



Subject: CIRCULAR. 2015-13

**Summery of educational seminar about
difficulties in modelling and predicting floating
structures response in waves**

Number: 32/94/0054

Date: 15.11.2015

موضوع: بخشنامه ۱۳-۲۰۱۵

**خلاصه سمینار آموزشی معضل مدلسازی و پیش‌بینی
واکنش سازه‌های شناور در امواج**

شماره: ۳۲/۹۴/۰۰۵۴

تاریخ: ۹۴/۸/۲۴

All respectful ICS Surveyors

According to objectives of ICS about up-to-date knowledge of surveyors and experts, the Summery of educational seminar about difficulties in modelling and predicting floating structures response in waves, which was held in Sharif university by Dr. Ommani from NTNU university, has been attached hereby.

The electronic file of this document could be found at the following address:

[\\server\ICS Organization\Convention and Legislation Department\Publications\circ\2015/13](file://server/ICS%20Organization/Convention%20and%20Legislation%20Department/Publications/circ/2015/13)

Also this Electronic File will be sent via email to all respectful ICS Customers and Surveyors.

A.M. Rezvan panah
Head of Convention & Legislation
Department
Iranian Classification Society
(ICS)

Disclaimer: Although all possible efforts have been made to ensure correctness and completeness of the information and guides contained in this technical information, the Iranian classification society is not responsible for any errors, damages, penalties or emissions made herein, nor held for any actions taken by any party as a result of information retrieved from this technical information.

کلیه بازرسان محترم ICS

با سلام و احترام

پیرو اهداف مؤسسه در خصوص به روز بودن اطلاعات بازرسان و کارشناسان محترم، خلاصه ای از سمینار آموزشی معضل مدلسازی و پیش‌بینی واکنش سازه‌های شناور در امواج، که در دانشگاه شریف توسط جناب آقای دکتر بابک عمانی از دانشگاه NTNU برگزار گردید، جهت بهره برداری حضورتان ایفاد می‌گردد. نسخه الکترونیکی بخشنامه‌های مذکور در شبکه داخلی مؤسسه با آدرس ذیل قابل دسترسی می‌باشد:

[\\server\ICS Organization\Convention and Legislation department\Publications\circ\2015/13](file://server/ICS%20Organization/Convention%20and%20Legislation%20Department/Publications/circ/2015/13)

همچنین نسخه الکترونیکی این سند از طریق پست الکترونیکی به کلیه مشتریان و بازرسان محترم مؤسسه ارسال می‌گردد.

رضوان پناه

مدیر واحد کنوانسیونها، قوانین و مقررات

مؤسسه رده بندی ایرانیان

ترک دعوی: اگرچه در گردآوری کلیه راهنماهای فنی ارائه شده توسط مؤسسه رده بندی ایرانیان، تا حد ممکن تلاش در دقت و صحت محتوا صورت گرفته است، این مؤسسه متحمل مسئولیتی در قبال هرگونه اشتباهات، خسارت‌های احتمالی و جرائمی که ممکن است در ارتباط با بکارگیری مفاهیم و مطالب ارائه شده رخ دهد، نمیباشد.

Code: ICS32F016/2

■ **مؤسسه رده بندی ایرانیان**

تهران-خیابان قائم مقام فراهانی-بالاتر از میدان شعاع-کوچه شبیم-پلاک ۵
تلفن: ۰۲۱ ۴۲۱۸۶۰۰۰ : ۰۲۱ ۸۸۳۲۴۷۳۴ : نامبر
www.ics.org.ir info@ics.org.ir

خلاصه سمینار آموزشی معضل مدلسازی و پیش‌بینی واکنش سازه‌های شناور در امواج

سه مسئله که در رابطه به سازه‌های شناور مانند FPSO ها، semisubmersible ها، کشتی‌ها و مزارع پرورش ماهی (aquaculture) دارای اهمیت است و بایستی در مدلسازی و ساخت آنها مد نظر قرار گیرد، حفظ موقعیت شناور، حفظ سازه (بررسی عدم وقوع Fail شدن سازه) و بررسی شرایط عملکردی آن است. این مسائل به جز حفظ موقعیت در سازه های ثابت نیز مطرح است. در واقع برای مدلسازی عددی ما ابتدا معلومات لازم را در رابطه با موقعیت عملکردی شناور کسب می‌کنیم و سپس بر اساس داده‌های تعریفی مدلسازی عددی انجام می‌دهیم و بر اساس نتایج آن مدلسازی عددی، سازه را ساخته و به کار می‌گیریم. روش‌های مختلفی برای رسیدن به این مدلسازی عددی وجود دارد که عبارتند از: انجام تست، ایجاد کردن مدل‌های ساده فیزیکی (نیمه تحلیلی / نیمه آزمایشگاهی) و CFD (روش‌های عددی). اگر می‌خواهیم به نتایج دقیقی دست پیدا کنیم بایستی از هر سه روش کمک بگیریم. برای مثال در سازه‌های ثابت شناور مانند FPSO ها معمولاً سیستم کنترل موقعیت از نوع مهاربندی و کنترل موقعیت دینامیکی است که بیشترین Failure مربوط به این سکوها، در کابل‌های مهاربندی به دلیل عدم تعیین صحیح نیروهای وارده به آنها صورت می‌گیرد. از آنجایی که این نوع سازه‌ها بایستی برای یک مدت طولانی در یک موقعیت ثابت باقی بمانند در صورت پارگی یکی از این خطوط، اگر به موقع به این موضوع رسیدگی نشود، سازه شناور حرکت کرده و تمامی تجهیزات انتقال نفتی و رایزرها از بین می‌رود و هزینه‌های زیادی در پی خواهد داشت. پس پیش‌بینی دقیق نیروهایی که به شناور وارد می‌شوند به خصوص نیروهای ثابت (drift force) و نه نیروهای نوسانی با فرکانس امواج، اهمیت پیدا می‌کنند. در واقع پیش‌بینی‌هایی که روش‌های عددی از مقدار این نیروهای ثابت می‌دهند بسیار کمتر از نیروهای واقعیست. اگر آمار Failure های خطوط مهار را چک کنیم و با شرایط آب و هوایی مقایسه کنیم، متوجه می‌شویم که اکثر این اتفاق‌ها در طوفان‌های سبک اتفاق افتاده‌اند. برای حل چنین مسئله‌ای پیچیده‌ای ابتدا آن را به سه مسئله‌ی کوچکتر تقسیم می‌کنیم: اندرکنش سازه و جریان، اندرکنش مهاربندی و سازه، و کوپلینگ این دو مورد با یکدیگر. در واقع در بررسی اندرکنش امواج و سازه، اندرکنش بین امواج و جریان‌های دریایی، اثرات ویسکوز امواج و حرکات غیرخطی شناور اهمیت پیدا می‌کنند. در حالی که ما از این موارد در مسائل صنعتی چشم‌پوشی می‌نماییم، ممکن است این موضوعات منجر به چنین اتفاقی شده باشند.

