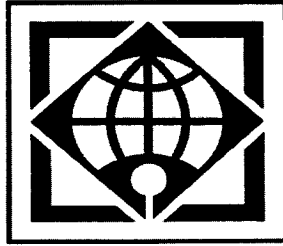




١٤١.٤١ - ٢٠١٩ ع ١١

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی



IMAM KHOMEINI
INTERNATIONAL UNIVERSITY

وزارت علوم و تحقیقات و فناوری

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد شیمی فیزیک

موضوع:

سنتر پلاستی ساینر DNDA-57 و بررسی دیاگرام‌های فازی آن

استاد راهنما:

دکتر بهمن واشقانی فراهانی

استاد مشاور:

دکتر فرزانه حسین‌پور رجبی

۱۳۸۹/۵/۲۵

معاونت امور علمی و پژوهشی
تعمیرات

تهیه و تنظیم:

بنیامین حسین دوست

اسفند ۸۸

۱۴۱۰۴۱

بسمه تعالی

دانشگاه بین المللی امام خمینی



IMAM KHOMEINI
INTERNATIONAL UNIVERSITY

دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
معاونت آموزشی دانشگاه - مدیریت تحصیلات تکمیلی
(فرم شماره ۲۶)

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب سید علی حسینی دانشجوی رشته فلسفه مقطع تحصیلی دکترای تخصصی بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه اتز تحصیلی خود، با عنوان تأثیر بلاغت در فلسفه، شماره ثبت ۲۰۰۸۱۰۵۳، در دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) را تأیید کرده، اعلام می نمایم که تمامی محتوی آن حاصل مطالعه، پژوهش و تدوین خودم بوده و به هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر یا منبع دیگری، اعم از داخلی، خارجی و یا بین المللی، نبوده و تعهد می نمایم در صورت اثبات عدم اصالت آن و یا احراز عدم صحت مفاد و یا لوازم این تعهد نامه در هر مرحله از مراحل منتهی به فارغ التحصیلی و یا پس از آن و یا تحصیل در مقاطع دیگر و یا اشتغال و ... دانشگاه حق دارد ضمن رد پایان نامه نسبت به لغو و ابطال مدرک تحصیلی مربوطه اقدام نماید. مضافاً اینکه کلیه مسئولیت ها و پیامدهای قانونی و یا خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو


امضاء و تاریخ

سید علی حسینی
۸۸/۱۲/۱۱

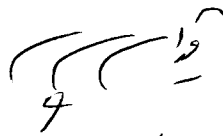
بسمه تعالی
دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
دانشکده علوم پایه
گروه شیمی

جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد بنیامین حسین دوست دانشجوی رشته شیمی گرایش " شیمی - فیزیک با عنوان " سنتز پلاستی سایزر DNDA و بررسی دیاگرام های فازی آن در روز سه شنبه ۱۳۸۸/۱۲/۱۱ در مکان اتاق سمینار دانشکده علوم پایه تشکیل گردید و مورد تأیید نهایی هیأت داوران زیر قرار گرفت:


۱- استاد راهنما:

دکتر بهمن واشقانی فراهانی


۲- استاد مشاور:

دکتر فرزانه حسین پور رجبی


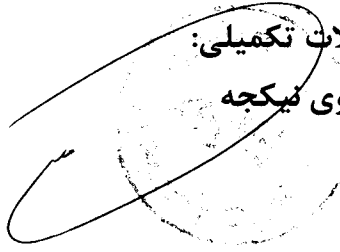
۳- داور داخلی:

دکتر غلامرضا رضایی بهبهانی


۴- داور خارجی:

دکتر علیرضا صلابت


۵- نماینده تحصیلات تکمیلی:

دکتر میرمحمد علوی نیکجه


تقدیم به پدر و مادر عزیزم

که به ازای هرتار موسی سپیدشان هزاران دین برگردن دارم...

و

تقدیم به همسر مهربانم

که باگذشت خود به من درس فداکاری و ایثار داد...

