje nižší napětí pro vznik plastických deformací než vnitřní části materiálu. Je tomu tak proto, že v povrchové vrstvě jsou dislokace nejpohyblivější. Strukturní bariéry proti pohybu dislokací jsou technologií nejvíce narušeny. Je známo, že u nespevněného povrchu kovových těles může být lokální mez kluzu snížena až na polovinu průměrné hodnoty. Povrchová vrstva je dále rozrušena mikrovruby vznikajícími při technologii zpracování a na povrchu svaru. Je vystavena opotřebení, erozi a korozi. Agresivní účinky prostředí se na ni mohou koncentrovat. Vlivem rozrušení vazby mezi zrny je snížen modul pružnosti. Tyto změny vlastností materiálu v povrchové vrstvě je také třeba respektovat při uvažování o rozvoji únavových trhlin. Povrchová vrstva je z hlediska mechaniky slabou oblastí, a proto je nejvíce náchylná na iniciaci trhlin.

Hodnocení materiálu pro výrobu VP řetězů

Tepelné zpracování bylo provedeno na vzorkách tak, že kalení probíhalo při kalících teplotách 885 °C, doba výdrže vzorku v peci 15 min. Kalící prostředí – vzduch. Po zakalení zkušebních vzorků následovalo popouštění při 400 °C s dobou výdrže v peci 2 hod.

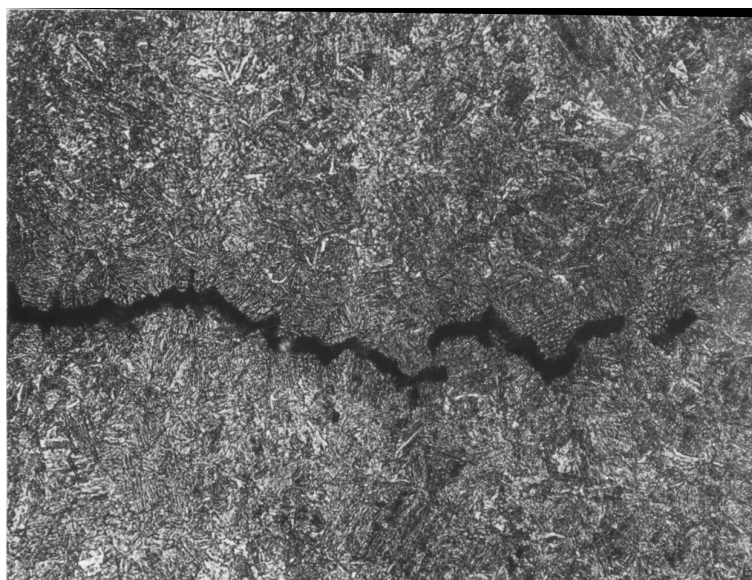
Výchozí struktura byla perliticko-feritická a konečná martenzitická *obr.2*, při zachování optimálního navrženého tepelného zpracování. V případě nedodržení jakékoliv podmínky tepelného zpracování docházelo ke vzniku trhlin *obr. 3*, které se podobaly trhlinám havarovaných řetězů.

Závěr

Cílem práce bylo zjistit náchylnost materiálu k praskání při kalení v případě vyskytujícího se napětí ve struktuře a porovnání navržených tepelných režimů a dosažených struktur ke strukturám havarovaných řetězů. Touto prací bylo dokázáno, že vybrané materiály nejsou náchylné na vznik trhlin v případě dodržení tepelného režimu a chemického složení. Dále bylo zjištěno, že ke vzniku primárních trhlin docházelo u materiálů, které se vyznačovaly menší čistotou a výskytem sulfidů a oxidů ve strukturách, které vedly ke vzniku napětových stavů zatěžovaných řetězů.



Obr. 2 Martenzitická struktura , Nital 5 % zv. 400 x



Obr. 3 Typická trhlinka , Nital 5 % zv. 400 x

Literatura

1. Pešlová a kol.: Komplexný rozbor a posúdenie príčin prasklín u VP reťazí Výskumná úloha č. 29/1992, Žilina 1992.