بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی‌تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کشتی سازی و صنایع دریایی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش سازه دریایی

مستهلک کننده های انرژی و تأثیر آنها بر پاسخ دینامیکی سکوی ثابت

نگارش:

سید سجاد طالب میاندهی

استاد راهنما:

دکتر محمد جواد کتابداری

شهریور ۱۳۸۷

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی‌تکنیک تهران)

بسمه تعالی

فرم اطلاعات پایان‌نامه
کارشناسی- ارشد و دکترا

تاریخ:
شماره:

معاونت پژوهشی
فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: سید سجاد طالب دانشجوی آزاد ● بورسیه ○ معادل ○

شماره دانشجوئی: ۸۵۱۳۰۰۲۴ دانشکده: مهندسی کشتی سازی رشته تحصیلی: سازه های دریایی گروه: سازه دریایی

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: محمد جواد کتابداری درجه و رتبه: استادیار

نام و نام خانوادگی: درجه و رتبه:

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی: درجه و رتبه:

نام و نام خانوادگی: درجه و رتبه:

عنوان پایان‌نامه به فارسی :

مستهلک کننده های انرژی و تاثیر آن بر پاسخ دینامیکی سکوی ثابت

عنوان پایان‌نامه به انگلیسی:

Energy Dissipation Devices and effect on the Dynamic Response of Jacket Platform

نوع پروژه: کارشناسی○ ارشد ● دکتر ا ○ سال تحصیلی: ۸۸-۸۷

کاربردی ○ بنیادی○ توسعه‌ای ○ نظری ●

تاریخ شروع : ۸۶/۷/۱ تاریخ خاتمه : ۸۷/۶/۳۰ تعداد واحد : ۶ سازمان تأمین کننده اعتبار :

واژه‌های کلیدی به فارسی: کنترل غیر فعال- سکوی ثابت جاکت- نیروهای هیدرو دینامیکی- میراگر ویسکوالاستیک- میراگر ویسکوز

واژه‌های کلیدی به انگلیسی : **Passive control, Jacket Platform- Hydrodynamic forces, Viscoelastic Damper, Viscous Damper**

مشخصات ظاهری	تعداد صفحات ۱۱۹	تصویر ● جدول ● نمودار ● نقشه ○ واژه‌نامه ○		تعداد مراجع ۲۶	تعداد صفحات ضمائم
زبان متن	فارسی ●	انگلیسی ○	چکیده	فارسی ●	انگلیسی ●
یادداشت					

نظرها و پیشنهادها به منظور بهبود فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه

استاد:

دانشجو:

امضاء استاد راهنما: **محمد جواد کتابداری** **تاریخ: ۸۸/۳/۲**

۱- ارائه ... PDF ...

تقدیم به:

خانواده مهربان و عزیزم که رسم نیک زیستن را در مکتب مهر آنان آموختم و به مدد پشتیبانی و حمایتشان لذت خوب زیستن را تجربه نمودم.

و تقدیم به همسر مهربانم که با لطف بی پایانش یاور من در نگارش این پایان نامه شد.

نیروهای دینامیکی ناشی از امواج یکی از مهمترین تحریکاتی است که باید در هنگام طراحی سازه های فراساحلی مورد توجه قرار گیرد. در سالهای اخیر به منظور طراحی مناسب این نوع سازه ها علاوه بر ارزیابی دقیق پاسخ دینامیکی سازه در برابر نیروی امواج, تعیین روشهایی جهت کاهش این پاسخ از اهمیت زیادی برخوردار شده است. در سه دهه اخیر ابزار کنترل ارتعاشات, به منظور کاهش ارتعاشات سازه تحت اثر نیروهای محیطی توسعه پیدا کرده است. در این مقاله پاسخ دینامیکی سکوی ثابت جاکت مجهز به وسایل اتلاف انرژی از نوع میراگر ویسکوالاستیک و ویسکوز در برابر نیروی امواج ارائه می شود و با تعیین پاسخ سکو در برابر نیروی دینامیکی موج، کارآیی این سیستم در روی سازه هایی دریایی مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. هدف این تحقیق توسعه سیستمهای غیر فعال برای کنترل ارتعاشات یک سکوی ثابت جاکت در برابر نیروی امواج می باشد.

