



قوه قضائیه

سازمان ثبت اسناد و املاک کشور

# گواهی نامه ثبت اختراع



۰۳۷۸۸۸ الف / ۸۹

## مشخصات مالک:

پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران (۲۵٪)، سید علیرضا ثابت (۲۵٪)، مسعود اسفنده (۲۵٪)، جواد مفتخریان اصفهانی (۲۵٪)

مشخصات کامل مالکین ظهر گواهی ثبت ...

## مشخصات مخترع:

جواد مفتخریان اصفهانی، شماره ملی: ۱۲۹۲۴۴۴۲۵۸، نشانی: کیلومتر ۱۵ بزرگراه تهران کرج - بلوار پژوهش - پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، کد پستی: ۱۴۹۷۷۱۳۱۱۵، تابعیت جمهوری اسلامی ایران

## عنوان اختراع:

ساخت و بررسی نانوکامپوزیت هیبریدی بر پایه پلی استر / الیاف شیشه / نانو کلی با مقاومت مناسب در برابر ضربه سرعت بالا

## طبقه بندی بین المللی:

## حق تقدم:

## شماره و تاریخ اظهار نامه اصلی:

## محل ثبت:

## مدت حمایت:

## شماره و تاریخ ثبت اظهار نامه:

## شماره و تاریخ ثبت اختراع:

۱۳۹۱/۰۶/۲۵ - ۷۱۷۶۸

۱۳۸۹/۱۲/۱۴ - ۳۸۹۱۲۰۴۶۸

تا ۱۳۸۹/۱۲/۱۴

اداره کل مالکیت صنعتی  
رئیس اداره ثبت اختراعات  
\* \* \* \* \* مرکز مالکیت صنعتی

مهرداد الیاسی

تاریخ:

۹۴۳۱۹

امضاء:

مدت حمایت اختراع 20 سال از تاریخ تسلیم اظهارنامه می باشد منوط به اینکه اقساط سالانه اختراع در مواعد مقرر توسط متقاضی پرداخت شود

\* هنگام گواهی نامه: توصیف ادعا، خلاصه توصیف و نقشه

\* در صورت تعدد مخترمین، مالکین و یا تغییرات مراتب شرح مندرج در نظر گواهی نامی باشد.

عنوان اختراع

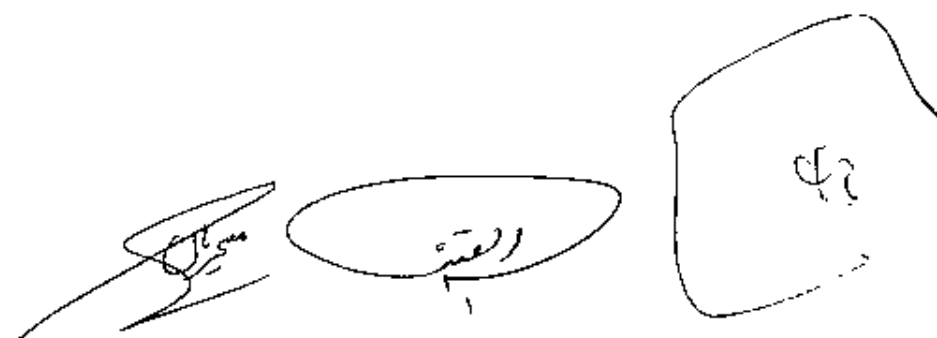
ساخت و بررسی نانوکامپوزیت هیبریدی برپایه پلی استر/الیاف

شیشه / نانوکلی (رس)، مقاوم در برابر ضربه سرعت بالا

جواد مفتخریان اصفهانی

مسعود آسفنده

سید علی رضا ثابت



Three handwritten signatures in Persian script. The first signature is on the left, the second is in the middle and circled, and the third is on the right and enclosed in a square box.

## توصیف اختراع

### زمینه فنی اختراع:

نانوکامپوزیت هیبریدی مقاوم در برابر ضربه سرعت بالای بالستیکی می تواند جهت ساخت البسه و شیشه های ضد گلوله در صنایع نظامی و ساخت بدنه ای مقاوم در برابر ضربه های محیطی در صنایع خودرو سازی مورد استفاده قرار گیرد.