تقدیر و شکر

مراتب سپاس و شکر خویش را خدمت اساتید ارجمند و کرامی، آقای دکتر بهمن واشتقانی فراہانی کہ
راہنمایی اینجانب را بر عہدہ داشتند و خانم دکتر فرزانه حسین پور رجبی کہ مشاورہ پایان نامہ این حقیر بر
عہدہ ایشان بود، ابراز می دارم.

چکیده

مخلوط سه ماده ۴و۲ - دی نیترو - ۴و۲ - دی آزا پنتان (DNDA-5)، ۴و۲ - دی نیترو - ۴و۲ - دی آزا هگزان (DNDA-6)، با نسبت مشخص، پلاستی سائزر پرانرژی DNDA-57 را حاصل می نمایند. این طبیعت پلاستی سائزر DNDA-57 است که باروت های ساخته شده از آن، تقریباً خواص سوزشی مستقل از دما دارند. در این پژوهش دیاگرام فازی جامد-مایع برای سه مخلوط دوتایی DNDA-5 با DNDA-6، DNDA-6 با DNDA-7 و DNDA-7 با DNDA-5 به وسیله دستگاه گرما سنجی روبشی تفاضلی (DSC) و روش کسر تبدیل مطالعه شد. داده های دیاگرام فاز در زمینه های بسیاری از تولید صنعتی مواد پرانرژی نظیر طراحی فرایندهای جداسازی ترکیبات ایزومری، تصفیه و متبلور نمودن مواد پرانرژی اهمیت دارد. اطلاعات دیاگرام های فازی همچنین در طراحی سیستم لوله کشی و راکتورها بسیار مهم است زیرا تبلور ناخواسته مواد خطرات ایمنی را در پی دارد. هر سه سیستم فوق الذکر رفتار اتکتیکی ساده نشان دادند و در هیچ کدام ترکیب افزایشی تولید نشد.

فهرست مندرجات

۱	فصل اول مقدمه
۲	۱-۱- تاریخچه باروت
۴	۲-۱- تقسیم بندی انواع باروت
۵	۳-۱- پلاستی سائزها
۶	۴-۱- مروری بر مهمترین پلاستی سائزهای پرانرژی
۶	۱-۴-۱- نیترو گلیسرین
۸	۲-۴-۱- پلاستی سائز های آزیدو
۸	۳-۴-۱- پلاستی سائز K-10
۹	۴-۴-۱- پلاستی سائز های نیترا تو اتیل نیترا مین (NENAS)
۱۰	۵-۱- پلاستی سائز DNDA
۱۳	۱-۵-۱- باروت های LTC
۱۵	۲-۱-۵-۱- مقایسه تغییرات فشار- دما برای باروت های LTC و معمولی
۱۶	۳-۱-۵-۱- تست بمب بالستیک برای باروت LTC
۱۷	۴-۱-۵-۱- تست شلیک با باروت LTC
۱۸	۵-۱-۵-۱- خوردگی و فرسایش سلاح
۱۹	۶-۱-۵-۱- مکانیسم عمل پلاستی سائز DNDA-57
۱۹	۶-۱- روش های سنتز پلاستی سائز DNDA-57
۲۰	۱-۶-۱- سنتز DNDA با شروع از متیل آمین و اتیل آمین
۲۱	۲-۶-۱- سنتز DNDA با استفاده از دی آلکیل اوره
۲۴	۳-۶-۱- استفاده از دی آلکیل اگزالات برای تهیه DNDA
۲۷	۷-۱- انتخاب روش سنتز
۲۹	۸-۱- تعیین حساسیت مواد پرانرژی
۲۹	۱-۸-۱- تعیین حساسیت گرمایی
۳۰	۱-۱-۸-۱- آزمون گرماسنجی پیمایشی افتراقی (DSC)
۳۱	۲-۸-۱- تعیین حساسیت مواد منفجره به محرک مکانیکی
۳۱	۱-۲-۸-۱- آزمون حساسیت به ضربه
۳۶	۲-۲-۸-۱- آزمون حساسیت به اصطکاک
۳۸	فصل دوم: تئوری
۳۹	۱-۲- تعادل فازی در سیستم های دو جزئی
۴۰	۲-۲- تعادل فازی جامد- مایع در سیستم دو جزئی
۴۱	۱-۲-۲- فاز مایع امتزاج پذیر و فاز جامد امتزاج ناپذیر
۴۳	۲-۲-۲- فاز مایع امتزاج پذیر و فاز جامد امتزاج پذیر

