

# OBSAH

<b>1. ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ SVAŘOVANÝCH KONSTRUKCÍ</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Základní požadavky na svařované konstrukce</b> .....	<b>9</b>
1.1.1 Požadavky na konstrukce .....	9
1.1.2 Možnosti konstruktéra a technologa.....	10
<b>1.2 Provozní spolehlivost konstrukcí</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3 Základní algoritmus návrhu, posuzování odolnosti proti poškození a kontroly jakosti během výroby a provozu konstrukcí</b> .....	<b>12</b>
<b>1.4 Využití únosnosti materiálu při návrhu konstrukce na mezní stavy</b> .....	<b>12</b>
<b>2. ODEZVA MATERIÁLŮ KONSTRUKCÍ NA ZATÍŽENÍ</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 Zatížení</b> .....	<b>15</b>
2.1.1 Členění zatížení .....	15
2.1.2 Zatížení použitá při návrhu konstrukce .....	16
<b>2.2 Provozní podmínky</b> .....	<b>16</b>
2.2.1 Návrhové, provozní a zkušební limity pro aparáty a potrubí jaderných elektráren	17
<b>2.3 Zásady navrhování podle mezních stavů</b> .....	<b>18</b>
2.3.1 Mezní stavy únosnosti .....	18
2.3.2 Mezní stavy použitelnosti.....	19
<b>2.4 Vliv provozních podmínek a diskontinuity tvaru na spolehlivost a bezpečnost konstrukcí</b> .....	<b>19</b>
2.4.1 Diskontinuita tvaru a zatížení.....	19
2.4.2 Zatížení silového a deformačního původu .....	21
<b>2.5 Požadavky na materiál pro výrobu konstrukcí</b> .....	<b>23</b>
2.5.1 Definice a rozdělení ocelí.....	23
2.5.2 Volba materiálu na daný výrobek dle norem .....	24
2.5.3 Ocelové pozemní stavby .....	24
2.5.4 Ocelové mosty .....	25
2.5.5 Jeřábové dráhy.....	25
2.5.6 Ocelové konstrukce rypadel, nakladačů a zakladačů .....	25
2.5.7 Tlakové nádoby .....	26
2.5.8 Kotle .....	27
2.5.9 Zařízení z hliníku a jeho slitin .....	28
2.5.10 Lodě.....	29
2.5.11 Díly automobilu.....	30
2.5.12 Díly železničních vozů .....	30

<b>3.</b>	<b>PROJEKČNÍ A KONSTRUKČNÍ ZÁSADY PROVÁDĚNÍ VÝROBKŮ .....</b>	<b>31</b>
3.1	Technické požadavky na provádění.....	31
3.2	Požadavky ve vztahu k třídám provedení .....	32
<b>4.</b>	<b>POŠKOZOVÁNÍ MATERIÁLU KONSTRUKCÍ.....</b>	<b>33</b>
4.1	Způsoby poškození .....	33
4.2	Proces poškozování materiálů .....	34
4.2.1	Poškozování materiálu při vysokocyklové únavě.....	35
4.2.2	Poškozování materiálu při nízkocyklové únavě .....	36
4.2.3	Poškozování materiálu při kvazistatické únavě .....	37
4.2.4	Poškozování těles tečením materiálu za vysokých teplot (creep).....	37
4.2.5	Současné poškozování materiálu únavou a creepem .....	38
4.2.6	Poškozování materiálu korozí.....	38
4.2.7	Eroze .....	40
4.2.8	Porušení náhlým lomem .....	40
4.2.9	Poškození materiálu vodíkovým zkřehnutím .....	40
4.2.10	Náhlé poškození tlakových zařízení .....	40
<b>5.</b>	<b>POŠKOZOVÁNÍ MATERIÁLU ÚNAVOU.....</b>	<b>41</b>
5.1	Základní pojmy a poznatky o únavě materiálu .....	41
5.2	Stadia únavového procesu.....	42
5.3	Nízkocyklová únava.....	44
5.3.1	<i>Konstrukční křivka únavové pevnosti typu Langerova</i> .....	44
5.3.2	Konstrukční křivka únavové pevnosti typu Manson – Coffina .....	45
5.3.3	Výpočtová rovnice únavové pevnosti pro feriticko - perlitické oceli s poměrem $R_{p0,2} / R_m > 0,7$ v oblasti nízkocyklové únavy .....	47
5.4	Vysokocyklová únava .....	48
5.4.1	Křivka životnosti typu Wöhlera.....	48
5.5	Dvoufrekvenční zatěžování.....	49
5.6	Kumulace poškození.....	51
5.7	Posouzení únavové pevnosti dle ČSN EN 1993-1-9 a ČSN 27 7008.....	51
5.7.1	Výpočet napětí v posuzovaném místě prutu ocelové konstrukce .....	51
5.8	Posouzení únavové pevnosti dle ČSN EN 12952-3, Příloha B.....	54
5.8.1	Výpočet poměrných nominálních deformací a napětí .....	54
5.8.2	Křivka únavové pevnosti .....	55

