



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005141419/02, 27.05.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.05.2004

(30) Конвенционный приоритет:
29.05.2003 US 60/474,519

(43) Дата публикации заявки: 10.06.2006

(45) Опубликовано: 10.02.2009 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: WO 02090866 A, 14.11.2002. US 5677029
A, 14.10.1997. WO 0214408 A, 21.02.2002. EP
0683374 A, 22.11.1995. US 3000772 A,
19.09.1961. RU 2015490 C1, 14.08.1992. RU
2206045 C2, 02.04.2001.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
29.12.2005

(86) Заявка РСТ:
CA 2004/000779 (27.05.2004)

(87) Публикация РСТ:
WO 2004/106838 (09.12.2004)

Адрес для переписки:
103735, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

КАННИНГХЭМ Дейвид Верлин (CA)

(73) Патентообладатель(и):

БАРРДЭЙ, ИНК. (CA)

(54) БАЛЛИСТИЧЕСКИ СТОЙКИЙ КОМПОЗИТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к баллистически стойким композитам. Баллистически стойкий композит включает несколько слоев ткани, имеющей однонаправленные баллистически стойкие нити в виде, по меньшей мере, двух слоев. Слои баллистически стойких нитей расположены под углом $90 \pm 5^\circ$ по отношению друг к другу, причем для стабилизации баллистически стойкие нити вплетены во вторую ткань. Вторая ткань получена из нитей, характеризующихся значительно меньшими пределом прочности на разрыв и

модулем упругости при растяжении по сравнению с баллистически стойкими нитями. Баллистически стойкие нити характеризуются пределом прочности на разрыв, по меньшей мере, равным 15 граммам на одно денье, и модулем упругости, по меньшей мере, равным 400 граммам на одно денье. Между каждой парой таких нескольких слоев расположен слой смолы, прилипшей к баллистически стойким нитям, но не инкапсулирующей их и не проникающей в слой ткани. Смола характеризуется модулем упругости, по меньшей мере, равным 48260 кПа. Изобретение направлено на повышение баллистической стойкости композита. 14 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005141419/02, 27.05.2004**(24) Effective date for property rights: **27.05.2004**(30) Priority:
29.05.2003 US 60/474,519(43) Application published: **10.06.2006**(45) Date of publication: **10.02.2009 Bull. 4**(85) Commencement of national phase: **29.12.2005**(86) PCT application:
CA 2004/000779 (27.05.2004)(87) PCT publication:
WO 2004/106838 (09.12.2004)Mail address:
103735, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO "Sojuzpatent"(72) Inventor(s):
KANNINGKhEhM Dejvid Verlin (CA)(73) Proprietor(s):
BARRDEhJ, INK. (CA)(54) **BALLISTIC-STABILITY COMPOSITE**

(57) Abstract:

FIELD: weaponry.

SUBSTANCE: invention relates to ballistic-stability composite materials made up of two layers of fabric that feature unidirectional ballistic-stability fibers. The previously mentioned layers of ballistic-stability fibers are arranged at an angle of $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ to each other. Note here that the said ballistically stable fibers are interfoliated into another fabric produced from fibers that feature notably lower ultimate tensile strength and Young's modulus as

compared with the aforesaid ballistic-stability fibers, i.e. ultimate tensile strength of 15 g per one division and Young's modulus of at least 400 g per one division. Note that there is a layer of pitch arranged between every pair of such several layers adhered to the said ballistic-stability fibers but no encapsulating them nor penetrating into the fabric layers. The said pitch feature the Young's modulus equals at least 48260 kPa.

EFFECT: higher ballistic stability of composite material.

15 cl, 10 ex

Область техники

Настоящее изобретение относится к баллистически стойким композитам.

