

Konstruktivne karakteristike broda u relaciji sa suvremenim proračunima za utvrđivanje stabiliteta broda

Proračuni su krcanje, stabilitet i čvrstoću brodova veoma su usavršeni od pojave ranih mehaničkih instrumenata za ove proračune, a koje su proizveli Murray, Ralston i Gätaverken. Pojava i mogućnost nabavke mikrokomputera uz povoljnu cijenu, ali dovoljnih mogućnosti da rješavaju kompleksne probleme, potakla je razvoj velikog broja računskih sistema sa širokim mogućnostima koje prelaze njihovu originalnu namjenu. S druge pak strane dvije značajne pomorske nezgode, uzrokovane strukturnim opterećenjima u luci za vrijeme iskrcaja tereta, dogodile su se tankerima »Betelgeus« i »Energy Concentration« u proljeće 1979. godine i ljeto 1980. godine.

Ovi incidenti stimulirali su intenzivniju upotrebu kalkulatora u proračunima za krcanje broda i naprezanja trupa broda.

Stroge preporuke irskog istražnog suda nakon propasti »Betelgeusa«, koja je rezultirala i znatnim gubitkom ljudskih života, uključivale su i preporuku »da svi tankeri i OBO brodovi preko 10.000 tona nosivosti moraju imati efikasna sredstva za brzo izračunavanje momenata savijanja i poprečnih sila (sile smicanja) u svim stanjima ukrcavanja (iskrcavanja) tereta kao i balastiranja. Da li će računalo za izračunavanje naprezanja biti elastično ili mehaničko nije bitno, pod uvjetom da je tačno, da je sigurno, da je za njega potreban minimum održavanja i da se brzo i lako može upotrijebiti«.

Osim generalnog plana klasifikaciona društva traže od brodogradilišta da brodu isporuče: presjek glavnog rebra; plan profila broda; plan palube; priručnik za krcanje koji treba da sadržava proračune stabiliteta i trima, naprezanja trupa i proračun momenta savijanja; zatim hidrostatske podatke i krivulje za različite slučajeve krcanja broda sve do stanja krcanja broda potpuno iskorištenog kapaciteta. Sve nabrajeno omogućava zapovjedniku i odgovornim oficirima da sačine siguran plan tereta za putovanje koje brod treba poduzeti.

Ispravna upotreba ovih informacija je važan elemenat u obrazovanju i kvalifikaciji oficira palube i stroja. Možda ovi proračuni mogu nekome svarati poteškoće prilikom njihovog izvođenja; međutim računala za ukrcaj svakako će olakšati rješenje ovih zadataka i osigurati će tačnost pod uvjetom da su ispravni ulazni podaci.

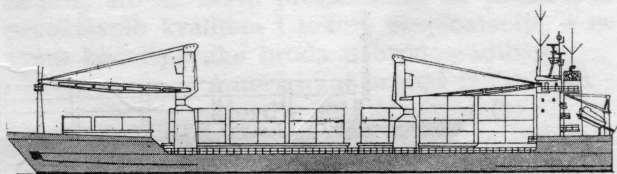
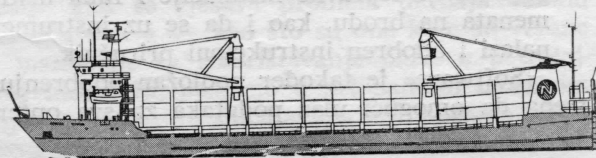
Pojava brodova za prijevoz kontejnera, s veoma kratkim boravkom u luci, unijela je sasvim novu dimenziju u operativnom smislu, zahtijevajući da plan krcanja treba biti pripremljen na obali u kontejnerskom terminalu. Kontejneri mogu biti smješteni u specifično skladište, ćeliju i temperaturnu zonu (u slučaju rashladnih i smr-

znutih tereta) s namjerom da se upotrijebi minimalan broj skladišta, i da se izbjegne premještanje kontejnera u usputnim lukama tokom trajanja putovanja. S obzirom da se prilikom prolaska kontejnera preko kontrolne vage registri- raju njihovi serijski brojevi i mase, lako je pripremiti tačan plan krcanja. Budući da disk računala u kontejnerskom terminalu zadržava memorirane podatke s potrebnim karakteristikama svakog broda ili klase identičnih brodova, računalo može izračunati široki spektar slučajeva i kombinacija, te da sve te kombinacije printerom odštampane budu uručene zapovjedniku prije isplavljenja.

