

شیمی CL-20

خواص، کاربردها و روش‌های ساخت

مولفان:

یداله بیات، ویدا زینالی، مرتضی صفردوست، سید حسین حیدری

شیمی CL-20: خواص، کاربردها و روش‌های ساخت/مولفان پداله بیات ... [و دیگران].

تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۵

ت. ۲۹۰ ص: مصور، جدول، نمودار.

۹۷۸-۶۰۰-۷۷۳۶-۱۸-۰

فیفا.

مولفان پداله بیات، ویدا زینالی، مرتضی صفردوست، امین حیدری

کتابنامه

مواد منفجره.

بیات، پداله، ۱۳۴۹ -

دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

TP ۱۷۰ / ش ۹ / ۱۳۹۵

۶۶۱.

۲۰۰۰۰۰۱

عنوان و نام پدیدآور:

مشخصات نشر:

مشخصات ظاهری:

شابک:

وضعیت فهرست‌نویسی:

یادداشت:

یادداشت:

موضوع:

شماره زوده:

شناسه اثر ده:

رده‌بندی کت:

رده‌بندی دیویی:

کتابشناسی ملی:



عنوان کتاب: شیمی CL-20: خواص، کاربردها و روش‌های ساخت

مولف: پداله بیات و دیگران

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر

طرح روی جلد: امین حیدری

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر

صفحه‌آرایی رایانه‌ای: مهدی ملایی

ویراستار ادبی: ...

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول، بهار ۹۵

قیمت: ۱۴۰.۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-7736-18-0

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.

آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز فناوری اطلاعات و مدیریت دانش،

مدیریت انتشارات. تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

پیشگفتار	۱
فصل اول: معرفی و بررسی خواص CL-20	۳
۱-۱- مقدمه	۳
۱-۱-۱- طبقه‌بندی مواد منفجره	۵
۱-۱-۱-۱- مواد منفجره اولیه	۶
۱-۱-۱-۲- مواد منفجره ثانویه	۶
۲-۱- ترکیبات پند-ملکی قفسی	۱۱
۱-۲-۱- پرسشنامه	۱۲
۲-۲-۱- کوبان	۱۳
۱-۲-۲-۱- مشتقات کوبان با استخلاف نیترو	۱۳
۲-۲-۲-۱- سایر مشتقات بران	۱۴
۳-۲-۱- آدامانتان	۱۵
۴-۳-۱- نورآدامانتان	۱۷
۳-۱- معرفی و بررسی خواص CL-20	۱۷
۴-۱- خواص انفجاری CL-20	۲۰
۵-۱- غیرحساس سازی CL-20	۲۳
۶-۱- مقایسه حساسیت CL-20 با HMX	۲۵
۷-۱- سازگاری CL-20 با سایر مواد منفجره	۲۶
۸-۱- اثرات CL-20 روی محیط زیست	۲۷
۱-۸-۱- حذف CL-20 از محیط زیست	۲۹
۲-۸-۱- جذب و پایداری CL-20 در خاک	۳۰
۳-۸-۱- حلالیت CL-20 در آب	۳۴
۴-۸-۱- پایداری CL-20 در آب	۳۵
۵-۸-۱- پایداری CL-20 در محلول آبی استونیتریل	۳۶