۴۴	۲-۲-۴- فاز مایع امتزاج پذیر و فاز جامد با امتزاج پذیری محدود
۴۵	۲-۲-۵- تشکیل ترکیب- فاز مایع امتزاج پذیر و فاز جامد امتزاج ناپذیر
۴۶	۲-۲-۶- ترمودینامیک تعادل فازی جامد- مایع
۴۸	۳-۲- روش های تجربی تعیین نمودار فاز جامد- مایع
۴۸	۲-۳-۱- روش آنالیز شیمیایی
۴۹	۲-۳-۲- روش آنالیز حرارتی
۴۹	۲-۳-۱- منحنی های سرمایش
۵۱	۲-۳-۲- آنالیز حرارتی دستگاهی
۵۲	۲-۴- دستگاه گرما سنجی روبشی تفاضلی DSC
۵۲	۲-۴-۱- اساس کار DSC
۵۴	۲-۴-۲- قسمت های مختلف دستگاه DSC
۵۶	۲-۴-۳- شرایط نمونه گذاری در روش DSC
۵۷	۲-۴-۴- نحوه گزارش داده های آنالیز حرارتی
۵۸	۲-۴-۵- کالیبراسیون گرمایی DSC
۵۹	۲-۴-۶- تاثیر عوامل تجربی بر آنالیز حرارتی
۵۹	۲-۴-۶-۱- سرعت حرارت دهی
۶۱	۲-۴-۶-۳- فشردگی نمونه
۶۱	۲-۴-۶-۴- اتمسفر
۶۲	۲-۴-۶-۶- ظرف نگهدارنده نمونه
۶۳	۲-۴-۶-۷- دانسیته پر کردن نمونه
۶۳	۲-۴-۷- کاربردهای دستگاه DSC
۶۳	۲-۵- تعیین نمودار فاز جامد- مایع به وسیله دستگاه DSC
۶۳	۲-۵-۱- استفاده از منحنی های DSC برای تعیین ترکیب نقطه اتکتیک
۶۳	فصل سوم: کار تجربی
۶۹	۳-۱- وسایل مورد نیاز آزمایش
۷۰	۳-۲- مواد شیمیایی مورد استفاده
۷۰	۳-۳- فرایند سنتز
۷۰	۳-۳-۱- سنتز N و N- دی متیل اگزالیک اسید دی آمید از دی اتیل اگزالات و متیل آمین
۷۲	۳-۳-۲- سنتز N و N- دی اتیل اگزالیک اسید دی مید از دی اتیل اگزالات و اتیل آمین
۷۳	۳-۳-۳- سنتز اگزالیک اسید بیس [متیل نیتروآمید]
۷۴	۳-۳-۴- سنتز اگزالیک اسید بیس [اتیل نیتروآمید]
۷۵	۳-۳-۵- سنتز متیل نیتروآمین

۷۷	..... ۶-۳-۵- سنتز اتیل نیتراآمین
۷۸	..... ۷-۳-۵- سنتز ۲و۴- دی نیترو-۲و۴- دی آزا پنتان
۸۰	..... ۸-۳-۵- سنتز ۲و۴- دی نیترو-۲و۴- دی آزا هگزان
۸۱	..... ۹-۳-۵- سنتز ۳و۵- دی نیترو-۳و۵- دی آزا هپتان
۸۲	..... ۴-۳- شناسایی محصولات
۸۲	..... ۳-۴-۱- طیف IR محصولات
۸۳	..... ۳-۴-۲- طیف ¹ H NMR
۸۶	..... ۳-۵- تهیه مخلوط‌های دوتایی از اجزای تشکیل دهنده DNDA57
۹۱	..... فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری
۹۲	..... ۴-۱- هدف از بررسی تعادلات فازي در مواد ناریه
۹۳	..... ۴-۲- روش بررسی تعادلات فازي
۹۳	..... ۴-۲-۱- استفاده از روش کسر تبدیل برای تعیین ترکیب نقطه اتکتیک
۹۶	..... ۴-۲-۲- محاسبه کسر تبدیل مایع
۹۷	..... ۴-۳- بررسی سیستم‌های دوتایی جامد مایع
۹۸	..... ۴-۳-۱- بررسی دیاگرام فازي مخلوط دوتایی DNDA-6 و DNDA-7
۱۰۸	..... ۴-۳-۲- بررسی تعادل فازي مخلوط دوتایی DNDA-5 و DNDA-7
۱۱۳	..... ۴-۳-۳- بررسی تعادل فازي مخلوط دوتایی DNDA-5 و DNDA-6
۱۱۸	..... ۴-۴- نتیجه‌گیری
۱۱۹	..... ۴-۵- پیشنهادات