One uključuju listu kontejnera sa serijskim brojevima, pozicijom na brodu, težinu, luku odredišta. Lista je sačinjena na bazi broja skladišta i još sadržava podatke o gasu, trimu, stabilitetu, silama smicanja (poprečnim silama), momentu savijanja i torzionom naprezanju. Poznato je da mnogi manji brodovi za prevoz kontejnera ukrcavaju više kontejnera na palubi nego u skladištima, pa je zbog toga veoma važna brza kontrola stabiliteta.

LASHINGS (OSIGURAVANJE TERETA OD POMICANJA)

Nedavno je firma Anchor Marine proizvela računalo sa proširenim mogućnostima, tako da može dati podatke o tome koji od kontejnera na palubi moraju biti osigurani od pomicanja, a koji ne. Ovim se postiže velika ušteda u vremenu prije isplavljenja i smanjuje vjerojatnost gubitka nekog isplavljenja i smanjuje vjerojatnost gubitka neko od kontejnera u nevremenu. Brojni primjeri prevrtanja brodova odnose se na eksploataciju specijalnih RO-RO tipova koji su veoma nestabilni na malom gasu. Tako stanje se znatno pogoršava ako se teški teret pomakne poprijeko jedne od gornjih paluba. Zbog toga je važno da se na ovim tipovima brodova slijedi i sprovodi sigurna procedura ukrcaja i iskrcaja tereta, i da se teret sa



donjih paluba, samo radi lakšeg postupka, ne iskrcava prije tereta sa gornjih paluba. Na ovim tipovima brodova od glavnog značaja je poprečna stabilnost, visina nadvođa i torziono napreznje. Gubitak nekoliko novih RO-RO brodova prije par godina, a zbog pomicanja tereta u nevremenu i propusta da se više povede računa o početnoj stabilnosti, mogao se izbjeći da se ovakva potencijalna opasna situacija kontrolom provjerila i takav specifični slučaj izračunao na računalu prije početka putovanja.

U vezi s ovim, treba reći da dugački nepregrađeni prostor na RO-RO brodovima (to je i njihova osnovna specifičnost s posebnom namjenom) stvaraju određeni predviđeni rizik, pa zbog toga postoji potreba da se utvrdi vjerojatnost prevrtanja ili eventualnog potonuća nakon sudara ili nasukanja. U takvim situacijama od bitne je važnosti vrijeme koje je ostalo na raspolaganju za evakuaciju. Odjel za izračunavanje stabilneta broda u oštećenom stanju pri sektoru LLOYD Registra za međunarodnu konvenciju izvršio je analizu i proračun »stvarnog vremena« za dati scenario broda u oštećenom stanju, a za glavne brodare prijevoznike koji se bave eksploatacijom RO-RO brodova.

Program koji je razvila švedska firma SIKOB AB omogućio je da se analiziraju promjene u nagibu (moguće je stimulirati velike uglove i to vrlo brzo u početnim fazama naplavlivanja ovih brodova), trimu, gasu, nadvođu i preostalom stabilitetu u kratkim intervalima za vrijeme kompleksnih situacija naplavlivanja, takođe uključujući i nagli prodor vode kroz određene otvore.

BUREAU VERITAS je bilo prvo klasifikaciono društvo koje je reguliralo opremanje nekih kategorija brodova s instrumentima za izvođenje računa potrebnih kod iskrcavanja i ukrcavanja tereta. To se odnosilo na brodove duže od 150 m, a koji prevoze tekuće ili neke terete u rasutom stanju. Instrument može da bude mehanički, analogni ili digitalni, a isto tako kao i priručnik krcanja — koji se još uvijek zahtijeva — podlozan je slijedećim odobrenjima:

- verifikacija tipa
- verifikacija da su se upotrijebili konačni podaci broda
- prihvaćanje broja i pozicija točaka očitavanja
- prihvaćanje relevantnih ograničenja za sve točke očitavanja
- verifikacija ispravne instalacije i rada instrumenata na brodu, kao i da se uz instrument nalazi i odobren instrukcioni priručnik.

»Software« je također podlozan odobrenju i treba da omogućiti ulaz podataka za sva optere-

ćenja, uključujući ona na palubi, poklopcima grotla, kao i da izračunava za svaki slučaj krcanja: istisninu, gazova i trim, sile smicanja (poprečne sile) u mirnoj vodi, moment savijanja u mirnoj vodi, moment torzije (ako je potrebno), a isto tako maksimalno dozvoljene vrijednosti za zadnje 3 kategorije podataka, koje vrijednosti trebaju biti izračunate za nekoliko poprečnih sekcija (točaka očitavanja) koje su obično locirane na presjeku sredine broda, na prednjoj pregradi strojarnice i svakoj pregradi koja dijeli skladišne prostore predviđene za ukrcaj tereta.