۹-۱- نکاتی در مورد CL-20.....	۳۶
۱۰-۱- مراجع.....	۳۸
فصل دوم: کاربرد CL-20 در پیشرانها.....	۴۳
۱-۲- مقدمه.....	۴۳
۲-۲- پیشرانهای تفنگی جدید بر پایه CL-20.....	۴۴
۲-۲-۱- فرایند تولید پیشرانهای تفنگی بر پایه CL-20 و ارزیابی داده‌ها.....	۴۵
۲-۲-۲- پیشرانهای تفنگی پرانرژی بر پایه CL-20 / اکستان.....	۵۳
۲-۲-۳- تهیه پودر بر پایه CL-20.....	۵۶
۳-۲- کاربرد CL-20 در پیشران ریخته‌گری.....	۵۷
۴-۲- کاربرد CL-20 در سوخت پیشران.....	۵۸
۴-۲-۱- CL-20 به عنوان آیدان بمکی.....	۶۰
۴-۲-۲- CL-20 به صورت غیر حساس.....	۶۱
۵-۲- تأثیر اندازه ذرات CL-20، رفتار و احتراقی پیشرانها.....	۶۴
۵-۲-۱- تأثیر اندازه ذرات CL-20 بر سرعت سوزش مخلوط دوتایی با	۶۵
۵-۲-۲- تأثیر اندازه ذرات بر رفتار احتراقی فرمولاسیون پیشران بر پایه CL-20 با	۶۷
۵-۲-۳- رفتار احتراقی ترکیب بر پایه CL-20 با GAP.....	۶۹
۵-۲-۴- تأثیر مقدار CL-20 با اندازه ذرات متوسط، رشت و ریز بر سرعت	۷۱
۶-۲- خواص مکانیکی پیشرانهای بر پایه CL-20.....	۷۳
۷-۲- معرفی برخی از پیشرانهای نیتروآمینی بر پایه CL-20 و خواص.....	۷۴
۸-۲- پایداری فرمولاسیون‌های بر پایه CL-20 و سازگاری CL-20 با سایر اجزا پیشران.....	۹۳
۹-۲- حساسیت پیشرانهای نیتروآمینی پایه CL-20.....	۱۰۰
۱۰-۲- خواص مکانیکی پیشرانهای نیتروآمینی حاوی CL-20.....	۱۰۶
۱۱-۲- مراجع.....	۱۰۹

فصل سوم: مواد منفجره پلاستیکی بر پایه CL-20.....

۱-۳- مقدمه.....	۱۱۳
۲-۳- معرفی و خواص فرمولاسیون‌های پایه CL-20.....	۱۲۰
۳-۳- ماده منفجره پلاستیکی PATHX.....	۱۲۷

۱۳۷	۴-۳- ماده منفجره پلاستیکی PAX-29
۱۳۸	۵-۳- ماده منفجره پلاستیکی DLE-C038
۱۴۰	۶-۳- ماده منفجره پلاستیکی LX-19
۱۴۲	۳-۶-۱- عملکرد LX-19
۱۴۶	۳-۶-۲- خانواده‌های دیگری از LX-14
۱۴۹	۳-۷- تهیه مواد منفجره پلاستیکی پایه CL-20
۱۵۴	۳-۷-۱- روش دوغابی
۱۶۱	۳-۷-۲- روش ریخته‌گری
۱۶۷	۳-۸- مباحث
۱۷۱	فصل چهارم: روش‌های مختلف سنتز CL-20 و حد واسط‌های آن
۱۷۱	۴-۱- روش‌های سنتز نیتراسیون‌های حلقوی
۱۷۲	۴-۲- مشکلات موجود در سنتز CL-20
۱۷۴	۴-۳- روش‌های مختلف سنتز CL-20
۱۷۴	۴-۳-۱- روش نیلسون
۱۷۶	۴-۳-۲- سنتز CL-20 از طریق نیتراسیون هگزا آمید
۱۷۷	۴-۳-۳- سنتز CL-20 از طریق حد واسط استیل دی‌فرمیل (TADF)
۱۸۰	۴-۳-۴- سنتز CL-20 از طریق نیتراسیون تترا استیل دی بنزیل (TADB)
۱۸۰	۴-۳-۴-۱- سنتز و افزایش مقیاس CL-20 از طریق TADE
۱۸۳	۴-۳-۴-۵- سنتز CL-20 از طریق نیتراسیون تترا استیل دی آمین (TADA)
۱۸۳	۴-۳-۴-۱- نیتراسیون TADA توسط مخلوط سولفوریک اسید و نیتریک اسید
۱۸۴	۴-۳-۴-۲- نیتراسیون TADA به CL-20 توسط عوامل مختلف
۱۸۶	۴-۳-۴-۳- نیتراسیون TADA به CL-20 توسط N2O5
۱۸۶	۴-۳-۴-۴- سازوکار نیتراسیون TADA به CL-20
۱۸۸	۴-۳-۴-۵- نیتراسیون TADA به روش پیوسته
۱۹۰	۴-۳-۶- سنتز دومرحله‌ای CL-20 توسط آمین‌های نوع اول
۱۹۲	۴-۴- سنتز آزمایشگاهی CL-20
۱۹۴	۴-۵- سنتز حد واسط‌های CL-20
۱۹۴	۴-۵-۱- سنتز هگزا بنزیل هگزا آیزوورترتیتان (HBIW)