فصل اول

مقدمه

۱-۱- تاریخچه باروت

امروزه کمتر کسی است که نام باروت را نشنیده باشد. به لحاظ سابقه تاریخی باروت سیاه^۱ اولین و تنها خرج پرتاب یا سوخت پرواز از ۲۰۰۰ سال قبل تا حدود ۱۵۰ سال پیش بود. مخترع باروت سیاه چینی‌ها بودند و این ماده حدود قرن دوازدهم میلادی از آسیا به اروپا راه یافت و تا کشف مواد منفجره دیگر از جمله نیترو گلیسرین توسط شیمیدانان ایتالیایی در سال ۱۸۴۷ میلادی، باروت سیاه به عنوان تنها ماده منفجره شناخته شده بود [۱]. اجزای تشکیل دهنده باروت سیاه نیترات پتاسیم، زغال و گوگرد می‌باشد. تقریباً ۴۰٪ محصولات سوزش باروت سیاه گاز و بقیه جامد می‌باشد و به همین علت امروزه از باروت سیاه به عنوان پیشرانه استفاده نمی‌شود [۲].



شکل ۱- باروت سیاه

علاوه بر تولید حجم زیاد محصولات جامد طی فرایند احتراق، مشکل دیگر باروت سیاه آن است که توسط رطوبت هوا فاسد می‌شود. با وجود این ضعف‌ها امروزه از باروت سیاه به دلیل آنکه در هنگام سوختن، ذرات پر حرارتی را به اطراف پراکنده می‌سازد در بسیاری از تسلیحات به عنوان آتشزنه استفاده می‌شود. بدون اغراق می‌توان گفت که کشف نیتروسولوز انقلابی در عرصه دانش باروت سازی بود. در

¹ Black powder

واقع با کشف نیترو سلولز در سال ۱۸۳۳ و اختراع انواع باروت‌های یک پایه، دو پایه و سه پایه که حاوی نیتروسلولز هستند و به هنگام سوختن به غیر از گاز تقریباً باقی مانده جامدی ندارند در سال‌های بعد فصل جدیدی در ساخت باروت‌ها و خرج‌های پرتاب آغاز شد. ورود نیتروسلولز به فرمولاسیون‌های باروت به دلیل حجم زیاد گاز تولیدی (۸۷۱ ml/g) در مقایسه با باروت سیاه (۲۷۰ ml/g) و دیگر مشخصه‌های سودمند توانست کالیبر تفنگ‌ها را کوچکتر کند و چون سرعت گلوله بالاتر رفت می‌توانست فواصل دورتری را هدف قرار دهد و اجزایی که به آن اضافه شد امکان طراحی سوخت با سرعت‌های سوزش و مشخصه‌های مختلف را میسر کند و از آغاز قرن بیستم توانست در باروت‌های توپخانه نیز جای خود را باز کند. برخلاف باروت سیاه که به صورت پودری می باشد شکل ظاهری باروت‌های نیتروسلولزی به صورت دانه‌هایی استوانه‌ای، کروی یا ورقه‌ای است که در طول فرایند ساخت شکل دهی می‌شوند [۳].