کلمات کلیدی: کنترل غیرفعال – سکوی ثابت جاکت – نیروی هیدرودینامیکی – میراگر ویسکوالاستیک – میراگر ویسکوز

علائم	شرح
m	جرم
C	میرایی
K	سختی
P_0	دامنه نیرو
Ω	فرکانس بارگذاری
ξ	نسبت میرایی و جابجایی قائم ذرات آب
ω_d	فرکانس طبیعی دورانی
β	نسبت فرکانس
ρ	دامنه جواب پایدار
D	ضریب بزرگنمایی دینامیکی
$H(\Omega)$	تابع پاسخ سیستم
E	مدول یانگ
F_D	نیروی میرایی
F_S	نیروی سختی
δ	زاویه اختلاف فاز تنش و کرنش
ω و ω_s	فرکانس طبیعی سازه
σ_n	تنش اسمی
ε	کرنش میله
ζ	میرایی پسماند و جابجایی افقی ذرات آب
σ_y	تنش تسلیم
ε_{in}	کرنش غیر الاستیک
ε_{el}	کرنش الاستیک
γ	کرنش

مدول ذخیره برشی میراگر ویسکو الاستیک	G'
مدول اتلاف برش میراگر ویسکو الاستیک	G''
ضریب اتلاف میراگر ویسکوالاستیک	η
تابع پتانسیل	ϕ
عمق آب	d
طول موج	L
ارتفاع موج	H
پریود موج	T
عدد موج	k
شتاب ثقل زمین	g
ضریب اینرسی	C_M
ضریب درگ	C_D
ماتریس جرم	$[M]$
ماتریس میرایی	$[C]$
ماریس سختی	$[K]$
ماتریس سطح جسم	$[A_p]$
ماتریس حجم جسم	$[V]$
جرم سازه و جرم اضافه	$[\bar{M}]$
ماتریس نیروی درگ موج	$[C_e]$
سرعت افقی ذرات آب	u
سرعت قائم ذرات آب	w
ارتفاع مشخصه موج	H_s
فرکانس	f
سرعت لحظه ای عمود بر المان	u_n
شتاب لحظه ای عمود بر المان	$\dot{u}_n$
پریود طبیعی سازه	T_s