- ۴-۱-۱-۱۹۴..... سنتز HBIW با استفاده از فرمیک اسید به‌عنوان کاتالیزگر
- ۴-۱-۱-۱۹۶..... سنتز HBIW با استفاده از نمک‌های معدنی به‌عنوان کاتالیزگر
- ۴-۱-۱-۱۹۷..... سنتز HBIW با استفاده از حلال اتانولی
- ۴-۲-۱-۲۰۰..... هیدروژناسیون حدواسط‌های CL-20
- ۴-۲-۲-۲۰۰..... هیدروژناسیون HBIW به TADB
- ۴-۲-۲-۲۰۱..... هیدروژناسیون HBIW به TADB در مقیاس پیلوت
- ۴-۲-۳-۲۰۲..... هیدروژناسیون TADB با استفاده از فرمیک اسید به
- ۴-۲-۴-۲۰۴..... تبدیل TADB به TADF در مقیاس پیلوت
- ۴-۶-۲۰۴..... مراجع

فصل پنجم: پلی‌مورفیسم در CL-20..... ۲۱۱

- ۵-۱-۲۱۱..... تعریف پلی‌مورفیسم
- ۵-۲-۲۱۳..... پلی‌مورفیسم در مواد بلورزی
- ۵-۳-۲۱۵..... پلی‌مورفیسم در سیکلو ۱،۳،۵-تری‌متیلن ۲،۴،۶-تری‌نیتروآمین (RDX)
- ۵-۴-۲۱۵..... پلی‌مورفیسم در سیکلوتترامین تترانیتروآمین (HMX)
- ۵-۵-۲۱۷..... پلی‌مورفیسم در CL-20
- ۵-۶-۲۲۱..... حلالیت پلی‌مورف‌های CL-20
- ۵-۷-۲۲۵..... تهیه پلی‌مورف‌های مختلف CL-20
- ۵-۷-۱-۲۲۵..... روش‌های مختلف برای تهیه فرم بلوری CL-20- α
- ۵-۷-۱-۲۲۵..... استفاده از ضدحلال هپتان
- ۵-۷-۱-۲۲۵..... استفاده از ضدحلال تولوئن
- ۵-۷-۱-۲۲۶..... استفاده از ضدحلال تولوئن با استفاده از روش حلال-ضدحلال
- ۵-۷-۱-۲۲۶..... استفاده از ضدحلال نیترات استرها با استفاده از روش
- ۵-۷-۱-۲۲۷..... استفاده از روش سنتزینک مرحله‌ای
- ۵-۷-۲-۲۲۸..... روش‌های مختلف برای تهیه فرم بلوری CL-20- γ
- ۵-۷-۲-۲۲۸..... تهیه CL-20- γ با استفاده از حدواسط TADF
- ۵-۷-۲-۲۲۹..... استفاده از استیک اسید
- ۵-۷-۲-۲۲۹..... استفاده از استون
- ۵-۷-۳-۲۳۰..... روش‌های مختلف برای تهیه فرم بلوری CL-20- β