شکل ۲- انواع باروت نیتروسلولزی

۱-۲- تقسیم بندی انواع باروت

بر اساس اجزای سازنده باروت سلولزی می‌توان آن را تقسیم بندی نمود. باروتی که تنها دارای نیتروسلولز پلاستیکی شده به عنوان منبع انرژی باشد خرج پرتاب یا باروت یک پایه^۱ نامیده می‌شود. در باروت‌های دو پایه^۲ علاوه بر نیترو سلولز به عنوان منبع انرژی، یک ماده منفجره مایع که هم منبع انرژی ثانویه بوده و هم نرم کننده، مانند نیترو گلیسرین، در فرمولاسیون آنها شرکت دارد. خرج‌های پرتاب سه پایه^۳ یا چند پایه علاوه بر فرمولاسیون دو پایه حاوی یک ماده منفجره کریستالی مثل نیتروگوآئیدین هم می‌باشد. نیترو سلولز، نیترو گلیسرین و نیتروگوآئیدین اجزای اصلی سازنده انواع باروت هستند و بیشتر از ۸۵٪ جسم متشکله انواع باروت‌ها را تشکیل می‌دهند. جدول ۱ کلیه اجزای سازنده باروت‌ها را به اختصار معرفی نموده است [۶-۴].

جدول ۱) معرفی برخی از اجزای سازنده باروت

کاربرد و نقش	اجزای سازنده باروت
منبع انرژی پلیمری	نیترو سلولز
پر کننده- ماده افزودنی	پلی گلیکول دی ال
نرم کننده انرژی‌زا	نیترو گلیسرین، دی اتیلن گلیکول دی نترات، تری اتیلن گلیکول دی نترات، دی نیترو تولوئن و ..
نرم کننده خشی یا بی اثر	دی بوتیل فتالات، تری استین و
پایدار کننده	دی اتیل سانتراپت، دی فنیل آمین، ۲- نیترو دی فنیل آمین.
تنظیم کننده خصوصیات بالستیکی	نمک‌های معدنی و آلی سرب، استانات سرب، استارات سرب، گرافیت، موم و
تیره و کدر کننده	دوده
کاهش دهنده اصطکاک	استارات سرب، گرافیت، موم
شعله پوش	سولفات پتاسم، نترات پتاسیم و کریولیت
اکسید کننده معدنی	نترات و پرکلرات آمونیوم
اکسید کننده آلی	HMX ، RDX ، نیتروگوآئیدین و

¹ Single base propellant

² Double base propellant

³ Triple base propellant

۱-۳- پلاستی‌سایزرها

پلاستی‌سایزرها^۱ و بخصوص پلاستی‌سایزهای پر انرژی یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده‌ی باروت‌ها به شمار می‌آیند. به طور کلی نقش اولیه‌ی پلاستی‌سایزهای پر انرژی در فرمولاسیون مواد پر انرژی بهبود خواص فیزیکی- مکانیکی باروت‌ها و همچنین بهبود ویژگی‌های ایمنی آنهاست که این امر با نرم نمودن شبکه‌ی پلیمر و بیشتر منعطف نمودن آن صورت می‌گیرد. یک پلاستی‌سایزر علاوه بر بهبود خواص فیزیکی نظیر استحکام کششی و دمای انتقال شیشه‌ای می‌تواند نقش‌های ثانویه‌ی دیگری نیز داشته باشد، این نقش‌ها عبارتند از: کاهش ویسکوزیته فرمولاسیون برای آسان‌سازی فرایند تولید، بهبود و اصلاح بالانس اکسیژن و محتوای انرژی و در نهایت اصلاح سرعت سوزش. اما برای آنکه یک پلاستی‌سایزر پر انرژی از پس ایفای نقش خود به خوبی برآید می‌بایست پارامترهای زیر را تأمین نماید:

- ۱- تأثیر مثبتی روی ایمنی و کارایی فرمولاسیون داشته باشد
- ۲- تأثیر مثبتی روی خواص مکانیکی فرمولاسیون داشته باشد
- ۳- سازگاری شیمیایی و فیزیکی با اجزای تشکیل دهنده‌ی فرمولاسیون داشته باشد
- ۴- پایداری شیمیایی و عدم سمی بودن
- ۵- عدم فراریت و تمایل برای نشت و خروج از فرمولاسیون
- ۶- سازگاری با محیط
- ۷- در دسترس بودن و ارزانی مواد اولیه‌ی ساخت آن