Φ	بردار شکل مود

فصل اول: پیش گفتار

۱-۱. مقدمه ۱

۱-۲. مروری بر کارهای انجام شده ۳

۱-۳. معرفی کار حاضر ۹

فصل دوم: دینامیک ارتعاش سازه ها

۲-۱. مقدمه ۱۰

۲-۲. ارتعاش سازه در برابر بارهای هارمونیک ۱۰

۲-۳. بررسی تابع پاسخ سیستم $H(\Omega)$ ۱۶

۲-٤. ارتعاش تحت یک بارگذاری مشخص ۱۸

فصل سوم: میرایی سازه و انواع سیستم های کنترل ارتعاش

۳-۱. مقدمه ۲۱

۳-۲. انواع میرایی در سازه ها ۲۲

۳-۳. سیستمهای کنترل ارتعاش ۲٤

۳-۳-۱.کنترل غیرفعال ۲۵

۳-۳-۱-۱. سیستم جداساز لرزه ای ۲٦

۳-۳-۱-۲. ابزار جذب و اتلاف انرژی ۲۷

۳-۳-۱-۳. میراگرهای فلزی ۳۰

۳-۳-۱-٤. میراگرهای اصطکاکی ۳۱

۳-۳-۱-۵. میراگرهای ویسکوالاستیک ۳۳

۳-۳-۱-۶. میراگرهای ویسکوز ۴۰

۳-۳-۱-۷. مقایسه منحنی پسماند انواع میراگرها ۴۳

۳-۳-۱-۸. میراگرهای جرمی ۴۴

۳-۳-۲. سیستمهای کنترل فعال و نیمه فعال ۴۷

فصل چهارم: معادلات موج دو بعدی

۴-۱. مقدمه ۵۰

۴-۳. امواج استوکس ۵۲

۴-۳. مشخصات طیفی موج ۵۵

۴-۳-۱. مدلهای طیفی موج ۵۶

۴-۳-۱-۱. طیف برت اشنایدر ۵۶

۴-۳-۱-۲. طیف پیرسون - موسکوویتچ ۵۷

۴-۳-۱-۳. طیف JONSWAP ۵۷

فصل پنجم: معرفی مدل سکو و میراگر

۵-۱. مقدمه ۵۹

۵-۲. مدلسازی سکو ۶۰

۵-۳. مدلسازی میراگر ۶۳

۵-۳-۱. مدل میراگر ویسکو الاستیک ۶۳

۵-۳-۱-۱. مدل ماکسول ٦٤

۵-۳-۱-۲. مدل کلوین - ویت ٦٥

۵-۳-۲. مدل میراگر ویسکوز ٦٧

۵-٤. انرژی کرنشی مودال ٦٧

۵-۵. روابط و معادلات حاکم ٦٩

۵-٦. مدلسازی موج وارد بر سکو ٨١

فصل ششم: جزییات تحلیل و برنامه تهیه شده

٦-١. روش عددی حل معادله حرکت ٨٤

٦-٢.محاسبه ریشه متوسط مربعات سرعت نسبی ٨٥

٦-٣.محاسبه پریود گذر از سرعت صفر نسبی ٨٦

٦-٤. روند محاسبات در آنالیز کامپیوتری سازه ٨٧

٦-۵. معرفی برنامه ٨٨

فصل هفتم: نتایج اجرا بر روی سکوی نمونه

٧-١. تعیین سختی و میرایی بهینه میراگر ویسکوالاستیک ٩٠

٧-٢.تاریخچه زمانی پاسخ سکو با میراگر ویسکوالاستیک ٩٦

٧-٣.تعیین مقدار میرایی میراگر ویسکوز ٩٩

٧-٤. بررسی تأثیر میراگر در دامنه حرکت طبقات مختلف سکو ١٠٠

٧-۵. بررسی چگونگی تأثیر میراگر بر پاسخ سکو تحت اثر طیف موج ١٠٤

فصل هشتم: نتیجه گیری و پیشنهاد جهت ادامه کار

۸-۱. بحث و نتیجه گیری ۱۱۳

۸-۲. پیشنهاد جهت ادامه کار ۱۱۶

مراجع ۱۱۷

شکل۱-۱- نمونه ای از خرابی سکو..... ۱

شکل۱-۲- نمای کلی از سکوی جاکت..... ٤

شکل۲-۱- رابطه ضریب بزرگنمایی دینامیکی بر حسب نسبت فرکانس به ازای مقادیر مختلف میرایی.....۱۳

شکل۲-۲- منحنی تغییرات زاویه فاز بر حسب نسبت فرکانس به ازای مقادیر مختلف میرایی.....۱٤

شکل۲-۳- تغییرات ضریب بزرگنمایی حداکثر بر اساس ضریب میرایی.....۱۵

شکل۲-٤- تقسیم طیف پاسخ به سه ناحیه سخت، تشدید و نرم.....۱۷

شکل۲-۵- رفتار سازه در دو حالت با میراگر و بدون آن.....۲۰

شکل۳-۱- حلقه پسماند بار- تغییر مکان.....۲۳

شکل۳-۲- دو نمونه جداساز لرزه ای.....۲۷

شکل۳-۳- نحوه قرار گرفتن جداساز لرزه ای در ساختمانها، پلها و سکوهای ثابت دریایی.....۲۸

شکل۳-٤ –نحوه قرار گرفتن ابزار جذب انرژی در سازه..... ۲۸

شکل۳-۵- نمای کلی از ابزار جذب انرژی..... ۲۹

شکل۳-٦- میراگرهای فلزی (شکل سمت راست: میراگر X شکل و شکل سمت چپ: میراگر مثلثی)..۳۰