### مشکل فنی و شرح دانش پیشین:

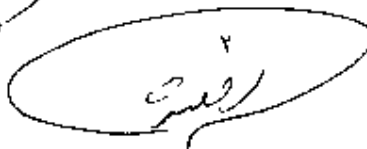
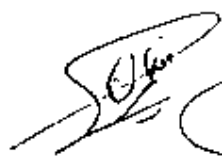
نانوکامپوزیت های پلیمری به عنوان نسل جدیدی از مواد پیشرفته، از افزودن ذراتی با حداقل یک بعد در مقیاس نانو در کامپوزیت های حاوی الیاف های بلند و کوتاه تهیه می شوند. ابعاد این مواد معمولا در بازه ۱ تا ۱۰۰۰ نانومتری بوده که به صورت یکنواخت در ماتریس پلیمری پراکنده می گردند. نانورس ها دسته ای از نانو ذرات می باشند که به صورت صفحات سیلیکاتی با ضخامت نانومتری در کنار یکدیگر قرار می گیرند.

نسبت بالای طول به عرض و پراکندگی صفحه های سیلیکاتی در ابعاد نانومتری نقش کلیدی در بهبود خواص نانوکامپوزیت ها ایفا می نماید. نانوکامپوزیت ها با توجه به نوع و میزان پراکندگی صفحات سیلیکاتی به دو دسته مهم تقسیم می گردند که به سیستم های درهمرفته (intercalated nanocomposite) و ورقه ورقه (Exfoliated nanocomposite) معروف شده اند. سیستم های درهمرفته از نفوذ پلیمر در بین صفحات سیلیکاتی نانورس تا رسیدن به انبساط محدود این صفحات سیلیکاتی به دست می آیند، اما سیستم های ورقه ورقه از پراکندگی کامل صفحات سیلیکاتی توسط پلیمر بدست می آیند. در هر دو سیستم بهبود قابل توجهی در خواص گرمایی، مکانیکی و تاخیر اندازنده آتش بعد از افزوده شدن میزان کمی نانورس در مقایسه با کامپوزیت بدون نانوذرات گزارش گردیده است.

استحکام ضربه در مواد از جمله شاخصه های مهم در طراحی یک محصول بشمار می آید. گسترش مواد کامپوزیت پلیمری در صنایع، ضرورت بررسی دقیق خواص این مواد را در شرایط مختلف بارگذاری از جمله سرعت بالا (بالسنیکی) را طلب می کند. با توجه به ظرفیت های بالای نانوکامپوزیت ها، ساخت نانوکامپوزیت های هیبریدی حاوی نانوذرات رس و الیاف شیشه با مقاومت مناسب در برابر ضربه سرعت بالای بالستیکی در دستور کار قرار گرفت.

در ساخت نانوکامپوزیت های هیبریدی نیاز به شناخت کامل پدیده ضربه در کنار دیگر خواص همچون خواص کششی، خمشی و فشاری از اهمیت بالایی برخوردار است و محققین از دیرباز به شناخت رفتاری مواد تحت ضربه مخصوصا ضربه سرعت بالا، علاقه مند بوده اند. دانشمندان و محققین ضربه را به سه دسته زیر تقسیم بندی می نمایند:

- ضربه سرعت پایین: در این نوع ضربه سرعت اعمال ضربه در محدوده ۳ تا ۵ متر بر ثانیه است، برای اندازه گیری مقاومت مواد در این محدوده سرعت از دستگاه آیزود و چارپی استفاده می گردد.



- ضربه سرعت متوسط : در این نوع ضربه سرعت اعمال ضربه در محدوده ۱۰ تا ۵۰ متر بر ثانیه است ، برای اندازه گیری مقاومت مواد در این محدوده سرعت دستگاه ضربه سقوط آزاد وزنه مورد استفاده قرار می گیرد.

- ضربه سرعت بالا (بالستیکی): در این نوع ضربه سرعت اعمال ضربه در محدوده ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ متر بر ثانیه است ، برای اندازه گیری مقاومت مواد در این محدوده سرعت از اسلحه گازی استفاده می گردد.

