

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

روش آنالیز لایه های حفاظتی
(LOPA)

مولف:

شیما سادات لاجوردی

زیر نظر:

دکتر ایرج محمدفام



نشر فن آوران



نشر فن آوران

روش آنالیز لایه های حفاظتی (LOPA)

مؤلف : شیما سادات لاجوردی

زیر نظر: دکتر ایرج محمدفام

ناشر: فن آوران

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۳

صفحه آرائی: مریم تنهایی

چاپ و صحافی: عطا

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۱۹-۰۱۷-۷

قیمت: ۵۵۰۰ تومان

آدرس: تهران، خیابان قائم مقام، مقابل دانشگاه تهران، پاساژ فروزنده، شماره ۱۱۸

تلفن: ۶۶۹۷۵۱۸۲ - ۶۹۵۰۹۸

WWW.FANAVARAN-PUB.COM Email: farnavaran2008air@yahoo.com

سرشناسه : روش آنالیز لایه های حفاظتی (LOPA) / مؤلف شیما سادات لاجوردی، زیر
عنوان و نام پدیدآور : نظر ایرج محمدفام.
مشخصات نشر : تهران: فن آوران، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری : ۹۶ ص.: مصور، جدول، نمودار
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۳۱۹-۰۱۷-۷
وضعیت فهرست نویسی : فیا
یادداشت : کتابنامه: ص ۸۲.
موضوع : خطر سنجی
شناسه افزوده : محمدفام، ایرج، ۱۳۴۸
رده بندی کنگره : ۱۳۹۳ ۹۱ / ۲ HD
رده بندی دیویی : ۶۵۸/۷۵۵
شماره کتابشناسی ملی : ۳۴۱۱۵۴۵

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

زندگی‌های ما در شبکه‌ای از سیستم‌های مختلف درآمیخته است که هر یک می‌توانند بر ایمنی ما تاثیر بگذارند. هر یک از این سیستم‌ها دارای یک طراحی منحصر به فرد و مجموعه منحصر به فردی از مولفه‌های مختلف می‌باشد. علاوه بر این، هر یک از این سیستم‌ها حاوی خطرات بالقوه‌ای است که ریسک‌های منحصر به فردی را دارا می‌باشند. ما همواره موازنه‌ای میان پذیرش منافع یک سیستم در مقابل ریسک بالقوه آن صورت می‌دهیم. به مرزات پیشرفت و ساختن سیستم‌ها، باید به فکر حذف و کاهش ریسک‌ها نیز باشیم. ریسک‌ها به قدری اندک هستند که به راحتی پذیرفته می‌شوند، در حالیکه دیگر ریسک‌ها بقدری بزرگ هستند که باید بلافاصله مورد توجه و رسیدگی قرار گیرند.

در این کتاب، الیزابت حفاظتی (LOPA) و دیگر روش‌های تعیین سطح یکپارچگی ایمنی (SIL) شرح داده شده و اصلاحات مورد استفاده در LOPA به طور کامل تعریف و تشریح گردیده است. نظرات و دیدگاه‌های مختلف در مورد LOPA که در تحقیقات مشاهده می‌شود، ارائه و یک روش ترجیحی توصیه شده بسط و شرح داده شده است. این روش ترجیحی همچنین در یک مطالعه موردی براساس سیستم‌هایی از سوی مهندسی و تکنولوژی اکر (Aker) و اکر سابسی (Aker Subsea) بکار گرفته شده است. وجوه مشترک میان LOPA و مطالعه مخاطرات و راهبردی عملیات (HAZOP) مورد بحث و بررسی قرار گرفته و این مسئله که چگونه یک ابزار نرم‌افزاری یکپارچه می‌تواند کار کند، شرح داده شده است.

SIL مقیاس اندازه‌گیری قابلیت استفاده یک لایه یا مانع ایمنی است. لایه‌های حفاظتی شامل سیستم کنترل فرآیند پایه (BPCS)، هشدارهای حساس و مداخلات انسانی، کارکردهای ابزار دقیق ایمنی (SIF)، حفاظت فیزیکی و پاسخ اضطراری می‌باشند. تمام این موارد فرکانس وقوع پیامد نهایی بالقوه ناخواسته را کاهش داده یا تاثیر پیامد نهایی را کمتر می‌سازند.