Уровень техники

Использование гибких смол совместно с тканями, сотканными из волокон с высокими

5 эксплуатационными характеристиками, для изготовления композитных армированных панелей было объектом большого количества исследований и множества патентов. Общий консенсус для данного объема работ заключается в том, что чем более гибкой будет система смолы, использованная при изготовлении композита, тем лучше будут баллистические характеристики у получающейся в результате панели. В дополнение к
10 этому адгезия смолы к баллистически стойкой пряже должна быть достаточно плохой, чтобы во время события баллистической защиты в композите проходило бы расслоение. Данное требование можно проигнорировать, если смола в композите разрушается при достаточно низкой прочности, чтобы дать возможность энергии рассеяться во время события баллистической защиты. При условии наличия данной базы знаний в отношении
15 армированной конструкции структура армированного ламината в таком случае становится предметом компромисса между баллистическими качественными характеристиками панели и требованиями к конструкции для варианта использования панели. Патент США №3000772 автора Lunn от 1961 года представляет собой один из первых патентов, в котором обсуждаются требования к системе гибкой смолы с точки зрения достижения
20 превосходных эксплуатационных баллистических характеристик. Данный патент включает использование полиэтиленовой пленки совместно с однонаправленной стеклотканью. Стеклоткань включает стеклонити в направлении основы и вторичные нити в направлении утка, что образует ткань. Ткань после этого прессуют с получением ламината после ориентирования последовательных слоев ткани под углом в 90 градусов по отношению к
25 слою ткани, расположенному выше и ниже каждого из них. Это стандартная практика, известная под наименованием "перекрестное наслаивание" слоев. В патенте США №3956447 автора Depomtee от 1976 года обсуждают изготовление баллистически стойкого шлема для вооруженных сил США при использовании термоотверждающейся либо термопластической смолы. В данном патенте системой смолы, предпочтительной для
30 шлема, является система PVB (поливинилбутираль)/фенольная смола. Roy Liabe - исследователь из Центра исследований и опытно-конструкторских разработок вооруженных сил США в Нейтике, Массачусетс - в своей книге Ballistic Materials and Penetration Mechanics, Elsevier Scientific Publishing Company, 1980, page 108 сообщает о том, что во время разработки шлема было обнаружено, что фенольная смола сама по себе была
35 чрезмерно жесткой для того, чтобы обеспечить получение хороших баллистических результатов, и что компонент PVB системы добавляли для придания смоле определенных относительного удлинения и гибкости с целью улучшения баллистических характеристик при одновременном сохранении структурной жесткости, необходимой для шлема.

Несколько патентов касаются использования в композитах термопластичных смол и пленок. Lancaster et al., патент США №4678702 от 1987 года, сообщает об использовании
40 в качестве смолы материала Surlyn, где пленочная форма материала Surlyn перетекает в тканый материал при нагревании и под действием давления для инкапсулирования нитей и образования гибкого баллистически стойкого композита. Donavan, патент США №4574105 от 1986 года, сообщает об использовании чередующихся слоев нейлона и материала
45 Kevlar, где нейлон прилипает к ткани из материала Kevlar при нагревании и под действием давления с образованием композита, но нейлон не проникает в ткань. Серия патентов автора Andrew Park (патенты США №5437905, 5443882, 5443883, 5547536, 5635288, 5935678) касается использования пленок между слоями однонаправленных нитей, где пленку используют для удерживания перекрестно наложенных слоев нитей друг
50 с другом при отсутствии существенного проникновения слоев. Allied-Signal, патент США №4623514, касается существенного инкапсулирования нитей с высокими эксплуатационными характеристиками в перекрестно наложенных слоях однонаправленных нитей при использовании смолы, характеризующейся модулем упругости, меньшим 6000

фунт/дюйм² (41370 кПа).

Краткое изложение изобретения

Предметом данной патентной заявки является использование термопластичных смол совместно с уникальной тканью для получения превосходного баллистически стойкого композита. Смолы характеризуются хорошей адгезией к баллистически стойким нитям и высоким модулем упругости при растяжении. Данная комбинация свойств, будучи использованной в случае обычного тканого материала либо однонаправленной ткани с перекрестным наслаиванием, в результате не обеспечит получения превосходного баллистически стойкого композита. Уникальная ткань данного изобретения представляет собой предмет патентной заявки США №10/135573, поданной 1 мая 2002 года (WO 02/090866), переуступленной правопреемнику настоящего изобретения, и описание которой включается в настоящий документ для справки. Данная ткань представляет собой квазиоднонаправленную ткань, где баллистически стойкие нити удерживают в однонаправленной ориентации 0/90 при использовании низкомодульных нитей относительно небольшого диаметра, характеризующихся высоким относительным удлинением. Данную ткань продает компания Barrday Inc., правопреемник настоящего изобретения, под торговым наименованием "ткани Sentinel". Баллистически стойкие нити, вплетенные в данную ткань, могут быть любыми высокопрочными нитями, характеризующимися пределом прочности на разрыв, по меньшей мере, равным приблизительно 15 граммам на одно денье, и модулем упругости, по меньшей мере, равным приблизительно 400 граммам на одно денье. Ткани Sentinel ткнут с использованием всех коммерчески доступных баллистически стойких нитей. Доступные смолы, которые будут обладать надлежащими эксплуатационными характеристиками в данном изобретении, являются любыми смолами, которые будут прилипать к нитям с высокими эксплуатационными характеристиками и характеризоваться модулем упругости, по меньшей мере, равным приблизительно 7000 фунт/дюйм² (48260 кПа). Баллистически стойкие композиты ранее не создавали при использовании смолы, характеризующейся такими значениями модуля упругости, в том числе теми, которые описываются в упомянутой патентной заявке США 10/135573 (WO 02/090866).