از آنجا که رفتار مواد در شرایط ضربه سرعت بالا با ضربه سرعت پایین و متوسط متفاوت است بررسی و ساخت نمونه های مقاوم در برابر ضربه سرعت بالا از اهمیت زیادی برخوردار است. در بین گزارش های یافت شده طی ۵۰ سال اخیر در جهان، عدم توجه کافی به پتانسیل نانو ذرات در ساخت جداره های کامپوزیتی مقاوم در برابر ضربه سرعت بالا مشاهده می گردد. به طوری که تنها فعالیت تحقیقاتی گزارش شده بر روی نانو کامپوزیت های پلیمری در برابر ضربه سرعت بالا، بررسی اثرات حضور نانو در نوع شکست ناشی از ضربه سرعت بالا در پلی کربنات و پلی متیل متاکریلات می باشد ولی تاکنون در جهان گزارشی در مورد ساخت و بررسی نانو کامپوزیت های هیبریدی گزارش نگردیده است، از این رو ساخت نانو کامپوزیت هیبریدی بر پایه رزین پلی استر / نانورس / الیاف شیشه در دستور کار قرار گرفت.

ارائه راه حل :

با توجه به مسائل مطرح گردیده در بخش مشکلات فنی، ساخت نانو کامپوزیت هیبریدی مقاوم در برابر ضربه بالستیکی بر پایه مواد ارزان قیمت و رایج مورد توجه قرار گرفت و لذا مواد مورد استفاده در ساخت جداره مقاوم ضربه از سه جز اصلی تشکیل شده است که شامل ماتریس پلیمری پلی استر، الیاف شیشه بافته شده و نانورس می باشد.

شرح دقیق اختراع

- آماده سازی نمونه های نانو کامپوزیت

مرحله اول: مقدار مورد نیاز نانورس با رزین پلی استر غیر اشباع توسط همزن مکانیکی به مدت ۸۰ دقیقه مخلوط شد تا نمونه ای یکنواخت حاصل گردد

مرحله دوم : مقدار مشخصی از پلی استر یا نانو کامپوزیت پلی استر- نانورس تهیه شده در مرحله اول را با ۱ و ۰.۱ درصد وزنی ( بر اساس ۱۰۰ گرم نانو کامپوزیت پلی استر- نانورس ) مخلوط گردیده و برای حذف حباب در آن خلا، در دمای ۲۳ درجه به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد.

مرحله سوم : جهت تهیه نانو کامپوزیت هیبریدی پلی استر / الیاف شیشه / نانورس با مقاومت مناسب در برابر ضربه سرعت بالا، مقدار مشخصی نانو کامپوزیت پلی استر / نانورس تهیه شده در مرحله دوم، را با روش لایه گذاری دستی همراه با الیاف ساخته شد و پس از پخت محیطی ۲۴ ساعته در دمای اتاق، جهت پخت ثانویه به مدت ۲۰ ساعت در آن با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد.

۳۷۲

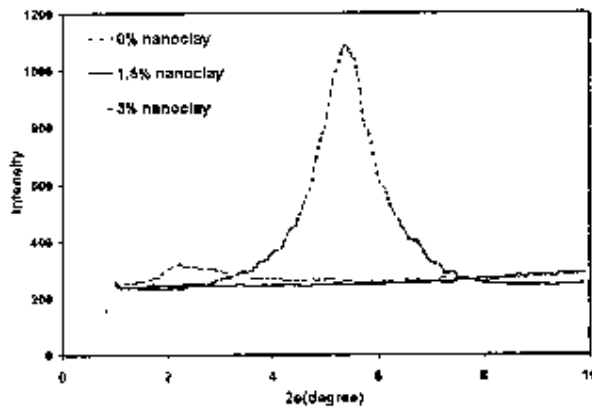
میرزا...