LOPA ابزاری برای تعیین SIL یک SIF بوده و دیگر لایه‌های حفاظتی را به طور جداگانه از طریق در نظر گرفتن میزان کاهش ریسک آن‌ها، مورد ارزیابی قرار می‌دهد. دیگر ابزار عبارتند از روش کمی شرح داده شده در IEC 61508، راهنمای OLF ۰۷۰، ماتریس ریسک، ماتریس لایه ایمنی، نمودار ریسک و نمودار ریسک تنظیم‌شده. این روش‌ها غیر از

روش کمی در IEC ۱۵۰۸ و راهنمای OLF ۰۷۰، همگی روش‌های نموداری و کیفی هستند که ساده‌تر از LOPA می‌باشند. این روش‌های تعیین SIL، کاهش ریسک جداگانه-ای را که لایه‌های حفاظتی منجر به آن می‌گردند، از یکدیگر متمایز نمی‌سازند.

درک روشنی از اصطلاحات ویژه LOPA، حائز اهمیت است و یک روش مشخص و معین برای تضمین چهارچوبی محکم، ضروری به شمار می‌رود. روابط ذیل میان اصطلاحات تریفی می‌گردد: علل آغازین منجر به یک انحراف فرآیند شده که موجب یک رویداد دارای اثر شدید می‌گردد؛ که می‌تواند یک پیامد نهایی را بوجود آورد. لایه‌های حفاظتی قبل و پس از رویداد دارای اثر شدید، اعمال می‌گردند. برای مثال تصادف اتومبیل یک پیامد نهایی شامل سدا فاجعه می‌باشد، به منظور جلوگیری از این پیامد مهلک، لایه‌های حفاظتی همچون بندنه محکم و موبایل، کیسه‌های هوا و کنترل کشش می‌توانند به عنوان لایه‌های حفاظتی مستقل بعد از رویداد عمل کنند.

روش ترجیحی LOPA به منظور طول تحقیقات اصلی براساس روش IEC ۶۱۵۱۱ بوده و دیدگاه‌هایی از دیگر روش‌های تحقیقات، در نظر گرفته شده است. رویداد دارای اثر شدید، نقطه شروع آنالیز می‌باشد. فرکانس رویدادهای آغازین در احتمال شکست هنگام تقاضا برای تمام لایه‌های حفاظتی مستقل متبصر، ضرب می‌گردد. علاوه بر این، حضور افراد در منطقه و احتمال احتراق در نتیجه ضرب می‌شود. مقدار نهایی نشان‌دهنده احتمال رویداد میانی بوده و ای فرکانس وقوع پیامد نهایی را برقرار بودن لایه‌های حفاظتی موجود، می‌باشد. با مقایسه این مقدار با یک مقیاس فرکانس هر خطا مورد نیاز تخمین زده می‌شود.

HAZOP یک روش شناسایی مخاطرات است که اغلب قبل از LOPA یا همزمان با آن بکار گرفته می‌شود. از طریق ادغام HAZOP و LOPA، یک آنالیز دارای کیفیت بالاتری که به منابع کمتری نیاز دارد، بدست خواهد آمد. HAZOP دارای اطلاعات مشترک با LOPA می‌باشد و لازم است که برخی اطلاعات تغییر یابند. استفاده از یک ابزار نرم‌افزاری برای ترکیب و ادغام این دو روش مفید می‌باشد. یک چنین ابزاری پیشرفته بوده و باید شامل یک موضوع پیچیده همچون انجام یک قضاوت تخصصی و کارشناسانه، که در LOPA حائز اهمیت است، باشد.

مطالعه کتاب حاضر برای متخصصین، دانشجویان و فاغ التحصیلان رشته‌های مهندسی شیمی گرایش HSE، مدیریت HSE، مهندسی بهداشت حرفه‌ای و محیط، مهندسی صنایع گرایش ایمنی صنعتی و سایر رشته‌های فنی و مهندسی که در زمینه ایمنی سیستم‌های فرآیندی و ارزیابی و کنترل خطرات و ریسک‌های آنها فعالیت‌ها می‌نمایند، مفید می‌باشد.

در خاتمه ضمن تشکر از حمایت صادقانه و ارزشمند استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر ایرج محمد نام استاد محترم دانشگاه علوم پزشکی همدان و با امید به اینکه این کتاب گام کوچکی در جهت یاری همکاران گرامی باشد، پیشاپیش از پیشنهادات و راهنمایی‌های ارزنده تمامی خوانندگان امی استقبال و سپاسگذاری می‌گردد.