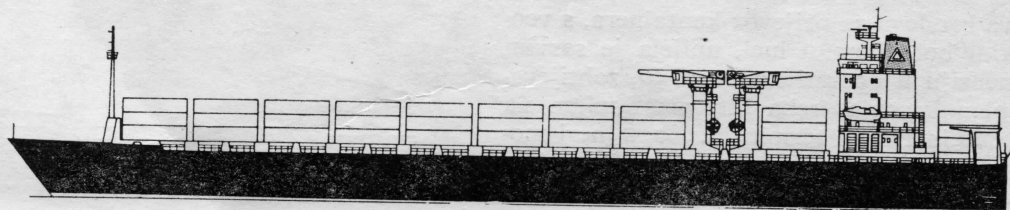
Ova pravila za brodove klasificirane od strane »BV«, a za spomenute kategorije brodova stupila su na snagu krajem 1982. godine. U 1984. godini klasifikaciono društvo Lloyd Register of Shipping, koje je nekoliko godina preporučivalo opremanje broda s instrumentom za računanje problema u vezi s iskrcajem tereta na specijaliziranim brodovima prihvatilo je unificirane zahtjeve i pravila odobrena od međunarodnog udruženja klasifikacionih društava (International Association of Classification Societies — IACS) i sad zahtijeva u svojim pravilima da uređaj (instrument, računalo) za računanje problema krcanja mora biti ugrađen na brodovima za prijevoz generalnog tereta, tankere za prevoz nafte, brodove za prevoz kemikalija i kombinirane brodove, a koji su duži od 150 metara.

Norveško klasifikaciono društvo (det Norske Veritas), premda još ne inzistira na takvim pravilima, ipak energično preporučuje instaliranje ovih instrumenata na tri klase brodova dužih od 150 metara, a smatra da je »od izuzetne važnosti« da ih brodovi duži od 200 metara posjeduju.

UPOZORENJE

Instrument za računanje problema u vezi sa krcanjem tereta je pasivan uređaj i koristan je samo ako korisnik razumije kako se s njim radi, pod uvjetom točnih ulaznih podataka. Mnoga računala daju zvučni signal upozorenja i bljeskajuće svjetlo ako se ubace podaci takve kombinacije krcanja koja bi uzrokovala nestabilnost broda, zatim ako se takvim ukrcajem premašuje dozvoljeno lokalno opterećenje, dopušteni moment savijanja i poprečno napreznje.

Neki veoma moderni tankeri imaju instalacije povezane s kontrolnim mjernim sistemom, što omogućava da daju upozorenja za opasna stanja, a u ekstremnim slučajevima automatski reguliraju prekidanje procedure ukrcaja ili iskrcaja u određeni tank, da bi se spriječilo preopterećenje broskog trupa. Danas se mnogo paž-



nje poklanja pitanju koje je za sada bilo zanemarivano, a to je precizno podešen trim tokom putovanja.

Pokazalo se da za svaku istisninu postoji optimalan položaj trupa broda pri kojem se postiže vožnja s najmanjim utroškom goriva. Ovaj trim, tj. stanje moguće je tokom putovanja održavati s promišljenim transferom balasta i izborom tanka iz kojeg će se trošiti gorivo. Time se mogu postići konkretne uštede u pogonu.

Računalo tipa Schiffiko koje se upotrebljava na kontejnerskim brodovima Hapag-Lloyds tipa »Dusseldorf Express-class«, a koji se nalaze i u predstavništvima u Hamburgu i New Yorku, upotrebljava se tako da daje planove krcanja s optimalnim stabilitetom broda, i reduciranom količinom balasta na minimum. Kompjuter memorira relevantne podatke brodova: hidrostatske krivulje i krivulje stabiliteta, kapacitet tankova i lokaciju kontejnera. Svi ulazni i izlazni podaci pokazuju se na ekranu, dok printer odštampava listu kontejnera za svaku luku iskrcaja, plan skladišta i mase u tankovima, a isto tako i informacije potrebne za izračunavanje sigurnosti prije isplovljenja. Ovdje spadaju: gaz, trim, stabilitet, a dobija se i kompletan račun stabiliteta s momentom nagiba i polugom stabiliteta, zatim poprečne sile, momenti savijanja i torziona naprezanja. Dok se odvija program ukrcaja tereta, a u slučaju da je gaz ograničen, te se pređe odgovarajuća granica trima, stabiliteta ili čvrstoće, ili se prepune tankovi ili se zaglave kontejneri u već zauzetim ćelijama — daje se odgovarajući alarmni signal.