۳



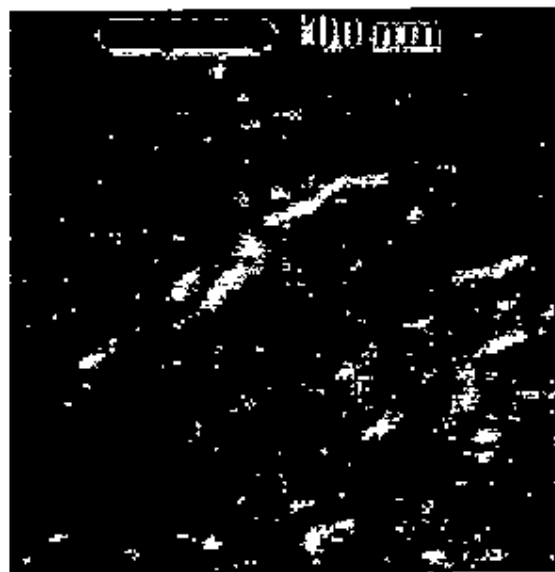
- شناسایی نانوکامپوزیت:

به منظور اثبات پراکندگی کامل صفحات لایه ای نانورس و رسیدن به ساختار در ابعاد نانو از دو روش آنالیز تفرق اشعه ایکس (XRD) و میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) استفاده گردید. شکل ۱ نتایج تفرق اشعه ایکس نمونه های نانورس خالص و نانوکامپوزیت های پلی استر/ نانورس را نشان می دهد. در این نمودار مشاهده می شود که در نمونه با ۱.۵ درصد نانو، پیک نمودار کاملاً از بین رفته است و این به معنای آن است که در نمونه نانوکامپوزیت با ۱.۵ درصد از نانورس پراکندگی کامل یا ورقه ورقه شدگی کامل (Exfoliation) اتفاق افتاده است. در نمونه با ۳ درصد نانورس دیده می شود که پیک نمودار علاوه بر آن که کوچکتر شده است، به سمت چپ نیز تغییر مکان داده است، به معنای آن است که به ساختار نانوکامپوزیت در هم رفته (Intercalate) رسیده ایم



شکل ۱ منحنی آنالیز تفرق اشعه ایکس

همچنین به منظور تأیید نهایی نتایج آنالیز اشعه ایکس مبنی بر پراکندگی کامل صفحات نانورس در نانوکامپوزیت هیبریدی حاوی ۱.۵ درصد وزنی نانورس تصویر TEM این نمونه در شکل شماره ۲ آورده شده است



شکل ۲: منحنی تغییرات ویسکوزیته با میران نانورس

Handwritten signature or mark.

Handwritten signature.

Handwritten signature with the number 4.

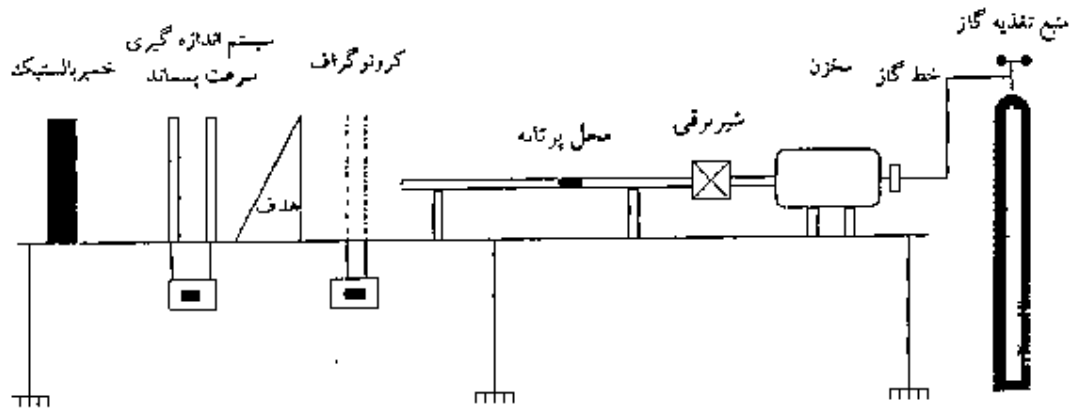


- خواص مکانیکی: نتایج ضربه سرعت پایین و خواص خمشی نانوکامپوزیتی هیبریدی ساخته شده در جدول ۱ آمده است. همانطور که در جدول مشخص گردیده است با افزایش ۱.۵ و ۳ درصد نانورس به کامپوزیت تجاری و متداول پلی استر/الیاف شیشه خواص مکانیکی افزایش قابل توجهی می نماید