روش استاندارد صنعتی برای محاسبه پاسخ این شناورها در امواج نسبت به روش‌های دیگر ارجحیت دارد. این روش یک حلگر حوزه‌ی زمان دارد و مدلسازی خطی از نیروهای امواج، نیروهای باد و جریان، و مدلسازی نیمه پایدار برای خطوط مهاربندی (غیرخطی) را در نظر می‌گیرند. در این روش در واقع نیروهای drift امواج با وجود اینکه خطی‌سازی شده اما با استفاده از نتایج مدل تست در حوضچه، این نیرو تصحیح شده است و اثرات غیرخطی (ویسکوزیته) اندرکنش بین امواج و شناور را تا حدودی در نظر می‌گیرند. در واقع ما ابتدا حرکت شناور را مدلسازی می‌کنیم و سپس در یک مدل FEM نیروهای وارد بر خطوط مهاربندی را محاسبه می‌کنیم. اما اندرکنش بین این دو را در نظر نگرفته‌ایم. پس فیزیک مسئله بسیار دارای اهمیت است و همین موضوع موجب تفاوت میان نتایج آزمایشگاهی و نتایج مدلسازی عددی می‌شود.

برای بررسی دلیل این پدیده ۳۰ آزمایش با ۳۰ مدل سری زمانی مختلف از امواج انجام شد و تنها در دو آزمایش اتفاق عجیبی روی داد و آن این بود که موجی با ماهیت shallow water در آب عمیق روی داد. این موضوع موجب اثر ویسکوز بر روی شناور به دلیل شسته شدن پایه‌ی سکو با موج و پدیده‌ی Slamming شد که به موجب آن ضربه‌ای شدید به زیر سکو وارد شد.

همچنین هوا در میان سکو و موج گیر افتاد و موجب نوسانات فشاری هوا و ارتعاش سکو شد. نیروی فشاری ناشی از این حباب‌های هوا می‌تواند ۲ تا ۳ برابر نیروهای طبیعی وارد بر سازه باشد. این مسائل در روش‌های استاندارد صنعتی در نظر گرفته نمی‌شوند. حال اگر ضریب درگ ستون‌ها را محاسبه کنیم و از آنجا نیروی درگ را بدست آوریم و آن را به صورت یک ضریب تصحیح در نیروهای وارد بر شناور در نظر بگیریم متوجه می‌شویم که مدلسازی ما در رابطه با حرکت surge دقیق‌تر می‌شود. علاوه بر موضوعات بالا اندرکنش بین جریان و امواج بسیار دارای اهمیت است چراکه جریان می‌تواند فرکانس امواجی را که شناور احساس می‌کند، تغییر دهد. در رابطه با سازه‌های ثابت نیز ضربه ناشی از پدیده‌ی slamming که موجب ringing می‌شود نیز در سازه‌های ثابت بایستی در نظر گرفته شود چراکه کل سازه به یکباره شروع به نوسان می‌کند. همچنین زمانی که ضربه به سازه وارد می‌شود مودهای الاستیک سازه اهمیت پیدا می‌کند، پس اگر سازه را solid فرض کنیم پاسخ‌های درستی به دست نخواهیم آورد. در کل مدل‌سازی این پدیده‌ها چه به صورت تحلیلی و چه به صورت عددی دشوار است چرا که در مقیاس‌های زمانی متفاوتی اتفاق می‌افتند و نمی‌توان تمامی آنها را وارد یک مدل عددی کرد.

تمامی این مسائل در رابطه با کشتی‌ها هم وجود دارند. در واقع کشتی‌ها هم در امواج دچار پدیده‌هایی چون ringing، springing، whipping، green water، down break، hammer piece، زبانه کشیدن موج و ضربه زدن به عرشه می‌شود. این چالش‌های مدل‌سازی رفتار غیرخطی می‌باشد. تمامی این مواردی که ذکر شد نیز با water entry در ارتباط می‌باشند و این موارد در پیش‌بینی نیروها اهمیت بالایی دارند.

در رابطه aqua culture نیز بایستی نیروهای وارد بر تور، میزان جریان عبوری از درون تور، میزان الاستیسیته بودن تور و... را در نظر بگیریم.

پس ما باید حداقل مهم‌ترین فیزیک‌ها را وارد مدلسازی عددی خود کنیم تا نتایج آنها به نتایج واقعی نزدیکتر گردند.