شکل۳-۷- منحنی پسماند میراگرهای اصطکاکی.....۳۳

شکل۳-۸- میراگرهای ویسکوالاستیک.....۳٤

شکل۳-۹- منحنی تنش – کرنش برای مواد الاستیک، ویسکوز و ویسکوالاستیک.....۳۵

شکل۳-۱۰- تغییرات مدول ماده ویسکو الاستیک با دما..... ۳۶

شکل۳-۱۱- منحنی پسماند میراگر ویسکو الاستیک..... ۳۹

شکل۳-۱۲- ساختمان یک میراگر سیال ویسکوز..... ۴۰

شکل۳-۱۲- منحنی پسماند انواع میراگرها..... ۴۴

شکل۳-۱۴- انواع مختلف میراگرهای جرمی..... ۴۵

شکل۳-۱۵- المانهای اساسی در حلقه سیستم کنترل فعال..... ۴۷

شکل۳-۱۶- میراگر جرمی فعال..... ۴۸

شکل۴-۱- مقایسه بین پروفیل موج خطی و پروفیل موج استوکس مرتبه دوم..... ۵۲

شکل۵-۱- مدل سکوهای مورد استفاده در پایان نامه..... ۶۱

شکل۵-۲- مدل ماکسول برای میراگر ویسکوالاستیک..... ۶۵

شکل۵-۳- مدل کلوین- ویت برای میراگر ویسکو الاستیک..... ۶۶

شکل۵-۴- المان تیر معادل و نیروهای داخلی آن..... ۷۶

شکل۵-۵- سیستم ممان خمشی برای مهاربندی Xشکل..... ۷۸

شکل۵-۶- سیستم نیروی برشی برای مهاربندی Xشکل..... ۷۹

شکل۵-۷- سیستم نیرویی V و M روی المان تیر معادل..... ۸۰

شکل۵-۸- موج طرح..... ۸۲

شکل۵-۹- طیف پیرسون- موسکوویتچ..... ۸۲

شکل۶-۱- الگوریتم برنامه آنالیز فرکانسی سکوی ثابت مجهز به میراگر..... ۸۹

شکل۷-۱- نمودار تغییرات فرکانس سکو نسبت به تغییرات سختی میراگر..... ۹۱

شکل۷-۲- نمودار تغییرات میرایی الحاقی بر حسب سختی میراگر..... ۹۲

شکل۷-۳- جابجایی بالاترین نقطه سکو نسبت به افزایش ضریب میرایی میراگر ویسکو الاستیک سکوی ۱..... ۹۳

شکل۷-٤- جابجایی بالاترین نقطه سکو نسبت به افزایش ضریب میرایی میراگر ویسکو الاستیک سکوی ۲..... ۹٤

شکل۷-۵- تغییرات فرکانس طبیعی و جابجایی بر حسب سختی میراگر برای سکوهای استفاده شده در مرجع [۹]..... ۹۵

شکل۷-٦- تغییرات جابجایی بالاترین طبقه سکو بر حسب تغییرات ضریب میرایی میراگر برای سکوی در مرجع [۹]..... ۹٦

شکل۷-۷- تغییرات جابجایی بالاترین طبقه سکو بر حسب تغییرات ضریب میرایی میراگر برای سکوی در مرجع [۹]..... ۹٦

شکل۷-۸- تاریخچه زمانی جابجایی بالاترین نقطه سکوی ۲ در دو حالت میرایی ۲۰٪ و با میراگر ویسکو الاستیک..... ۹۷

شکل۷-۹ تاریخچه زمانی جابجایی بالاترین نقطه سکوی ۱ در دو حالت کنترل شده و کنترل نشده..... ۹۸

شکل۷-۱۰- تاریخچه زمانی جابجایی بالاترین نقطه سکوی ۲ در دو حالت کنترل شده و کنترل نشده..... ۹۸

شکل۷-۱۱- مقایسه حداکثر جابجایی طبقات مختلف سکوی۱ نسبت به ارتفاع سکو برای سه حالت بدون میراگر و با میراگرهای ویسکو الاستیک و ویسکوز.....۱۰۲

شکل۷-۱۲- مقایسه حداکثر جابجایی طبقات مختلف سکو۲ نسبت به ارتفاع سکو برای سه حالت بدون میراگر و با میراگرهای ویسکو الاستیک و ویسکوز.....۱۰۲

شکل۷-۱۳- تغییرات ریشه متوسط مربعات جابجایی ترازهای مختلف سکوی مرجع [9] برای دو حالت بدون میراگر و با میراگر ویسکوز.....۱۰۳

شکل۷-۱٤- جابجایی بالاترین نقطه سکوی ۱ در اثر امواج طیف پیرسون- موسکوویتچ با میراگر ویسکو الاستیک و بدون آن.....۱۰۵

شکل۷-۱۵- جابجایی بالاترین نقطه سکوی ۲ در اثر امواج طیف پیرسون- موسکوویتچ با میراگر ویسکوز و بدون آن.....۱۰۵

