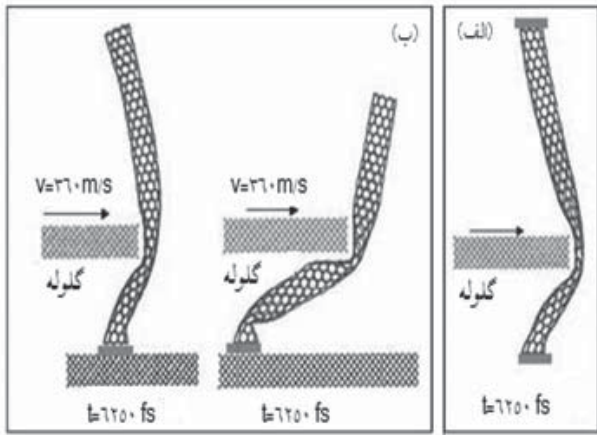


شکل و اندازه مشخص، به صورت زیر مورد بررسی قرار گرفته است. در این بررسی قطعه‌ای از الماس که دارای ۱۹۰۳ اتم بوده و سرعتی مابین ۱۵۰۰-۱۰۰ متر بر ثانیه دارد، به عنوان گلوله استفاده شده است.



شکل (۳)

فاصله بین محور نانولوله و نقطه شلیک گلوله ۱۵ آنگستروم بوده و گلوله با سرعت ثابت و به صورت افقی و عمود بر محور نانولوله شلیک می‌شود. آن‌ها در یافتند که نانولوله‌هایی با یک انتهای بسته، می‌توانند گلوله‌هایی با سرعت بین ۱۴۰۰-۲۰۰ متر بر ثانیه را منحرف کنند، شکل (۳-ب). البته ذکر این نکته که سرعت اولیه گلوله‌های تفنگ‌های مدرن بر حسب نوع تفنگ و گلوله، بین ۱۵۰۰-۱۸۰ متر بر ثانیه است، برای مقایسه جالب است، البته برای تفنگ‌های عادی این مقدار کمتر از ۱۰۰۰ متر بر ثانیه است. با زیاد شدن ارتفاع نسبی، مقاومت نانولوله نسبت به سرعت گلوله افزایش و بازده جذب کاهش پیدا می‌کند. در نانولوله‌هایی بادو سر بسته، با برخورد گلوله به وسط نانولوله، انرژی جذب شده بیشینه اما بازده جذب کمینه می‌باشد، شکل (۳-الف).

در نهایت ناگفته نماند که در این میان گلوله‌هایی نیز با هسته‌های فلزی بسیار سخت از جنس تنگستن کاربید و یا اورانیوم ۲۳۸ فلزی تولید شده که باعث تمرکز شدید انرژی گلوله در یک نقطه و شکافتن زره می‌گردد. در مقابل برای مقاومت بیشتر جلیقه‌ها آنها را با پولک‌هایی از جنس سرامیک‌های ویژه مانند ترکیبات اکسید آلومینیوم و یا تیتانیوم می‌پوشانند. این یا پولک‌ها قابلیت مقاومت در مقابل گلوله‌های فوق‌رایز به جلیقه‌ها می‌دهند. در هر صورت هر زرهی تا سرعت و کالیبر خاصی مقاومت دارد و در مقابل کالیبرهای بالا کارایی خود را از دست خواهد داد. برای مثال اکثر جلیقه‌ها حتی با همین پولک‌ها در مقابل تفنگ‌های تک تیرانداز سنگین با کالیبر ۱۲/۷ میلی‌متر، که نمونه آن توسط کارگزاران وزارت دفاع ساخته شده، آسیب‌پذیر هستند. اما پژوهشگران همواره در تلاشند تا با استفاده از پتانسیل نهفته فن‌آوری نانو بتوانند جلیقه‌های ضد گلوله و زره‌های مقاوم‌تری تولید کنند، تا در مقابل اسلحه‌هایی با کالیبر و سرعت بالاتر مقاومت نمایند.

