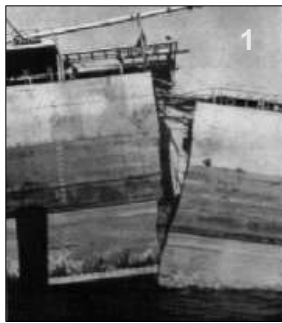


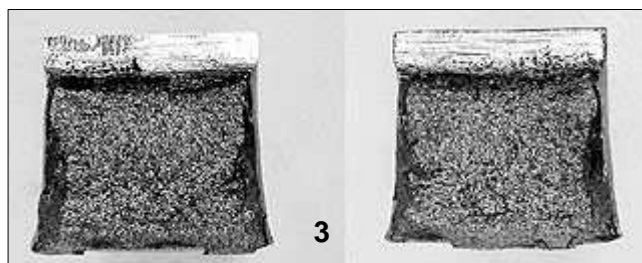
Křehká svoboda



Aby na počátku 40. let 20. století Spojené státy americké podpořily válečné úsilí v Evropě, začaly stavět velkou sérii jednoduchých nákladních lodí později nazvaných Liberty Ships (lodě Svobody). V pozadí byla dohoda mezi W. Churchillem a F. D. Rooseveltem. Měly do Evropy dopravovat válečný materiál a k pokrytí ztrát jich bylo třeba mnoho, protože Němci lodě v Atlantiku potápěli jako na běžícím pásu. První Liberty Ship, nazvanou SS Patrick Henry, spustil na vodu 27. 9. 1941 („Liberty Fleet Day“, spuštěno bylo celkem 14 lodí) prezident Roosevelt (sám se o těchto lodích zprvu vyjádřil, že vypadají strašlivě, později se pro ně vžil název „ošklivé káčátko“, popř. „tažný kuň hlubin“). Následovala obrovská série lodí, bylo jich vyrobeno více než 2700 v různých modifikacích, přesnější údaje se různí. Na jejich výrobě se podílelo 18 loděnic ve 13 státech USA, u jejich zrodu, technologie a výroby největšího počtu kusů byl i průmyslník a loďař Henry J. Kaiser, potomek pravděpodobně slezských vystěhovalců (dokázal vyrábět lodě nejrychleji na světě).

Na rozdíl od do té doby obvyklého nýtování byly lodní trupy, jejichž části cestovaly Amerikou po železnici podobně jako díly Fordových automobilů, svařované. Nepříliš obvyklá technologie byla volena z důvodu úspory času. Průměrná doba stavby byla v roce 1941 212 dní (v roce 1943 to bylo 5 dnů, loděnice mezi sebou soutěžily...) Hromadná výroba poměrně novou technologií vedla k tomu, že lodě trpěly „dětskými nemocemi“, lodní trupy byly postihované křehkými lomy. Tři z prvních Liberty Ships se dokonce náhle rozlomily vpůli (obr. 1) a nebyly poslední! Nejprve byla kladena vina nekvalifikované a nezkušené výrobní síle (obětavé ženy), analýza lodních trupů však ukázala, že právě nebezpečí se skrývá ještě jinde. Nazývá se tranzitní, neboli přechodová teplota.

Ocel je běžně pokládána za houževnatý materiál (houževnatost je mechanická vlastnost vyjádřená množstvím energie potřebné k rozdělení materiálu) na rozdíl např. od litiny, která je křehká (zmíněné energie stačí málo). Za určitých podmínek se však i ocel může lomit velmi snadno křehkým lomem takřka bez změny tvaru, podobně jako litina. Jedním z důležitých faktorů je právě teplota. Budeme-li zkoušet ocelové vzorky např. Charpyho zkouškou rázem (viz starší příspěvek), zjistíme, že při klesající teplotě vzorku potřebujeme od určité teploty pro přeražení vzorku podstatně menší energii a vznikne právě křehký lom. Překonali jsme přechodovou teplotu. Provozní teplota strojních součástí by měla ležet nad přechodovou teplotou. Problém běžných ocelí je v tom, že přechodová teplota leží poměrně vysoko; i jejich ostatní vlastnosti jsou silně teplotně závislé. Pokud loď vplula do vod severního