شیما سادات لاجوردی

بستان ۱۳۹۲

www.ketab.ir

اختصارات

AIChE	American Institute of Chemical Engineers	انجمن مهندسی شیمی آمریکا
Aker E&T	Aker Engineering & Technology	مهندسی و تکنولوژی اکر
AMV	Annulus master valve	شیر اصلی حلقوی
BP	British Petroleum	نفت بریتانیا (انگلستان)
BPCS	Basic process control system	سیستم کنترل فرایند پایه
CCF	Common cause failures	علل معمول نقایص
CV	Control valve	شیر کنترلی
DHSV	Downhole safety valve	شیر ایمنی حفرة پایینی
ESD	Emergency shutdown	خاموش کردن اضطراری
EUC	Equipment under control	تجهیزات تحت کنترل
FTA	Fault tree analysis	آنالیز درخت عیوب
FMECA	Failure modes, effects, and criticality analysis	آنالیز بحرانی حالات عیوب و اثرات آنها
FPSO	Floating production, storage and offloading vessel	مخزن تولید، ذخیره و عدم بارگیری سیال
HAZID	Hazard identification study	مطالعه شناسایی مخاطرات
HAZOP	Hazard and operability study	مطالعه مخاطرات و راهبری عملیات
HCM	HIPPS control module	مدول کنترل HIPPS
HIPPS	High integrity pressure protection system	سیستم حفاظتی فشار یکپارچه بالا
HPU	Hydraulic pump unit	واحد پمپ هیدرولیک
IEL	Intermediate event likelihood	احتمال رویداد میانی
IP	Independent protection layer	لایه حفاظتی مستقل
LOPA	Layer of protection analysis	آنالیز لایه‌های حفاظتی
MEL	Mitigated event likelihood	احتمال رویداد کاهش یافته
PMV	Production Master Valve (PMV)	شیر اصلی
PREDA	Offshore Reliability Data	داده قابلیت اطمینان فراساحلی
PCV	Production choke valve	شیر تولید چوکی
PDF	Probability of failure on demand	احتمال شکست هنگام تقاضا
P&ID	Piping and instrumentation diagram	تصویر خطوط لوله و تجهیزات
PIG	Piping inspection gauge	نمایش‌دهنده بازرسی خطوط لوله
PL	Protection layer	لایه حفاظتی

PSD	Process shutdown	قف فرآیند
PSDV	Process shutdown valve	یر توقف فرآیند
PST	Pressure safety transmitter	نقال دهنده ایمنی فشار
PSV	Pressure safety valve	یر ایمنی فشار
PT	Pressure transmitter	نقال دهنده فشار
QRA	Quantitative risk analysis	الیز کمی ریسک
ROV	Remotely operated vehicle	سیله بکار آورنده مخرج
SCM	Subsea control module	ول کنترل زیر آبی
SEM	Electronic control module	ول کنترل الکترونیکی
SIF	Safety Instrumented function	رکرد ابزار دقیق ایمنی
SIL	Safety integrity level	طح یکپارچگی ایمنی
SIS	Safety instrumented system	یستم ابزار دقیق ایمنی
SPS	Subsea production system	یستم تولید زیر آبی
TMEL	Target mitigated event likelihood	تمثال رویداد کاهش یافته هدف
TT	Temperature transmitter	نقال دهنده دما
VB	Visual Basic	یستم برنامه نویسی
WV	Wing valve (PWV)	یر پروانه ای
XV	Cross-Over valve (XOV)	یر متقاطع
XT	X-mas tree (XMT)	X-mas رخت

صفحه	عنوان
۱۰	فصل ۱ (مقدمه).....
۱۱	۱-۱ معرفی LOPA.....
۱۲	۲-۱ اهداف.....
۱۲	۱-۲ محدودیت‌ها و ساختار.....
۱۳	۴-۱ رابطه استانداردهای IEC ۶۱۵۰۸ و IEC ۶۱۵۱۱.....
۱۷	فصل ۲ (روش‌های تعیین SIL).....
۱۷	۱-۲ روش‌های تعیین SIL شده در IEC ۶۱۵۰۸.....
۱۹	۲-۲ ماتریس ریسک.....
۲۰	۳-۲ ماتریس لایه ایمنی.....
۲۳	۴-۲ راهنمای OLF ۰۷۰.....
۲۳	۵-۲ نمودار ریسک.....
۲۷	۶-۲ نمودار ریسک تنظیم‌شده.....
۳۱	فصل ۳ (تکنیک LOPA).....
۳۱	۱-۳ LOPA چیست؟.....
۳۴	۲-۳ شرح اصطلاحات.....
۳۵	انحراف فرآیند.....
۳۵	رویداد دارای اثر شدید.....
۳۶	علت آغازین.....
۳۶	سناریو.....
۳۶	لایه‌های حفاظتی در مقابل لایه‌های حفاظتی مستقل.....
۳۸	۳-۳ تیم LOPA.....
۳۹	۴-۳ کاربرد LOPA و فرآیند LOPA.....