جدول ۱. خواص مکانیکی نانوکامپوزیت پلی استر/نانورس

| نانو رس (%) | استحکام خمشی (MPa) | مدول خمشی (MPa) | کرنش شکست (%) | استحکام ضربه (J/m) |
|-------------|--------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| ۰           | ۱۹۱/۹(۳۴/۸)        | ۹۵۳۱/۴(۱۵۶۱/۷)  | ۳/۳۴(۰/۵)     | ۱۳۶۹/۴(۲۸۶/۱)      |
| ۱/۵         | ۲۱۸/۵(۴۳/۶)        | ۱۱۳۸۳(۱۱۳۲)     | ۴/۷۶(۰/۳)     | ۱۰۳۴/۸(۱۲۱)        |
| ۳           | ۲۲۹/۸(۱۰/۹)        | ۱۰۷۶۱/۵(۱۶۴/۵)  | ۴/۹۶(۰/۳)     | ۹۵۷/۶(۲۷۹/۵)       |

- تست ضربه سرعت بالا: تست ضربه سرعت بالا با استفاده از یک تفنگ گازی (شکل ۳ به صورت شماتیک)، انجام پذیرفت. پرتابه مورد استفاده دارای دماغه نیمه کروی از جنس فولاد آبدیده بود.



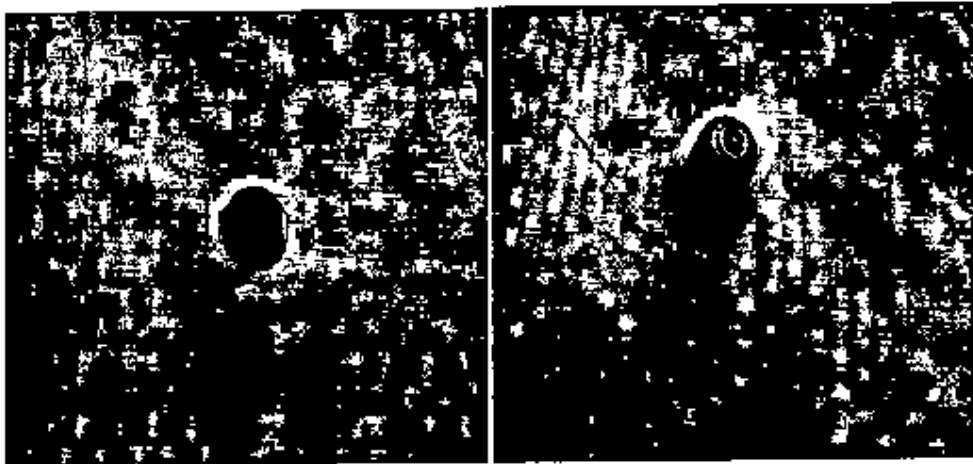
شکل ۳. تفنگ گازی به صورت شماتیک

بعد از کالیبراسیون دستگاه نمونه های نانوکامپوزیت هیبریدی ساخته شده تحت تست ضربه سرعت بالا قرار گرفتند، لازم به ذکر است که همانطور که در مقالات گزارش شده است، سرعت حد بالستیک در ضربه های سرعت بالا (بالستیکی)، سرعتی که پرتابه در جداره کامپوزیتی گیر می کند. (شکل ۴)

Handwritten signature or mark.

Handwritten signatures and notes.