Atlantiku, kde je teplota vody 4°C, začaly hrozit křehké lomy. Přechodovou teplotu nelze pro daný materiál stanovit jednoduše. Závisí totiž nejen na druhu materiálu, ale i na způsobu mechanického (tváření) a tepelného zpracování (vč. ovlivnění svařováním), na konkrétní struktuře, na složení, ale, laik se bude možná divit, i na tvaru součástí. Tvarové změny, obecně nazývané vruby, způsobují místní koncentraci napětí, tedy místní přetížení; v tom

případě posouvají i přechodovou teplotu k vyšší hodnotě (křehký lom nastane snáze a dříve; na obrázcích 2 a 3 jsou přeražené vzorky s menším a větším podílem křehkého lomu). Zdrojem poruch lodí Svobody byly ostré hrany palubních otvorů i vady v nepřítisť



kvalitních svarech. Trhliny, které případně vznikaly dříve, se zastavily u nejbližšího nýtového spoje, nyní se však šířily trupem svar-nesvar.

Podobné závady nebyly úplně nové. Náhlá porušení nastávala už v 19. století, které výrazně zvýšilo nároky na konstrukční materiály. Před válkou došlo k několika porušením svařovaných konstrukcí, později se ukázalo, že viníkem byla právě kombinace materiálu a nízké teploty. Ani Liberty Ships nebyly jedinými plavidly, u nichž se vyskytovaly křehké lomy. I když byly použity zastavovače trhlin, poruchy se vyskytovaly v omezené míře i nadále. V Americe byly v roce 1947 zavedeny normy pro chemické složení oceli. Dnes víme, že pro opravdu hodně nízké teploty jsou vhodné oceli s tzv. austenitickou strukturou, které se dosáhne použitím vhodných legujících prvků (Mn, Ni, Cr, Si aj.).

Na chvíli se vraťme ještě k lodím Svobody. Jejich původní označení bylo EC-2 (Emergency Cargo Size 2). Jména jim byla dávana podle již nežijících významných osobností spjatých s historií USA. První byl Patrick Henry (jeho prohlášení „Dejte mi svobodu, nebo smrt“, citované prezidentem Rooseveltem, údajně dalo nepřímo lodím jméno) a další signatáři Deklarace nezávislosti, mezi dalšími Liberty Ships najdeme i jména osobností českého původu, mj. vypluly SS T. G. Masaryk, Antonin Dvorak a Ales Hrdlicka (antropolog českého původu). Do dnešních dnů se zachovaly SS Jeremiah O'Brien (v San Francisku, obr. 4) a SS John W. Brown (v Baltimoru). Základní model EC2-S-C1 měl délku 129,81 m, šířku 16,76 m, maximální ponor 8,16 m, výtlak 14245 tun, nosnost 10 856 tun. Loď pojmul 2840 jeepů, 440 lehkých tanků, nebo 425 2,5tunových nákladních automobilů atd. Vertikální parní stroj, jemuž dodávaly páru dva kotle se spotřebou 26 t mazutu za den, měl výkon 2500 hp a umožňoval lodi plout rychlostí 11 uzlů. Kolem 200 lodí Svobody bylo zničeno torpédy, minami, nálety japonských kamikaze (byly nasazeny i v Tichomoří) apod. Navzdory počátečním problémům byla jejich stavba cenným zdrojem nových zkušeností a nových technologií používaných dodnes a některé z Liberty Ships se plavily až do 70. let.

Pozn.: údaje o počtech kusů, době stavby apod. se na internetových stránkách překvapivě různí. Snažil jsem se uvádět údaje, které jsem považoval za nejméně nejpravděpodobnější.

Použito:

HICKMANN, K. *World War II: The Liberty Ship Program*. [online]. [cit. 2010-02-27].

Dostupné z <http://militaryhistory.about.com/od/industrialmobilization/p/libertyships.htm> www:

<http://militaryhistory.about.com/od/industrialmobilization/p/libertyships.htm>

Auautor neuvaden. *Brittle Fracture*. [online]. [cit. 2010-02-27]. Dostupné z [www:](http://www.edes.bris.ac.uk/year4/RandC4/7MinPresentations/af6974_BrittleFracture.pdf)

http://www.edes.bris.ac.uk/year4/RandC4/7MinPresentations/af6974_BrittleFracture.pdf

Archiv autora.

Josef Gruber

Publikováno ve Zpravodaji SPŠ strojnické, Plzeň v únoru 2010