ŠIROKO POLJE UPOTREBE

Američka firma AMERICAN PRESIDENT LINES razvila je sistem SIRIUS (Shipboard Information — Inegrated User System) prvenstveno za svoje nove velike brodove klase President Lincoln. U firmi tvrde da je Sirius sistem — računalo s najširoom osnovom koji se upotrebljava u pomorskoj privredi, sposoban da daje analize i trend performansi brodskog pogona, da vodi evidenciju o upotrebi rezervnih dijelova, planira program održavanja broda i osim problema koji se inače u ovom članku obrađuju, da obavlja mnoge poslove brodske blagajne i administracije.

Sistem je zasnovan na Hewlett Packardovom HP—250 računalu i STAB programu (Stability, Trim end Bending Moment System — stabilnost, trim i momenti savijanja), a projektirao ga je brodograđevni inženjer Paul Wcod zaposlen u firmi.

Isto tako, kao što ovaj sistem osigurava da brodovi koji imaju znatnu dužinu ne budu opterećeni pretjeranim naprezanjima zbog pogrešnog krcanja, STAB program će planirati i optimalnu distribuciju svih tekućina na brodu.

Računalo firme Keel Marine »Mariner 1« sastoji se od mikroprocesora, »video displeja« i printera, kao zajedničke jedinice uređaja, zatim od pogona diska za memoriranje podataka i numeričke komandne tastature za operaciju unošenja

podataka. Na displeju (pokazivaču) moguće je voditi dijalog na bazi »PITANJA I ODGOVORA« pa se rad s računalom time mnogo simplificira.

Rezultati obrade podataka pokazuju se na ekranu, a sve operatorove radnje odštampava štampač, koji također može zabilježiti i sve obavljene kalkulacije. Osim svoje glavne funkcije da proračunava razne slučajeve i stanja broda sa ukrcanim teretom i daje rezultate, ono vrši i uspoređivanje dopuštenim vrijednostima u pogledu trima, istisnine i karakteristika statičkog i dinamičkog stabiliteta.

Ovo računalo ima brojne osobine koje mu omogućuju da daje i slijedeće podatke za specijalne tipove brodova, na pr.:

TANKERI

— Metodu transfera težina u tankovima za teret koja rješava pitanje slobodnih površina.

— Specifičnu težinu tereta nafte računatu prema API vrijednostima i temperaturi.

BULKCARRIERI

— Kalkulacije za prevoz žitarica

— Koeficijenti za pregrade koji služe za distribuciju poprečnih naprezanja (distribuciju sila smicanja)

— Teret drva na palubi

— Utjecaj vjetrova i leda na brod

BRODOVI ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA

— Torziju brodske trupa zbog poprečne i uzdužne distribucije tereta

— Težinu kontejnera koja se nalazi u punom bey-u« (poprečnom nizu), vertikalnom i uzdužnom nizu, kao i pojedinačnoj ćeliji,

— Utjecaj vjetrova i leda na brod.

Svi instrumenti uključuju i uređaje za računanje statičkog ugla naginjanja, kao i za krcanje »specijalnih jedinica« tereta i masa na bilo koju poziciju. Računala za rješavanje zadataka potrebnih za pravilan ukrcaj broda mogu se upotrebljavati za kontrolu stvarnog stabiliteta broda još prije isplovljenja, pa se može utvrditi da li postoji problem koji bi se neizostavno morao riješiti prije konačnog isplovljenja broda iz luke ukrcaja na otvoreno more. Računalo tipa Kockumation B—20 kao i Level master NLM 200 mjerni sistem mogu se upotrijebiti u uzajamnoj kombinaciji, kad se rješava problem ukrcaja velikih jedinica tereta — kao što su one koje su vezane za instalacije za iskorištavanje nafte u petrolejskoj industriji, posebno u priobalnom morskome pojasu — u kojim slučajevima nije poznata točna masa tereta i sistemno težište.

Princip je isti kao i kod izvođenja pokusa nagiba, što se često proračunava na brodovima prvoklasnih kvaliteta i tokom eksploatacije, a ne samo kod isporuke broda u brodogradilištu.

Autorizirani prevod iz časopisa
Lloyd's Ship Manager (br. 5)
aprilski broj 1985.

Antun Prlenda dipl. ing.