

7. TRANSPORT ROPY NAFTOWEJ MORZEM

- podążanie masowca "Buffalo" ze zbyt dużą prędkością i zbyt blisko terminalu,
- urządzenia cumownicze na terminalu były zbyt słabej konstrukcji,
- ekrany płomieni w otworach ulażowych zbiorników statku były wadliwie skonstruowane i pozwoliły na przedostanie się płomienia do zbiorników.

Wykazano ponadto, że straż pożarna w pobliżu terminalu nie była wyszkolona w zwalczaniu pożarów na zbiornikowcach, nie istniał też plan działań w podobnych sytuacjach awaryjnych na terminalu, ani na całej rzece Saginaw.

7.4.6. USZKODZENIA SYSTEMU PRZELADUNKOWEGO WSKUTEK DZIAŁANIA UDERZENIA HYDRAULICZNEGO

Zjawisko uderzenia hydraulicznego (potocznie zwanego "młotem wodnym") stanowi przyczynę wielu poważnych awarii na zbiornikowcach. Proces i skutki tego zjawiska ilustruje poniższy przykład.

Na zbiornikowcu 137 000 dwt zbyt szybko działający siłownik hydrauliczny, otwierający zawór ssawy zbiornika, stał się przyczyną zniszczenia instalacji ładunkowej (konstrukcji zbiornika separacyjnego systemu resztkującego, znajdującego się przed pompą ładunkową nr 1). Statek ze zbiornikami ładunkowymi (nr 1C, 3C, 4C) napełnionymi czystym balastem wodnym, był w fazie przygotowania do operacji wypompowania tego balastu pompami ładunkowymi. Każdemu zabalastowanemu zbiornikowi przyporządkowana była jedna pompa, za pośrednictwem rurociągów o średnicy 600 mm. Układ rurociągów z wyjątkiem ssaw o tej samej średnicy był prostoliniowy – bez załamań, co minimalizowało opory przepływu. Rurociągi te i pompy ładunkowe, po zakończeniu operacji mycia zbiorników i obróbki słoju, zostały dokładnie wypłukane i osuszone próżniową instalacją resztkującą, co w efekcie powodowało utrzymywanie się podciśnienia w magistralach dennych systemu ładunkowego. Odległość pozioma między ssawą zbiornika nr 1C a pompą nr 1 (i umieszczonym przed nią zbiornikiem separacyjnym systemu resztkującego) wynosiła 157 metrów, a różnica wysokości pomiędzy poziomem wody balastowej w zbiorniku a poziomem pompy – z uwzględnieniem aktualnego trymu – 20 metrów. Takie warunki wstępne, przy bardzo krótkim czasie otwarcia zaworu (poniżej trzech sekund), spowodowały gwałtowny wypływ wody ze zbiornika do pustego rurociągu (z szybkością wynikającą z wysokości słupa wody – według zasady spadku swobodnego). Następnie, podlegając dalszemu przyspieszeniu (wynikającemu z różnicy poziomów spowodowanych trymem), przesuwający się w rurociągu walec wodny o masie 44,4 tony, osiągnął w chwili zderzenia z konstrukcją zbiornika, prędkość około 19,81 m/s, co wygenerowało energię kinetyczną o wartości 8 705 802 J.

Odpowiednie obliczenia można przeprowadzić w oparciu o informacje zawarte w rozdz. 3.1. Masa wody w opisanym przykładzie wyniosła:

$$m = \frac{\rho \cdot D^2}{4} \cdot l \cdot r = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} \cdot 157 \cdot 1000 = 44368 \text{ [kg]}$$

gdzie:

D – średnica rurociągu [m]

l – długość rurociągu [m]

r – gęstość [kg/m^3]

7.4. AWARIE I ROSZCZENIA ŁADUNKOWE

Z prawa zachowania energii oraz z ciągłości strugi wynika równanie Bernoulliego, które w tym konkretnym przypadku przyjmie postać:

$$E_p = E_k$$

Energia potencjalna (energia położenia) jest równa energii kinetycznej. Innymi słowy energia potencjalna zostanie zamieniona na energię kinetyczną.

$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

gdzie:

h – wysokość słupa cieczy (różnica poziomów) [m],

g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2],

v – prędkość przepływu [m/s].

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 20} = 19,81 \text{ [m/s]}$$

Po wyliczeniu masy ze średnicy rurociągu oraz jej długości można określić wielkość energii potencjalnej i kinetycznej, a tym samym siłę uderzenia:

$$E_p = \frac{44\,368 \cdot 19,81^2}{2} = 8\,705\,802 \text{ [J]}$$

7.4.7. USZKODZENIA STRUKTURALNE DUŻYCH ZBIORNIKOWCÓW

Analiza wypadków, których efektem była strata całkowita, rzeczywista lub konstruktywna zbiornikowców dowodzi, iż jakkolwiek wskaźnik strat wśród tych statków jest niższy niż np. odpowiedni wskaźnik dla masowców, to jednak w odniesieniu do dużych zbiornikowców, a zwłaszcza statków kombinowanych jest on duży. Analizy obejmujące wypadki w latach 1984 – 1992 wykazały silną korelację pomiędzy wielkością strat a wiekiem statków. Dla zbiornikowców powyżej 10 000 GRT wskaźnik strat całkowitych wyniósł 1,78 rocznie na 1000 statków (dla masowców w tym samym okresie – 2,98).

Dokładniejszej analizie poddano grupę ropowców powyżej 100 000 dwt oraz statków OBO i O/O powyżej 20 000 dwt. Dane dotyczące 143 wypadków zbiornikowców powyżej 100 000 dwt w okresie 1976-1990 wskazały, iż w 22 przypadkach przyczyną straty były wady strukturalne, a 10 z tych statków miało 10 do 15 lat. Poczynając od roku 1986 na zbiornikowcach w wieku ponad 11 lat pojawiły się problemy strukturalne, co oznaczało, że w szczególności narażone na tego typu uszkodzenia były statki VLCC zbudowane w połowie lat 70. Większość zbiornikowców utraconych w roku 1992 stanowiły zbiornikowce 17-letnie. Jako przyczyny wskazywano: pęknięcia, ugięcia i wygięcia (odkształcenia kadłuba), wibrację.

Wskazano cztery podstawowe mechanizmy prowadzące do uszkodzenia kadłuba:

- proste przeładowanie statku, powodujące odkształcenia w momencie (np. w przypadku kolizji lub wejścia na mieliznę), gdy materiał, z jakiego zbudowano kadłub podlega stresowi przewyższającemu jego wytrzymałość lokalną,
- pęknięcia spowodowane kruchością materiału, ogólnie zróżnicowane w formie, spowodowane złym stanem konstrukcji lub zaawansowaną korozją,