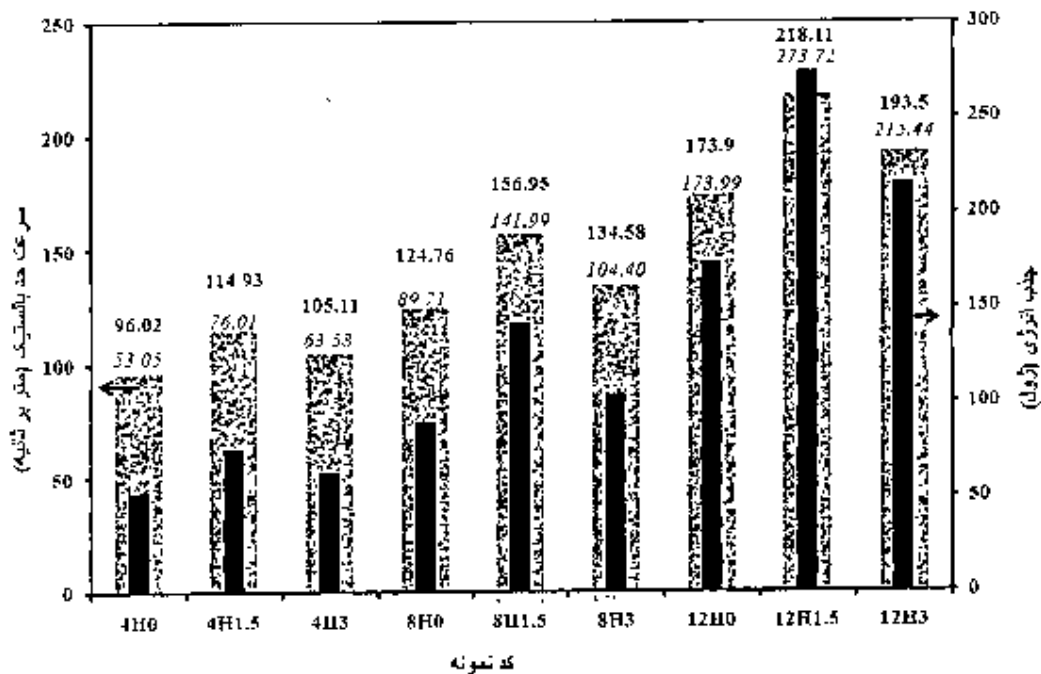




شکل ۴: نمونه نانوکامپوزیت هیبریدی ضربه خورده تحت شرایط حد بالستیک

نتایج سرعت حد بالستیک برای نانوکامپوزیت های ساخته شده در تعداد شکل ۵ آمده است

همانطور که از شکل ۵ دیده می شود، سرعت حد بالستیک (که سرعت باقیمانده در آن صفر است) در نمونه های با ۱.۵ درصد نانورس نسبت به نمونه های بدون نانوافزایشی ۲۵ درصدی از خود نشان می دهد.



شکل ۵: محنتی تغییرات سرعت حد بالستیک و میزان جذب انرژی در نمونه های حاوی مقادیر متفاوتی از نانورس در تعداد لایه های متفاوت<sup>۱</sup>

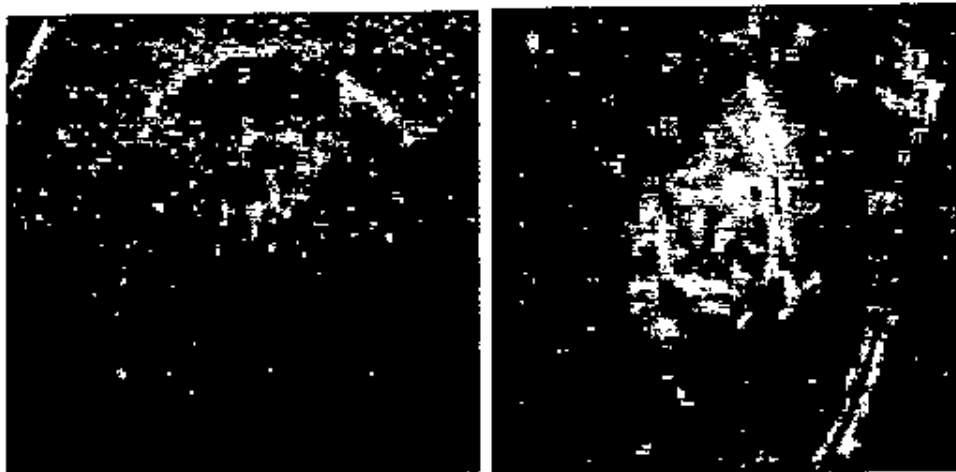
Handwritten signature or mark in the bottom left corner.

Handwritten signature and a circled mark in the bottom center.



۱ عدد نسبت به پهنای کنتورهای لایه ها و عدد سمت راست درصد نانورس را نشان می دهد.