۳۹	رویداد دارای اثر شدید
۳۹	سطح شدت
۳۹	علت آغازین و احتمال شروع
۴۱	لایه‌های حفاظتی مستقل
۴۱	احتمال رویداد میانی
۴۲	سطح یکپارچگی ایمنی (SIL)
۴۲	احتمال رویداد کاهش یافته
۴۲	ریسک کل
۴۲	مثال
۴۳	۵-۳ روش‌های متفاوت در حقیقت
۴۵	۶-۳ روش E&T
۴۷	فصل ۴ (روش ترجیحی)
۴۷	۴-۱ فلوچارت
۴۷	مرحله ۱: معیارهای پذیرش ریسک را تهیه کرده و مستند سازید
۴۷	مرحله ۲: داده‌ها را جمع‌آوری نموده و مستند سازید
۴۸	مرحله ۳: تغییر، تبدیل و ادغام داده‌ها
۴۸	مرحله ۴: انتخاب رویداد دارای اثر شدید
۴۸	مرحله ۵: گزینش رویداد دارای اثر شدید
۴۹	مرحله ۶: شناسایی علل آغازین
۴۹	مرحله ۷: تعیین فرکانس‌های علت آغازین
۴۹	مرحله ۸: انتخاب جفت علت آغازین - رویداد دارای اثر شدید
۴۹	مرحله ۹: شناسایی IPLها و تعیین PFDها
۵۰	مرحله ۱۰: محاسبه احتمال رویداد میانی (IEL)
۵۴	مرحله ۱۱: مجموع احتمال‌های رویداد میانی
۵۵	مرحله ۱۲: تعیین SIL
۵۵	مرحله ۱۳: محاسبه احتمال رویداد کاهش یافته (MEL)
۵۶	۴-۲ نظرات در مورد روش LOPA ترجیحی

۵۷	فصل ۵ (وجه اشتراک با HAZOP).....
۵۷	۵-۱ معرفی HAZOP.....
۵۷	۵-۲ ادغام HAZOP.....
۶۰	۵-۳ قضاوت‌ها و تغییر و تبدیل داده‌ها.....
۶۱	۵-۴ مشخصات برنامه HAZOP / LOPA.....
۶۲	۵-۵ شرح برنامه نرم‌افزاری.....
۶۲	مرحله ۱: HAZOP.....
۶۳	مرحله ۲: یابی فرکانس علت آغازین.....
۶۳	مرحله ۳: یابی PFD های IPL.....
۶۳	مرحله ۴:.....
۶۴	مرحله ۵: انتخاب SI.....
۶۴	نظرات در مورد برنامه نرم‌افزاری شرح داده شده.....
۶۵	فصل ۶ (مطالعه موردی: قابلیت کاربرد LOPA).....
۶۵	۶-۱ وضعیت.....
۶۵	۶-۲ معرفی سیستم.....
۶۶	FPSO و تجهیزات فوقانی.....
۶۷	مدول چوکی.....
۶۷	درخت X-mas.....
۶۸	HIPPS.....
۶۹	۶-۳ اجرای LOPA در مطالعه موردی.....
۶۹	علل آغازین.....
۷۰	IPL ها- ملاحظات کلی.....
۷۰	IPL ها در سیستم.....
۷۲	فاکتور حضور افراد در منطقه و احتمال احتراق.....
۷۳	مقایسه با بخش ۳-۲ رابطه میان اصطلاحات.....
۷۳	جفت علت آغازین - رویداد دارای اثر شدید: خطای انسانی کنترل چوکی - فشار.....
۷۳	بیش از حد.....

جفت علت آغازین - رویداد دارای اثر شدید: فروپاشی PCV - فشار بیش از حد	۷۴.....
جفت علت آغازین - رویداد دارای اثر شدید: انسداد PCV - فشار بیش از حد	۷۵.....
مجموع احتمال رویداد میانی برای تمام جفت‌ها	۷۵.....
اندازه‌گیری ریسک هدف، تعیین SIL و احتمال رویداد کاهش یافته	۷۶.....
۴-۶ نظرات در مورد نتایج	۷۶.....
۵-۶ راهبردها در طول مطالعه موردی	۷۷.....
صل (نتایج و توصیه‌ها)	۷۹.....
راجع و مآخذ	۸۲.....
یوست A	۸۵.....
یوست B	۸۶.....
یوست C	۹۱.....
یوست D	۹۹.....