<b>5.9</b>	<b>Posouzení únavové pevnosti dle ČSN EN 13445-3 .....</b>	<b>56</b>
5.9.1	Základní pojmy a požadavky .....	56
5.9.2	Identifikace cyklů napětí .....	57
5.9.3	Výpočet rozkmitů poměrných deformací a napětí .....	58
5.9.4	Obecné vyjádření křivek únavové pevnosti .....	60
5.9.5	Křivka únavové pevnosti pro nesvařené komponenty.....	60
<b>5.10</b>	<b>Vliv víceosé napjatosti a velikosti tělesa na únavu .....</b>	<b>61</b>
5.10.1	Zkušební tyče a jejich osazení tenzometry.....	61
5.10.2	Materiálové vlastnosti zkušebních tyčí .....	61
5.10.3	Výpočet poměrných deformací a napětí a zkoušky na únavu .....	63
5.10.4	Analýza výsledků zkoušek .....	63
<b>6.</b>	<b>ODOLNOST MATERIÁLU KONSTRUKCÍ PROTI POŠKOZENÍ NÁHLÝM LOMEM.....</b>	<b>67</b>
<b>6.1</b>	<b>Základní pojmy .....</b>	<b>67</b>
<b>6.2</b>	<b>Tranzitní chování ocelí nízké a střední pevnosti .....</b>	<b>68</b>
<b>6.3</b>	<b>Nekonvenční mechanické charakteristiky ocelí.....</b>	<b>70</b>
<b>6.4</b>	<b>Lomová mechanika .....</b>	<b>71</b>
<b>6.5</b>	<b>Koncepce tranzitních teplot.....</b>	<b>72</b>
<b>6.6</b>	<b>Kombinace přístupu tranzitních teplot a lomové mechaniky .....</b>	<b>74</b>
6.6.1	Platnost lineární elastické lomové mechaniky .....	74
6.6.2	Všeobecně .....	75
6.6.3	Základní podmínka odolnosti konstrukce proti porušení křehkým lomem .....	75
6.6.4	Nejnižší projektová provozní teplota $T_{sd}$ posuzovaného zařízení .....	77
6.6.5	Projektová teplota $T_{Rd}$ zohledňující vlastnosti materiálu a způsob zatěžování.....	77
6.6.6	Postupný růst hypotetické trhliny od proměnných zatížení.....	79
6.6.7	Kritická velikost defektu .....	80
6.6.8	Výpočet růstu trhliny podle BS 7910:2005 .....	81
<b>7.</b>	<b>POŠKOZOVÁNÍ MATERIÁLU CREEPEM .....</b>	<b>85</b>
<b>7.1</b>	<b>Posouzení dle ČSN EN 12952-4.....</b>	<b>85</b>
<b>7.2</b>	<b>Posouzení založené na tečení za creepu.....</b>	<b>87</b>
7.2.1	Aplikace Arrheniovy rovnice pro výpočet rychlosti tečení za creepu.....	87
<b>7.3</b>	<b>Posouzení růstu trhliny za creepu.....</b>	<b>90</b>
7.3.1	Výpočet růstu trhliny za creepu.....	90
<b>8.</b>	<b>POŠKOZOVÁNÍ MATERIÁLU KOMBINACÍ ÚNAVY A CREEPU .....</b>	<b>91</b>
<b>8.1</b>	<b>Přístup ASME Case N-47-29 [28] .....</b>	<b>91</b>