در شکل ۶ نمونه ای از آسیب های نانوکامپوزیت هیبریدی نشان داده شده است.



شکل ۶: رفتار شکست نمونه های نانوکامپوزیت هیبریدی (الف) جلوی نمونه (ب) پشت نمونه

### مزایای اختراع:

- ۱- ساخت نانوکامپوزیت مقاوم در برابر ضربه سرعت بالا (بالستیکی) با دانسیته یکسان و وزن مشابه با نمونه های کامپوزیتی بدون نانو، ولی با خواص مقاومت ضربه ای بسیار بالاتر
- ۲- در ساخت این محصول از مواد بسیار ارزان قیمت استفاده شد به طوری که قیمت نهایی یک قطعه صنعتی از این مواد با این خواص بسیار کم می باشد.
- ۳- ساخت جداره های نانوکامپوزیتی حاوی نانوذرات منجر به بالا رفتن خواص ضد آتش و خواص جذب آب کامپوزیت ها می گردد.

### کاربردهای صنعتی:

این محصول اختراع شده قابلیت صنعتی شدن در موارد زیر را دارد:

- ۱- در صنایع خودروسازی جهت ساخت بدنه ای مقاوم در برابر ضربه های ناشی از برخورد عوامل محیطی مثل فرار سنگ ها از زیر لاستیک اتومبیل ها به جداره هایی با خواص ضربه سرعت بالا (بالستیکی) بدون افزایش وزن در مقایسه با جداره های رایج نیاز می باشد.
- ۲- در صنایع دفاعی جهت ساخت لباس های ضد گلوله و شیشه های ضد گلوله در خودروهای شخصی با وزن پایین احتیاج به جداره های نانوکامپوزیتی احساس می گردد.
- ۳- در صنایع نظامی جهت ساخت بدنه تانک های جنگی
- ۴- در صنایع دریایی جهت ساخت بدنه ناوها و زیر دریایی ها
- ۵- در صنایع هوایی جهت ساخت هواپیماها با مقاومت کافی ناشی از برخورد برندگان مورد استفاده قرار گیرد.

۷۰

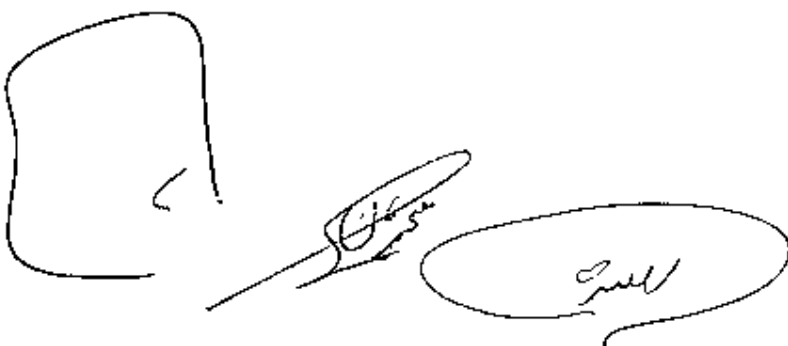
مستوفی  
۷





## خلاصه ادعای اختراع:

جهت تهیه جداره نانوکامپوزیتی مقاوم در برابر ضربه سرعت بالا (بالستیک)، در ابتدا نمونه نانوکامپوزیت پلیمر/نانورس حاوی ۱.۵ و ۳ درصد وزنی نانورس توسط همزن مکانیکی همورنایزرت تهیه گردید و سپس با استفاده از آنالیزهای اشعه ایکس و میکروسکوپ الکترونی عبوری پراکندگی کامل نانوذرات رس درون ماتریس پلیمری تأیید گردید. با استفاده از فرآیند لایه گذاری دستی نمونه های نانوکامپوزیت هیبریدی قالبگیری شدند و نهایتاً تحت تست ضربه سرعت بالا (بالستیک) قرار گرفتند تا میزان ظرفیت بالستیکی آنها تعیین گردد. نتایج نشان داد که تنها با افزودن ۱.۵ درصد وزنی نانورس کاملاً پراکنده شده در ماتریس پلیمری ۲۵ درصد افزایش در خواص بالستیکی ملاحظه شد.



Handwritten signature and stamp area.