۲۳۰	۵-۷-۳-۱- با استفاده از کلروفرم.....
۲۳۰	۵-۷-۳-۲- با استفاده از بنزن.....
۲۳۰	۵-۷-۴- روش‌های مختلف برای تهیه فرم بلوری α -CL-20.....
۲۳۰	۵-۷-۴-۱- با استفاده از تری اتیلن گلیکول.....
۲۳۰	۵-۷-۴-۲- با استفاده از اسید نیتریک.....
۲۳۰	۵-۷-۴-۳- سنتز α -CL-20 با استفاده از TADB.....
۲۳۱	۵-۸- مکانیسم تأثیر ضدحلال‌های مختلف بر نوع فرم بلوری.....
۲۳۲	۵-۹- آنالیز و شناسایی فرم‌های بلوری CL-20.....
۲۳۲	۵-۹-۱- اسپکتروسکوپی رامان.....
۲۳۶	۵-۹-۲- کاربردهای آنالیز رامان برای تعیین خلوص پلی‌مورفی.....
۲۳۸	۵-۹-۳- تعیین فرم بلوری به روش FT-IR.....
۲۴۰	۵-۹-۴- تعیین غلظت فرم بلوری CL-20 به روش UV (آنالیز کمی).....
۲۴۱	۵-۹-۵- فرم‌های بلوری CL-20 و روش X-ray.....
۲۴۲	۵-۱۰- مشخصات کریستالوگرافی فرم‌های بلوری CL-20.....
۲۴۴	۵-۱۱- مراجع.....
۲۵۱	فصل ششم: کریستالیزاسیون CL-20.....
۲۵۱	۶-۱- مقدمه.....
۲۵۲	۶-۲- اصول کریستالیزاسیون CL-20.....
۲۵۳	۶-۲-۱- کریستالیزاسیون مذاب.....
۲۵۴	۶-۲-۲- کریستالیزاسیون سرمایشی.....
۲۵۴	۶-۲-۳- کریستالیزاسیون تبخیری.....
۲۵۴	۶-۲-۴- کریستالیزاسیون رسوبی و واکنشی (یا حلال - ضدحلال).....
۲۵۴	۶-۳- کریستالیزاسیون CL-20.....
۲۵۷	۶-۳-۱- روش حلال-ضدحلال.....
۲۵۷	۶-۳-۲- روش حلال-ضدحلال تبخیری.....
۲۵۸	۶-۳-۳- با استفاده از ضدحلال کلروفرم.....
۲۵۸	۶-۳-۴- با استفاده از ضدحلال تولوئن.....
۲۶۲	۶-۳-۵- با استفاده از هپتان به عنوان ضدحلال.....

- ۶-۳-۶- کریستالیزاسیون CL-20 با استفاده از ضدحلال نیترات استر..... ۲۶۲
- ۶-۳-۷- با استفاده از اسید استیک و اتیل استات..... ۲۶۴
- ۶-۴- ریز کردن CL-20..... ۲۶۴
- ۶-۵- مراجع..... ۲۶۶

- فصل هفتم: آنالیز و کنترل کیفیت CL-20..... ۲۶۹
- ۷-۱- آنالیز و کنترل کیفیت CL-20..... ۲۷۱
- ۷-۲- شناسایی CL-20 به روش کروماتوگرافی..... ۲۷۱
- ۷-۳- شناسایی CL-20 به روش طیف مادون قرمز..... ۲۷۷
- ۷-۴- شناسایی CL-20 به روش رزونانس مغناطیسی هسته..... ۲۷۸
- ۷-۵- طیف‌سنجی الکترونیکی آنالیز شیمیایی CL-20..... ۲۷۹
- ۷-۶- بررسی رفتار تراز CL-20..... ۲۸۰
- ۷-۷- مراجع..... ۲۸۹

پیشگفتار

ماده منفجره ترکیب شیمیایی یا مخلوط مکانیکی است. مواد منفجره، موادی هستند که از نظر شیمیایی ناپایدار هستند و در صورت آغاز فرایند انفجار، با سرعت زیاد منبسط می شوند و حجم زیادی گاز و گاهی نور و صدای زیاد تولید می کنند. این آزاد شدن گاز به نوبه خود می تواند باعث برتاب شدن قطعات و اشیاء اطراف و تبدیل شدن آنها به ترکش شود. مواد منفجره برای واکشش نیازی به هوانداوند و اکسیژن مورد نیاز را از درون خود تأمین می کنند. هر ماده سوختن اگر اکسیژن به اندازه کافی باشد و امکان ترکیب سریع اکسیژن با ماده سوختنی فراهم شود، قابل انفجار است.

CL-20 قوی ترین ماده منفجره شناخته شده است و بیشترین دانسیته را در بین ترکیبات آلی (جز الماس و فولرن ها) دارد. این ترکیب رفتار دوگانه از خود نشان می دهد یعنی هم به عنوان اکسیدکننده ی پرانرژی در پیشرا نه ها و هم به عنوان ماده منفجره در سر جنگی ها به کار می رود. بررسی ها نشان می دهد که CL-20 دارای محتوای اکسیژن بالا، دانسیته بالا، گرمای تشکیل بالا نسبت به HMX و RDX می باشد و استفاده از این ماده در سوخت ها و مواد منفجره ترکیبی مانند مواد منفجره پلاستیکی (PBX ها) باعث افزایش سربه ویژه، سرعت سوختن و بهبود خواص انفجاری و بالستیکی خواهد شد.