شکل۷-۱٦- مقایسه طیف پاسخ سکوی ۱ در سه حالت بدون میرایی، با میراگر ویسکو الاستیک و با میراگر ویسکوز.....۱۰۷

شکل۷-۱۷- جابجایی بالاترین نقطه سکوی ۲ در اثر امواج طیف پیرسون- موسکوویتچ با میراگر ویسکو الاستیک و بدون آن.....۱۰۸

شکل۷-۱۸- جابجایی بالاترین نقطه سکوی ۲ در اثر امواج طیف پیرسون- موسکوویتچ با میراگر ویسکوز و بدون آن.....۱۰۸

شکل۷-۱۹- مقایسه طیف پاسخ سکوی ۲ در سه حالت بدون میرایی، با میراگر ویسکو الاستیک و با میراگر ویسکوز.....۱۰۹

شکل۷-۲۰- تغییرات PSDF طبقه فوقانی سکو در برابر تغییرات فرکانس برای حالت کنترل نشده و کنترل شده به وسیله میراگر ویسکو الاستیک در سکوهای مرجع [9].....۱۱۰

شکل۷-۲۰- تغییرات PSDF طبقه فوقانی سکو در برابر تغییرات فرکانس برای حالت کنترل نشده و کنترل شده به وسیله میراگر ویسکوز سکوهای مرجع [9].....۱۱۱

جدول ۳-۱- دسته بندی انواع سیستم های کنترل ارتعاش سازه ۲۵

جدول ۳-۲- مقایسه سیستمهای کنترل غیرفعال..... ٤٦

جدول ٤-۱- مشخصات تئوری موج استوکس مرتبه دوم ۵۳

جدول ۵-۱- مشخصات سکوها..... ٦۲

جدول ۵-۲- جرم ترازهای مختلف سکوی شماره ۱ در خشکی و در دریا..... ٦۲

جدول ۵-۳- جرم ترازهای مختلف سکوی شماره ۲ در خشکی و دریا..... ٦۳

جدول ۷-۱- تغییرات فرکانس سکو نسبت به افزایش سختی میراگر ویسکو الاستیک..... ۹۰

جدول ۷-۲- میرایی الحاقی به سکو بر اساس تغییرات سختی میراگر..... ۹۲

جدول ۷-۳- جابجایی بالاترین نقطه سکوها برای حالات میرایی $\xi_d = 0.03$ و $\xi_d = 0.2$..... ۹۹

جدول ۷-٤- جابجایی سطوح مختلف عرشه برای سکوی ۱..... ۱۰۱

جدول ۷-۵- جابجایی سطوح مختلف عرشه برای سکوی۲..... ۱۰۱

جدول ۷-٦- مقایسه درصد کاهش پاسخ سکوها برای میراگر ویسکو الاستیک..... ۱۰٤

فصل اول

پیشگفتار

۱-۱. مقدمه

دریاها و اقیانوس ها به عنوان محل نصب و عملیات سکوهای دریایی، دارای محیطی پیچیده و خشن می باشند. نیروهای دینامیکی نظیر موج، باد، زلزله و جریانهای دریایی طراحی این سازه ها را تحت تأثیر قرار داده و با محدودیت مواجه می کند. در صورتی که سازه به اندازه کافی در برابر این نیروهای دینامیکی مقاوم نشود، هم عملیات معمول و اصلی سکو که همان حفاری و استخراج محصولات نفتی از بستر دریا می باشد به مشکل بر می خورد و هم ایمنی سکو برای اسکان افراد تحت تأثیر قرار می گیرد. یکی دیگر از اثرات نامطلوب ارتعاشات زیاد سکو در برابر نیروهای دینامیکی، پدیده خستگی[1] است که می تواند منجر به تخریب سکو و ایجاد خسارات جبران ناپذیر بر روی آن گردد. شکل(۱-۱) نمونه ای از خرابی یک سکو را نشان می دهد. تجربه و آزمایش نشان می دهد که کاهش ۱۵ درصدی دامنه ارتعاشات یک سکوی ثابت دریایی، عمر عملیاتی سکو را تا حدود دو برابر افزایش داده و همچنین تعمیر و نگهداری و هزینه های مربوط به آن را به مقدار قابل توجهی کاهش می دهد.[1]

شکل(۱-۱) نمونه ای از خرابی سکو

[1] . Fatigue