<b>9. HODNOCENÍ ODOLNOSTI SVAROVÝCH SPOJŮ VŮČI KOROZNÍMU PRASKÁNÍ VE VODNÍM PROSTŘ. O VYSOKÉ TEPLOTĚ A TLAKU.....</b>	<b>92</b>
<b>9.1 Výchozí podklady a předmět posouzení .....</b>	<b>92</b>
9.1.1 Podklady pro posouzení.....	92
9.1.2 Postup posouzení .....	93
<b>9.2 Posouzení odolnosti proti koroznímu praskání ve vodním prostředí .....</b>	<b>93</b>
9.2.1 Doba $t_i$ do iniciace trhliny schopné růstu za koroze pod napětím.....	95
9.2.2 Doba $t_c$ růstu trhliny za koroze pod napětím.....	96
9.2.3 Výpočet součinitele intenzity napětí pro aktuální velikost trhliny .....	97
<b>9.3 Posouzení odolnosti proti poškození materiálu únavou v agresivním prostředí s kyslíkem .....</b>	<b>98</b>
9.3.1 Japonský model TENPES (Higuchi) .....	99
9.3.2 Model US ANL (Chopra) .....	99
9.3.3 Austenitické oceli .....	100
9.3.4 Postup dle RDEO 0330-01 .....	101
<b>9.4 Poškozování materiálu vodíkovým zkřehnutím .....</b>	<b>102</b>
9.4.1 Mechanismus poškozování materiálu vodíkovým zkřehnutím .....	102
9.4.2 Prahová hodnota součinitele intenzity napětí ve vodíkovém prostředí .....	103
9.4.3 Růst trhliny v materiálu ve vodíkovém prostředí .....	103
<b>10. TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY PRO PROVOZ VÝROBKŮ NAVRŽENÝCH NA MEZNÍ STAVY .....</b>	<b>104</b>
<b>11. SIMULAČNÍ A REÁLNÉ ZKOUŠENÍ KONSTRUKCÍ A JEJICH DÍLŮ NA MEZNÍ STAVY.....</b>	<b>106</b>
<b>12. ŘÍZENÍ KONTROL A ÚDRŽBY.....</b>	<b>108</b>
12.1 Vývoj simulačně optimalizačního modelu pro plánování oprav zařízení a jeho jednotlivých částí.....	108
12.2 Dekompozice systémů a stanovení ukazatelů spolehlivosti částí a celků zařízení včetně identifikace rizikových událostí .....	108
12.3 Ověření funkčnosti expertních systémů.....	110
12.4 Dokončení a ověřování softwarové podpory pro řízení údržby v oblasti plánování termínů a rozsahu oprav.....	110
<b>13. ŘÍZENÍ POSTUPNÉHO POŠKOZENÍ MATERIÁLŮ KONSTRUKCÍ.....</b>	<b>111</b>
13.1 Zásady budování monitorovacího a diagnostického systému.....	111
13.2 Účel řízení postupného poškozování materiálů konstrukcí.....	112
13.3 Poznámky k monitorovacímu a diagnostickému systému pro kotle.....	113
<b>14. ZÁVĚR.....</b>	<b>114</b>
<b>15. LITERATURA .....</b>	<b>115</b>