В одном аспекте настоящего изобретения предлагается баллистически стойкий композит, включающий несколько слоев ткани, включающей однонаправленные баллистически стойкие нити в виде, по меньшей мере, двух слоев, при этом слои баллистически стойких нитей располагают под углом $90 \pm 5^\circ$ по отношению друг к другу, причем баллистически стойкие нити стабилизируют благодаря их вплетению во вторую ткань, при этом вторую ткань получают из нитей, характеризующихся значительно меньшим пределом прочности на разрыв и модулем упругости при растяжении по сравнению с баллистически стойкими нитями, причем баллистически стойкие нити характеризуются пределом прочности на разрыв, по меньшей мере, равным приблизительно 15 граммам на одно денье, и модулем упругости, по меньшей мере, равным приблизительно 40 граммам на одно денье, и слой смолы, располагающейся между каждой парой таких нескольких слоев, прилипшей к баллистически стойким нитям, но не инкапсулирующей их и не проникающей в слой ткани, причем смола в слое смолы характеризуется модулем упругости, по меньшей мере, равным приблизительно 7000 фунт/дюйм² (48260 кПа).

Общее описание изобретения

Основное требование, заключающееся в том, чтобы во время события баллистической защиты существовала возможность для нитей перемещения, а для композита - расслаивания, в данном изобретении проигнорировано не было. Точнее, свободу перемещения для нитей и расслаивания для композита обеспечивают низкомодульные инкапсулирующие нити ткани Sentinel, а не система смолы между слоями ткани. Два слоя очень негибких баллистически стойких нитей, прочно прилипших друг к другу, образуют жесткий, но очень тонкий композит. Стопка таких тонких жестких слоев, даже в случае соединения жестких слоев гибкой нитью, образует жесткий твердый композит. В композите, образованном из слоев ткани Sentinel, один из слоев нитей данной

сцепленной пары представляет собой верхний однонаправленный слой ткани Sentinel, а другой прочно прилипший слой нитей представляет собой нижний слой второй ткани Sentinel. В настоящем изобретении ткани Sentinel наслаивают при обращении вверх одной и той же поверхности, и все ткани ориентируют с расположением нитей основы в одном и том же направлении. Данная компоновка в результате приводит к получению композита, в котором соседние однонаправленные баллистически стойкие нити ориентированы под углами 0/90 градусов. Смола скрепляет соседние слои ткани друг с другом с образованием жестких слоев ламинированных 0/90-слоев. Данные ламинированные 0/90-слои соединяют при использовании низкомодульных инкапсулирующих нитей со слоем, расположенным выше и ниже них. Целостность и свойства получающегося в результате композита определяют смола, количество смолы и инкапсулирующие нити.

Гибкие инкапсулирующие нити обеспечивают получение необходимых перемещения и расслаивания слоев композита и делают возможным использование смол и клеев, характеризующихся более действенной адгезией по сравнению с тем, что ранее наблюдали в баллистически стойких композитах. Гибкие инкапсулирующие нити также делают возможным использование смол и клеев, характеризующихся намного более высоким модулем упругости при растяжении по сравнению с тем, что использовали ранее. Прочность расслаивающегося слоя можно регулировать при помощи инкапсулирующих нитей, в то время как жесткость и твердость композита определяют тип и количество термопластичной смолы и ее адгезия к волокнам. Использование высокомодульной смолы, характеризующейся модулем упругости, по меньшей мере, равным приблизительно 7000 фунт/дюйм² (48260 кПа), предпочтительно находящимся в диапазоне от приблизительно 25000 до приблизительно 30000 фунт/дюйм² (от приблизительно 172400 до приблизительно 206800 кПа), при наличии действенного сцепления с нитями требует, чтобы смола как не проникала бы в ткань, так, по существу, и не инкапсулировала баллистически стойкие нити. В том случае, если любое из данных событий произойдет, свобода перемещения баллистически стойких нитей будет ухудшена, и способность нитей рассеивать энергию будет существенно уменьшена.