^۱ Plasticizer

پلاستی‌سایزرها عموماً موادی الیگومری^۱ بوده که جرم مولکولی متوسط آنها بین ۱۸۰ تا ۲۰۰۰ می‌باشد. پلاستی‌سایزرها با وزن مولکولی بالاتر از ۲۰۰۰ بسیار ویسکوز بوده و خواصی مشابه پلیمرها از خود نشان می‌دهند. اما آن دسته که وزن مولکولی زیر ۱۸۰ دارند ممکن است دمای انتقال شیشه‌ای آنها کاهش یافته و تمایل به خارج شدن از فرمولاسیون را داشته باشند. با این حال اپتیمم وزن مولکولی بین ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ می‌باشد. همانند پلیمرها پلاستی‌سایزرها نیز می‌توانند انواع پر انرژی و خنثی داشته باشند. پلاستی‌سایزرها خنثی در بهبود خواص مکانیکی موثر هستند اما بازدهی و انرژی خروجی فرمولاسیون را با کاهش بالانس اکسیژن کاهش می‌دهند.

نمونه‌هایی از پلاستی‌سایزرها خنثی شامل دی اتیل آدیپات^۲ و دی اکتیل آدیپات^۳ هستند. بر خلاف پلاستی‌سایزهای غیر انرژی‌تیک، نوع انرژی‌تیک علاوه بر بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی، اکسیژن و انرژی مورد نیاز برای فرمولاسیون را نیز فراهم می‌کند [۹-۷].

۱-۴-۱- مروری بر مهمترین پلاستی‌سایزهای پرانرژی

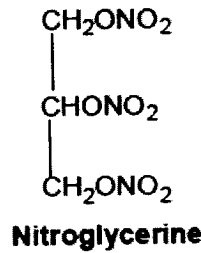
۱-۴-۱-۱- نیتروگلیسرین

نیتروگلیسرین به عنوان نخستین و قدیمی ترین پلاستی‌سایزر انرژی‌تیک ساخت بشر همچنان به عنوان یک ماده پرانرژی مهم در صنایع نظامی کاربرد گسترده‌ای دارد. نیتروگلیسرین یا گلیسیدیل نترات یک استر نیتراتی با کارایی بالا می‌باشد و ساختار آن در شکل ۳ نشان داده شده است.

¹ Oligomeric

² Diethyl adipate

³ Dioctyl adipate



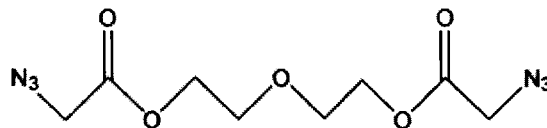
شکل ۳- ساختار شیمیایی نیتروگلیسرین

این ماده که برای اولین بار در سال ۱۸۴۶ سنتز شده ماده‌ای غلیظ و لزج است و از نیتراسیون گلیسرین در دمای پایین به دست می‌آید. نیتروگلیسرین یک ماده‌ی بسیار حساس بوده و به راحتی با اصطکاک و ضربه‌ی خفیف منفجر می‌شود. به علاوه با حرارت دادن آن تا دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد نیز منفجر می‌شود. با این وجود نباید اجازه داد که دمای آن در طول انبار شدن از ۶۰-۷۰ درجه بالاتر رود زیرا نیتروگلیسرین در این دما شروع به تجزیه شدن می‌نماید. نیتروگلیسرین از جمله موادی است که دارای اثرات فیزیولوژیکی مشهودی است، به عنوان مثال این ماده باعث سردرد شدید و اتساع شراین می‌شود. همانطور که گفته شد نیتروگلیسرین به شوک، اصطکاک و ضربه بسیار حساس است و تنها هنگامی به کار گرفته می‌شود که توسط مایعات و جامداتی جاذب و یا توسط اختلاط با نیترو سلولز غیر حساس شده باشد. به عنوان مثال هنگامی که با مایعاتی نظیر تری استین یا دی بوتیل فتالات غیر حساس شود، می‌توان آن را با احتیاط حمل و نقل کرد. به طور کلی حساسیت نیتروگلیسرین با کاهش دما کم می‌شود. مثلاً نیتروگلیسرین جامد نسبت به شوک حساسیت کمتری دارد تا نیتروگلیسرین مایع ولی آزمایش‌هایی نیز اثبات نموده‌اند که حساسیت نوع جامد به اصطکاک خیلی زیاد است که علت آن تماس متقابل کریستال‌ها بر هم می‌باشد. نیتروگلیسرین دارای نقطه ذوب نسبتاً بالایی است که سبب می‌شود خواص فیزیکی سوخت‌های دو پایه در دماهای پایین افت کند. علی‌رغم خطرناک بودن نیتروگلیسرین،

این ماده همچنان به عنوان یک ماده بسیار پر مصرف در صنایع نظامی برای ساخت دینامیت ، خرج دو پایه و چند پایه می‌باشد [۱۰].