در کلاه یا قسمت دیگری از لباس، با ورود مقدار معینی ماده سمی، خطر تشخیص داده شده و حتی در صورت نفوذ ماده سمی در بدن سربازها می‌تواند پادزهر را درون رگ سرباز تزریق کند. سربازانی که چنین لباس‌هایی را بر تن دارند می‌توانند در زمینه شناسایی و خنثی سازی بمب نیز به کار گرفته شوند، پس می‌بینیم که پوشیدن چنین لباس‌هایی علاوه بر حفظ جان نیروهای انسانی باعث ارتقای توانایی و عکس‌العمل نظامیان نیز خواهد شد.

اخیرا ماده سبک و کاملاً صلبی نیز با نانو ترکیبات دی‌سولفید تنگستن تولید شده که قادر به متوقف کردن گلوله فلزی است که با سرعت ۱/۵ کیلومتر در ثانیه شلیک شده باشد. این ماده همچنین قادر به تحمل فشارهای ضربه‌ای ایجاد شده تا حدود ۲۵۰ تن در هر سانتی‌متر مربع می‌باشد. آزمایش‌های دیگری نیز منجر به ساخت ماده‌ای شده که حداقل تا ۳۵۰ تن در سانتی‌متر مربع را تحمل می‌کند. یک نوع دیگر از الیاف که اخیرا رایج شده، ابریشم عنکبوت نام دارد. نام علمی این ماده نانو بیو استیل می‌باشد. یک رشته از نانو بیو استیل بیست برابر مقاوم‌تر از فولاد است. الیاف دیگری نیز با استفاده از نانولوله‌های کربنی در حال ساخت هستند و گفته می‌شود که حتی از نانو بیو استیل نیز مقاوم‌ترند. البته نخ‌های نانولوله کربنی هنوز هم کمیاب بوده و قیمت بسیار بالایی دارند که به مرور زمان این قیمت‌ها نزول پیدا خواهند کرد و این نوع الیاف، به عنوان الیاف بادوام در جلیقه‌های ضد گلوله به کار خواهند رفت.

اخیرا گروهی از دانشمندان استرالیایی به بررسی ظرفیت جذب انرژی نانولوله‌های کربنی تک دیواره تحت تأثیر برخورد با گلوله، پرداخته‌اند. این گروه دریافته‌اند که می‌توان از نانولوله‌های کربنی به عنوان فاز تقویت کننده برای افزایش مقاومت مواد، در برابر نفوذ گلوله استفاده کرد. طبق بررسی‌های این گروه، مناسب‌ترین مواد محافظ برای ساخت جلیقه‌های ضد گلوله موادی هستند که توان جذب انرژی بالایی داشته باشند تا بتوانند گلوله را برگردانند و یا منحرف کنند. هدف از مطالعات این گروه کاهش اثرات ضربه در اثر برخورد گلوله به جلیقه به افراد می‌باشد. از این روبرو مطالعه رفتار نانولوله‌های کربنی هنگام برخورد گلوله به آن پرداخته‌اند.

مطالعات این گروه در برخورد گلوله به نانولوله‌های کربنی با شعاع‌های مختلف، مطابق شکل (۳)، نشان می‌دهد که در نانولوله‌هایی که یک انتهای آن بسته و انتهای دیگر آن آزاد باشد، افزایش ارتفاع نسبی نقطه برخورد گلوله، حد تحمل نانولوله را نسبت به سرعت گلوله افزایش می‌دهد اما بازده جذب انرژی را کمتر می‌کند. در یک ارتفاع نسبی مشخص، این مقادیر مستقل از شعاع نانولوله هستند. در نانولوله‌ای که هر دو سر آن ثابت است، زمانی که گلوله به ارتفاع نسبی ۰/۵ برخورد کرد، بازده جذب انرژی به کمترین مقدار خود رسید. رابطه بین پارامترهای شعاع نانولوله، ارتفاع نسبی نقطه برخورد گلوله، سرعت گلوله و میزان جذب انرژی توسط نانولوله برای گلوله‌ای با