Размещение смолы между слоями тканей Sentinel можно регулировать при использовании нескольких способов. Один способ заключается в ограничении используемого количества смолы таким образом, чтобы смолы имелось бы в недостаточном количестве для смачивания большей поверхности, чем поверхность тканей. В общем случае используемое количество смолы составляет величину, меньшую приблизительно 20% (мас.) при расчете на массу композита. Получение жесткого композита при наличии такого малого количества смолы требует очень, очень хорошего прилипания смолы к баллистически стойким нитям. Таким образом, жесткость в композите обеспечивает наличие двух слоев высокомодульных нитей, прочно скрепленных друг с другом. Второй способ заключается в использовании смолы, характеризующейся высокой вязкостью, такой, чтобы смола не обладала бы текучестью при температуре, необходимой для обеспечения адгезии. Данному требованию удовлетворяет множество смол в форме пленок. Одной из данных пленок является полиэтилен низкой плотности. Полиэтилен низкой плотности размягчается и прилипает к тканям Sentinel, сотканным с использованием нитей сверхвысокомолекулярного полиэтилена, но он, по существу, не проникает в ткань при температуре, необходимой для адгезии. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен в данном случае включает баллистически стойкие нити, относящиеся к типу, описанному более подробно ниже и продаваемому под торговыми наименованиями Spectra и Dyneema. Подобными эксплуатационными характеристиками обладают другие пленки, в том числе термопластичные нейлоновые пленки и пленки из иономера и полиуретана.

Возможность регулирования жесткости и твердости ламината при одновременном выдерживании эксплуатационных баллистических характеристик позволяет добиться нескольких преимуществ. Тогда, когда средство нападения, которое необходимо остановить, представляет собой относительно деформируемое средство нападения, такое как пуля 9 мм, твердый ламинат будет деформировать пулю в большей мере по сравнению

с мягким ламинатом, и более крупную деформированную пулю обычно легче остановить. Подобным же образом относительно недеформирующуюся пулю, такую как пуля со стальной оболочкой Токарева, легче остановить при использовании более гибкого ламината, в котором пулю останавливают более плавно. Ламинат также можно изготовить с использованием слоев с различающимися твердостью либо жесткостью. Примером данной конструкции является двухкомпонентный ламинат, используемый для формирования опорной подкладки для пластины керамической брони. Слой жесткого твердого ламината располагают непосредственно позади керамической пластины, где он обеспечивает опору для керамики во время события баллистической защиты. Более мягкие слои ламината образуют опорную подкладку для композита и поглощают энергию в результате расслаивания и, таким образом, сводят к минимуму энергию, передаваемую армированной пластине.

Слои ткани, используемые в композите настоящего изобретения, характеризуются наличием двух слоев однонаправленных нитей, расположенных друг по отношению к другу под углом, приблизительно равным 90 градусам, стабилизированных благодаря наличию второго тканого материала, и они полностью описываются в упомянутой выше патентной заявке США №10/135573 (WO 02/090866).

Баллистически стойкие нити, используемые в настоящем изобретении, характеризуются пределом прочности на разрыв, приблизительно равным 15 граммам на одно денье, и модулем упругости при растяжении, по меньшей мере, равным приблизительно 400 граммам на одно денье. Примеры баллистически стойких нитей, которые можно использовать в настоящем изобретении, представляют собой арамидные волокна, волокна из полиэтилена с вытянутыми цепями, волокна из поли(пара-фенилена-2, 6-бензобисоксазола) (PBO) и стекловолокно. Арамидные и сополимерные арамидные волокна коммерчески производят в компаниях Du Pont, Twaron Products и Teijin под торговыми наименованиями Kevlar®, Twaron® и Technora® соответственно. Волокна из полиэтилена с вытянутыми цепями коммерчески производят в компаниях Honeywell, DSM, Mitsui и Toyobo под торговыми наименованиями Spectra®, Dyneema® и Telemilon® соответственно. Полиэтиленовые волокно и пленку изготавливает компания Synthetic Industries и продает под торговым наименованием Tensylon®. PBO производят в компании Toyobo под торговым наименованием Zylon®. Жидкокристаллические полимеры изготавливают по лицензии под торговым наименованием Vectron®. Возможно использование и других баллистически стойких нитей.