۱-۴-۲- پلاستی‌سایزر های آزیدو

خواص مکانیکی ضعیف پلیمرهایی با گروه های عاملی آزید نظیر GAP^۱ می‌تواند با حضور پلاستی‌سایزرهای انرژی‌حای عامل آزیدی بهبود یابد. سنتز پلیمرهای GAP با وزن مولکولی کم نظیر پلاستی‌سایزرهای GAP می‌تواند با یک فرایند یگانه شامل جانشینی آزید به جای کلر در اپی کلرو هیدرین و در ادامه پلیمریزاسیون باشد [۸].

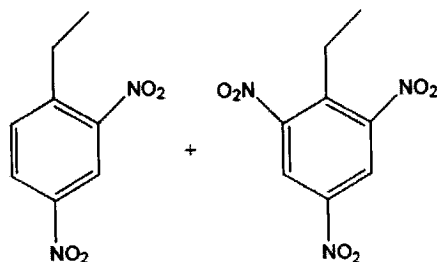


شکل ۴- ساختار مولکولی پلاستی‌سایزر GAP

۱-۴-۳- پلاستی‌سایزر K-10

این پلاستی‌سایزر یک ترکیب نیترو آروماتیک است که متشکل از مخلوط ۲ و ۴ - دی نیترو اتیل بنزن و ۲ و ۴-تری نیترو اتیل بنزن با ترکیب درصد (۳۵-۶۵) می باشد. K-10 در مواد منفجره حاوی پلیمر به عنوان یک پلاستی‌سایزر انرژی‌حای به کار می رود. K-10 در دمای معمولی به حالت مایع بوده و رنگ آن زرد مایل به نارنجی و شفاف است. ساختار K-10 به صورت زیر است [۱۱].

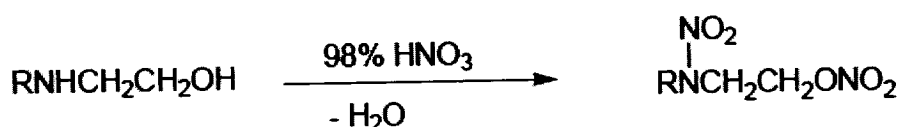
^۱Glycidyl Azide Polymers



شکل ۵- ساختار شیمیایی پلیاستی سایزر K-10

۱-۴-۴- پلیاستی سایزر های نیتراتو اتیل نیتراآمین (NENAS)^۱

خانواده‌ی نیترو اتیل نیتراآمین پلیاستی سایزرهای موثری در فرمولاسیون‌های مختلف به ویژه در سیستم‌های نیتروسولولزی هستند. این پلیاستی سایزرها هر دو عامل نیترات استر و نیتراآمین را در ساختار خود دارند. مشتقات متداول آنها شامل استخلاف‌های R (متیل، اتیل، پروپیل، بوتیل، پنتیل) می باشد. از پلیاستی سایزرهای NENA در باروت‌ها و پیشرانه‌هایی استفاده می‌شود که نیاز به دمای شعله کم و وزن مولکولی پایین دارند. پلیاستی سایزرهای NENA به سادگی با نیتراسیون آلکیل نیترو الکل های تجاری با بازدهی بالا تولید می شوند.



شکل ۶- واکنش سنتز پلیاستی سایزر NENA

استفاده از پلیاستی سایزرهای NENA در باروت ها و سوخت های راکت به خاطر خواص عالی آن نظیر سرعت سوزش بالا، کاهش دمای شعله و تولید گاز های احتراق با وزن مولکولی پایین است.

^۱ Nitrate Ethyl Nitramine