کتاب های متعددی وجود دارد که به مقوله مواد پرانرژی اختصاص یافته اند؛ اما بیشتر آنها هم دانش شان را عمومی مطرح کرده اند و هم روی بعضی موضوعات خاص متمرکز شده اند. از طرف دیگر هیچ یک از این کتاب ها با جزئیات آخرین پیشرفت ها

سروکار ندارند. بنابراین با توجه به خواص ترکیب CL-20 و آینده‌ای که دارد، بر آن شدیم کتابی با عنوان (شیمی CL-20: خواص، کاربردها و روش‌های ساخت) بنویسیم که در آن به اهمیت پیچیدگی‌ها، کاربردها و نقاط ابهام این ترکیب پرداخته شود. متن پیش‌رو که تمام طیف این ماده منفجره جدید و بسیار قوی را در یک جلد پوشش می‌دهد، هدفش پر کردن این شکاف در علم می‌باشد.

نمایند عمل این کتاب چنین می‌باشد:

الف) گردآوری اطلاعات منتشرشده از ماده منفجره CL-20 که به شکل مقاله‌های تحقیقاتی، مروری که غور پراکنده در نوشته‌های ۲۰ سال اخیر گزارش شده‌اند؛

ب) کشف رقبتهای مربوط به این ماده، کاربردهای متنوع آن و روش‌های سنتز جدید در قالب چندین پروژه کارشناسی ارشد مورد مطالعه و آزمایش قرار گرفت؛
ج) مقاله‌های چاپ‌شده به وسیله نویسندگان این حوزه.

این کتاب به ۷ فصل که به‌خوبی شرح بیان شده‌اند، تقسیم شده است:

معرفی و بررسی خواص CL-20، پیشینه‌های بر پایه CL-20، مواد منفجره پلاستیکی بر پایه CL-20، روش‌های مختلف سنتز CL-20 و ندهای آن، پلی‌مورفیسم CL-20، کریستالیزاسیون CL-20 و کنترل کیفیت و آنالیز CL-20. بعلاوه این کتاب شامل کتاب‌شناسی جامع در پایان هر فصل می‌باشد.

امیدواریم این کتاب مورد توجه همه افرادی که با ماده منفجره به‌خصوص CL-20 ارتباط دارند، قرار گیرد ازجمله: استادان، دانشجویان محققان حوزه مواد پیرایش در سازمان‌های دفاعی و فضایی. همچنین این کتاب برای سازمان‌هایی که با تولید تجاری مواد منفجره و صنایع شیمیایی مرتبط با آن سروکار دارند، کاربرد بسیار خوبی خواهد داشت. درمجموع تلاش شده که در حین نگارش این مجلد نگرش تازه‌ای به موضوع داشته باشیم و بیشترین سعی‌مان را برای جمع‌آوری تمام اطلاعات مربوط به ماده منفجره CL-20 انجام داده‌ایم تا اینکه بتواند مورد توجه ارگان‌های نظامی و همچنین کاربرهای تجاری قرار گیرد.

در پایان، با سپاس از الطاف خدای یکتا و درود به پیشگاه حضرت ختمی مرتبت و اهل بیت پاکش وظیفه خود می‌دانیم که از تمامی افرادی که در خلق این اثر ما را یاری نمودند، قدردانی کرده و اعلام نماییم از آنجا که هیچ اثری خالی از اشکال نیست و این امکان وجود دارد چند نکته حائز اهمیت و مرتبط با مواد پرانرژی ناخواسته از قلم افتاده باشد، عذرخواهی خود را ابراز داشته و از تمامی خوانندگان تقاضا داریم که با نگاه تیزبین خود ما یا ناشر را نسبت به این موارد مطلع کرده تا در ویرایش‌های بعدی مورد توجه قرار گیرد.

و من الله توفیق