Стабилизирующие волокна, которые также можно называть инкапсулирующими (герметизирующими) нитями, можно выбирать из широкого ассортимента волокон. Такие волокна включают натуральные волокна, такие как волокна хлопка, шерсти, сизаля, льна, джута и шелка. Волокна также включают искусственные волокна и элементарные нити, такие как волокна регенерированной целлюлозы, вискозы, полинозное волокно и волокна сложных эфиров целлюлозы. Кроме того, волокна включают синтетические волокна и элементарные нити, такие как волокна из акриловых производных, например, полиакрилонитрила, модифицированных акриловых производных, таких как сополимеры акрилонитрила-винилхлорида, полиамида, например, полигексаметиленадипамида (найлона 66), поликапроамида (найлона 6), полиундеканоамида (найлона 11), полиолефина, например, полиэтилена и полипропилена, сложного полиэфира, например, полиэтилентерефталата, каучука, синтетического каучука и сарана. Также можно использовать и стекловолокно. Массовый номер инкапсулирующих нитей может находиться в диапазоне от приблизительно 20 до приблизительно 1000 денье в зависимости от номеров баллистически стойких волокон. В общем случае инкапсулирующие нити характеризуются диаметром, достигающим вплоть до приблизительно 14% от диаметра пуленепробиваемых нитей, предпочтительно приблизительно 2,5%. В общем случае инкапсулирующие нити характеризуются максимальным модулем упругости при растяжении, равным 1777 граммам на один текс, и максимальной прочностью при относительном удлинении 3%, которая составляет приблизительно 0,31% от

соответствующей величины для баллистически стойких нитей.

Для ткани плотность ткани по пуленепробиваемой нити на один дюйм (25,4 мм) находится в диапазоне от приблизительно 40 до приблизительно 85%, предпочтительно соответствует 50% плюс либо минус единица при расчете на максимальную плотность

ткани, которой можно добиться, если соткать ткань с миткалевым переплетением, образованную исключительно из баллистически стойких нитей с тем же самым номером.

В предпочтительном варианте реализации данного изобретения используемым волокном являются высокомодульная полиэтиленовая нить (волокно Spectra) либо полиарамидная нить (ткань Kevlar), характеризующиеся пределом прочности на разрыв, по меньшей мере, равным приблизительно 15 граммам на одно денье, и модулем упругости при растяжении, по меньшей мере, равным приблизительно 400 граммам на одно денье, а смола представляет собой пленку полиэтилена низкой плотности, предпочтительно характеризующуюся плотностью в диапазоне от приблизительно 0,92 до приблизительно 0,94 г/м³. Адгезия полиэтилена низкой плотности к высокомодульным волокнам из полиэтилена с вытянутыми цепями является очень хорошей и не может быть объяснена простой механической адгезией. Для пленки, по-видимому, имеет место склеивание со структурой вытянутых цепей либо диффузия в нее. Ламинат, образованный из материала Spectra и пленки полиэтилена низкой плотности, демонстрирует значительное улучшение эксплуатационных характеристик в сопоставлении со структурами предшествующего уровня техники. Совокупная толщина пленки полиэтилена низкой плотности может составлять толщину в диапазоне от приблизительно 0,35 до приблизительно 1,75 мила (от приблизительно 8,9 до приблизительно 44,5 мкм), получение которой могут обеспечить одиночный слой либо многослойные прослойки.

Примеры

Пример 1

Данный пример является сравнительным примером.

На ткань Sentinel с миткалевым переплетением с номером артикула 4850 в компании Barrday, сотканную с использованием нити Spectra® 900 с характеристикой 1200 денье, наносили покрытие из термопластичного блок-сополимера Kraton 1107D. Ткань характеризовалась плотностью ткани 16×16 и поверхностной плотностью, равной 184 г/м². Данная смола представляла собой смолу, наиболее часто используемую в ламинатах брони Spectra, и она характеризовалась модулем упругости, меньшим 6000 фунт/дюйм² (41370 кПа). Покрытие из материала Kraton составляло 18% (мас.). Ламинат 16"×16" изготавливали с использованием данной ткани с нанесенным покрытием в результате консолидации 18 слоев в нагретом гидравлическом прессе. Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут при температуре 240 градусов по Фаренгейту (115,6 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию) перед тем, как сбрасывали давление. Конечный композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием пули со сплошной металлической оболочкой 9 мм. Для панели определяли величину V-50. V-50 представляет собой скорость, при которой для пули определяли вероятность либо остановки в панели, либо прохождения через панель. Величина V-50 представляет собой обычную меру баллистической стойкости панели, и она известна специалистам в соответствующей области конструирования брони. Это скорость, при которой 50% снарядов данного типа при соударении с панелью будут полностью проходить сквозь цель. Величина V-50 для панели составляла 1253 фут/сек (381,9 м/сек).

Пример 2

Данный пример иллюстрирует один вариант реализации изобретения.

18 слоев ткани, использованной в примере 1, ламинировали, используя три слоя пленки полиэтилена (ПЭ) низкой плотности толщиной 0,35 мила (8,9 мкм) между каждой парой слоев ткани. Пленка полиэтилена низкой плотности характеризовалась плотностью 0,92 г/м³ и модулем упругости в диапазоне от 25000 до 29000 фунт/дюйм² (от 172400 до 199900 кПа). Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут

при температуре 240 градусов по Фаренгейту (115,6 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию) перед тем, как сбрасывали давление. Конечный композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием пули со сплошной

5 металлической оболочкой 9 мм. Для панели определяли эксплуатационную характеристику V-50. Величину V-50 для панели определили равной 1440 фут/сек (438,9 м/сек), что значительно превышает величину V-50 из примера 1.

Пример 3

Данный пример иллюстрирует дополнительный вариант реализации изобретения.

10 18 слоев ткани, использованной в примере 1, ламинировали, используя один слой пленки ПЭ толщиной 0,35 мила (8,9 мкм) между каждой парой слоев ткани. Пленка ПЭ обладала теми же самыми свойствами, что и указанные в примере 2. Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут при температуре 240 градусов по Фаренгейту (115,6 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию) перед тем, как сбрасывали давление. Конечный композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием пули со сплошной металлической оболочкой 9 мм. Для панели определяли величину V-50. Величину V-50 для панели определили равной 1516 фут/сек (462,1 м/сек). Величина V-50 для данной панели значительно превышала величину V-50 из примера 1.

Пример 4

Данный пример иллюстрирует дополнительный вариант реализации изобретения.

34 слоя ткани Sentinel, сотканной с использованием нити Spectra 1000 с характеристикой 650 денье, ламинировали, используя один слой пленки ПЭ толщиной 0,35 мила (8,9 мкм) между каждой парой слоев ткани. Пленка ПЭ обладала теми же самыми свойствами, что и указанные в примере 2. Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут при температуре 240 градусов по Фаренгейту (115,6 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию) перед тем, как сбрасывали давление. Конечный композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием пули со сплошной металлической оболочкой 9 мм. Для панели определяли величину V-50. Величину V-50 для панели определили равной 1699 фут/сек (517,9 м/сек).

Пример 5

Данный пример иллюстрирует дополнительный вариант реализации изобретения.

34 слоя той же самой ткани Sentinel, что и в примере 4, сотканной с использованием нити Spectra 1000 с характеристикой 650 денье, ламинировали, используя три слоя пленки ПЭ толщиной 0,35 мила (8,9 мкм) между каждой парой слоев ткани. Пленка ПЭ обладала теми же самыми свойствами, что и указанные в примере 2. Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут при температуре 240 градусов по Фаренгейту (115,6 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию) перед тем, как сбрасывали давление. Конечный композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием пули со сплошной металлической оболочкой 9 мм. Для панели определяли величину V-50. Величину V-50 для панели определили равной 1440 фут/сек (438,9 м/сек).

Пример 6

45 Данный пример является сравнительным примером.

Ткань Spectra с номером артикула 4431 в компании Barrday, сотканную с использованием нити Spectra® 900 с характеристикой 1200 денье, ламинировали, используя пленку ПЭ толщиной 0,35 мила (8,9 мкм), обладающую теми же самыми свойствами, что и указанные в примере 1. Ламинат 16"×16" изготавливали с использованием данной ламинированной ткани в результате консолидации 15 слоев в нагретом гидравлическом прессе. Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут при температуре 240 градусов по Фаренгейту (115,6 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию)

перед тем, как сбрасывали давление. Конечный композит весил 0,74 фунта на один квадратный фут (3,61 килограмма на один квадратный метр). Композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием пули со сплошной металлической оболочкой 9 мм. Для панели определяли величину V-50.

5 Величина V-50 для панели составляла 1214 футов в секунду (370,0 метров в секунду). Ткань данной структуры представляет собой одну из наиболее часто используемых тканей Spectra, которые коммерчески доступны.

Пример 7

Данный пример иллюстрирует еще один дополнительный вариант реализации изобретения.

28 слоев ткани Sentinel, сотканной с использованием нити Spectra 900 с характеристикой 1200 денье, ламинировали, используя 1 слой пленки ПЭ толщиной 0,35 мила (8,9 мкм) между каждой парой слоев ткани. Нити Spectra и пленка ПЭ представляли собой то же самое, что и в сравнительном примере 6. Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут при температуре 240 градусов по Фаренгейту (115,6 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию) перед тем, как сбрасывали давление. Конечный композит весил 0,68 фунта на один квадратный фут (3,32 килограмма на один квадратный метр). Композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием пули со сплошной металлической оболочкой 9 мм. Для панели определяли величину V-50. Величину V-50 для панели определили равной 1509 фут/сек (459,9 м/сек). Величина V-50 для данной панели значительно превышала величину V-50 из сравнительного примера 6 даже, несмотря на то, что панель весила на 8% меньше, чем в сравнительном примере 6.

25 Пример 8

Данный пример является сравнительным примером.

12 слоев ткани Barrday артикула 2182 ламинировали, соединяя друг с другом, используя запатентованную компанией Barrday систему смолы Black Thermo. Ткань представляла собой ткань с миткалевым переплетением, сотканную с использованием нити Kevlar 29 с характеристикой 3000 денье. Система смолы Black Thermo характеризовалась модулем упругости, приблизительно равным 1000 фунт/дюйм² (6895 кПа). Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут при температуре 250 градусов по Фаренгейту (121,1 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию) перед тем, как сбрасывали давление. Прессованная панель характеризовалась поверхностной плотностью волокна, равной 1,20 фунт/фут² (5,85 кг/м²). Конечный композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием цельнометаллической пули 9 мм. Для панели определяли величину V-50. Величину V-50 для панели определили равной 1211 фут/сек (369,1 метр/сек).

40 Пример 9

Данный пример является сравнительным примером.

12 слоев ткани Barrday артикула 2183 ламинировали, соединяя друг с другом, используя запатентованную компанией Barrday систему смолы Black Thermo. Ткань представляла собой ткань с миткалевым переплетением, сотканную с использованием нити, относящейся к типу Twaron 1000, с характеристикой 3000 денье. Система смолы Black Thermo характеризовалась модулем упругости, приблизительно равным 1000 фунт/дюйм² (6895 кПа). Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут при температуре 250 градусов по Фаренгейту (121,1 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию) перед тем, как сбрасывали давление. Прессованная панель характеризовалась поверхностной плотностью волокна, равной 1,20 фунт/фут² (5,85 кг/м²). Конечный композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием цельнометаллической пули 9 мм. Для панели определяли величину V-50. Величину V-50

для панели определили равной 1188 фут/сек (362,1 метр/сек).

Пример 10

Данный пример иллюстрирует дополнительный вариант реализации изобретения.

12 слоев ткани Barrday артикула 2858 ламинировали, соединяя друг с другом,

используя пленку ПЭ толщиной 1,75 мила (44,5 мкм), характеризующуюся плотностью 0,92 г/м³. Ткань представляла собой ткань Sentinel, сотканную с использованием нити Kevlar 29 с характеристикой 3000 денье. Пленка ПЭ характеризовалась модулем упругости при растяжении в диапазоне от 25000 до 29000 фунт/дюйм² (от 172400 до 199900 кПа). Материал прессовали при 150 фунт/дюйм² (1034 кПа) в течение 30 минут при температуре 240 градусов по Фаренгейту (115,6 градуса по Цельсию). Панель охлаждали до 180 градусов по Фаренгейту (82,2 градуса по Цельсию) перед тем, как сбрасывали давление. Прессованная панель характеризовалась поверхностной плотностью волокна, равной 0,99 фунт/фут² (4,83 кг/м²). Конечный композит фиксировали в кронштейне и расстреливали в отсутствие материала опорной подкладки с использованием цельнометаллической пули 9 мм. Для панели определяли величину V-50. Величину V-50 для панели определили равной 1440 фут/сек (438,9 метр/сек). Величина V-50 для данной панели значительно превышала соответствующую величину для панелей из примера 8 и примера 9, несмотря на то, что поверхностная плотность для панели была значительно меньше.

В заключение можно сказать, что настоящее изобретение предлагает новый баллистически стойкий композит, обладающий превосходными баллистическими характеристиками. В объеме притязаний данного изобретения возможны модификации.

Формула изобретения

1. Баллистически стойкий композит, отличающийся тем, что включает несколько слоев ткани, имеющей однонаправленные баллистически стойкие нити, в виде, по меньшей мере, двух слоев, при этом слои баллистически стойких нитей расположены под углом $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ по отношению друг к другу, причем для стабилизации баллистически стойкие нити вплетены во вторую ткань, при этом вторая ткань получена из нитей, характеризующихся значительно меньшими пределом прочности на разрыв и модулем упругости при растяжении по сравнению с баллистически стойкими нитями, причем баллистически стойкие нити характеризуются пределом прочности на разрыв, по меньшей мере, равным 15 г на одно денье, и модулем упругости, по меньшей мере, равным 400 г на одно денье, и слоя смолы, располагающейся между каждой парой таких нескольких слоев, прилипшей к баллистически стойким нитям, но не инкапсулирующей их и не проникающей в слой ткани, причем смола в слое смолы характеризуется модулем упругости, по меньшей мере, равным 48260 кПа.

2. Композит по п.1, отличающийся тем, что баллистически стойкие нити выбирают из группы, состоящей из арамидных волокон, волокон из полиэтилена с вытянутыми цепями, волокон из поли(пара-фенилена-2,6-бензобисоксазола) (PBO) и стекловолокна.

3. Композит по п.1, отличающийся тем, что нити второй ткани характеризуются массовым номером в диапазоне от 20 до 1000 денье.

4. Композит по п.1, отличающийся тем, что нити второй ткани выбирают из группы, состоящей из натуральных волокон, синтетических волокон и стекловолокна.

5. Композит по п.4, отличающийся тем, что натуральное волокно выбирают из группы, состоящей из волокон хлопка, шерсти, сизаля, льна, джута и шелка, либо синтетическое волокно выбирают из группы, состоящей из волокна регенерированной целлюлозы, вискозы, полинозного волокна, волокна сложного эфира целлюлозы, волокна из акриловых производных, модифицированных акриловых производных, полиамидов, полиолефинов, сложного полиэфира, каучука, синтетического каучука и сарана, предпочтительно выбирают из группы, состоящей из волокна из полиакрилонитрила, сополимеров акрилонитрила-винилхлорида, полигексаметиленадипамида, поликапроамида, полиундеканоамида, полиэтиленадипамида, поликапроамида, полиундеканоамида,

полиэтилена, полипропилена и полиэтилентерефталата.

6. Композит по п.4, отличающийся тем, что нити второй ткани характеризуются высоким относительным удлинением.

5 7. Композит по п.4, отличающийся тем, что вторые нити разрываются прежде баллистически стойких нитей при ударе снаряда о композит.

8. Композит по п.4, отличающийся тем, что нити второй ткани имеют диаметр, который доходит вплоть до 14% от диаметра баллистически стойких нитей, предпочтительно 2,5% от диаметра баллистически стойких нитей.

10 9. Композит по п.1, отличающийся тем, что нити второй ткани характеризуются максимальным модулем упругости при растяжении, равным 1777 г на один текс, и/или максимальной прочностью при относительном удлинении 3%, которая составляет 0,31% от соответствующей величины для баллистически стойких нитей.

10. Композит по п.1, отличающийся тем, что плотность ткани с баллистически стойкими нитями на один дюйм находится в диапазоне от 40 до 85%, предпочтительно соответствует 15 50% плюс либо минус 1 при расчете на максимальную плотность ткани, которой можно добиться, если соткать ткань с миткалевым переплетением, образованную исключительно из баллистически стойких нитей с тем же самым номером.

11. Композит по п.1, отличающийся тем, что слой смолы получен из смолы, характеризующейся модулем упругости в диапазоне от 172400 кПа до 206800 кПа.

20 12. Композит по п.1, отличающийся тем, что смола в слое смолы составляет 20 мас.%. либо менее при расчете на массу композита.

13. Композит по п.1, отличающийся тем, что слой смолы получен из пленки смолы.

14. Композит по п.1, отличающийся тем, что баллистически стойкие нити получены из полиэтилена, а слой смолы получен из пленки полиэтилена низкой плотности от 0,92 до 25 0,94 г/м³.

15. Композит по п.14, отличающийся тем, что пленка полиэтилена низкой плотности характеризуется толщиной в диапазоне от 8,9 до 44,5 мкм.

30

35

40

45

50