



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 81298

(13) C2

(51) МПК (2006)
F41B 5/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПНЕВМАТИЧНИЙ АРБАЛЕТ В.В.БОДРОВА-В.І.КОСТЮЧЕНКА

1

2

(21) а200508491

(22) 02.09.2005

(24) 25.12.2007

(72) БОДРОВ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ, UA,
КОСТЮЧЕНКО ВІТАЛІЙ ІВАНОВИЧ, UA(73) БОДРОВ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ, UA,
КОСТЮЧЕНКО ВІТАЛІЙ ІВАНОВИЧ, UA(56) RU 2155924, F41B 5/12, F41B 11/00,
10.09.2000.(57) Пневматичний арбалет, що включає корпус із
прикладом і спусковим механізмом,

пневмоакумулятор у вигляді циліндра з поршнем, жорстко з'єднаним зі штоком, і трос, який відрізняється тим, що середина троса з'єднана зі штоком пневмоакумулятора, кінці троса обгинають барабани стрілок, закріплених симетрично з обох сторін корпуса з можливістю обертання, тятива з'єднана з кінцями стрілок, довжина яких перевищує діаметр їхніх барабанів, а довжина тятиви дорівнює відстані між осями стрілок.

Винахід відноситься до механічної стрілецької зброї, зокрема до арбалетів, і може бути використаний в спортивній стрільянні і полюванні.

З метою об'єктивності і спрощення аргументації тверджень про достоїнства або недоліки розглянутих пристроїв відзначимо мінімально необхідні теоретичні основи і на їхній базі оцінимо аргументи в цифрах.

У число найбільш важливих характеристик, що визначають якість арбалета, входить енергетична ємність пружного елемента, що накопичує потенційну енергію пружної деформації при натягу тятиви, і ефективність механізму передачі енергії пружного елемента стрілі. Під ефективністю механізму мається на увазі відношення кількості енергії, що передається стрільцем пружному елементові, до кількості енергії, що перейшла в кінетичну енергію стріли.

Потужність пострілу дорівнює швидкості вильоту стріли, помноженої на її масу.

Можна вважати могутніми арбалети з енергією пострілу, рівною або перевищуючою величину 0.1кДж, при якій, наприклад, стріла вагою 30г вилітає зі швидкістю порядку 80м/с (максимальна дальність польоту з урахуванням опору повітря - 380м). З урахуванням попереднього натягу пружного елемента, його енергетична ємність повинна в півтора рази перевищувати енергію пострілу.

Як пружні елементи в пристроях для метання снарядів, наприклад, стріл, використовуються луки, пружини, торсіони і пневмоакумулятори.

Відповідно до теорії опору матеріалів, кількість накопиченої у твердому тілі потенційної енергії пружної деформації дорівнює деформованому обсягові, помноженому на половину квадрата середнього по обсязі напруги і діленому на модуль подовжньої пружності матеріалу.

З числа твердих пружних елементів найбільшу середню по обсязі напруги вигину, рівну половині гранично припустимого, можна одержати в луках, виконаних у виді балки рівного опору, тобто пластини постійної товщини із шириною, що рівномірно зменшується від середини довжини до кінців. У випадку лука, виконаного з високоякісної сталі з напругою, що допускається, 60кг/мм² і модулем пружності, рівним 2.1х10⁴кГ/мм², для нагромадження 0.15кДж енергії необхідний обсяг мінімум 0.7х10⁻³м³ (вага 5.5кГ), що мало прийнятно за умовами експлуатації. Якщо лук з цією енергетичною ємністю виконаний з титана з тією ж напругою, що допускається, і модулем пружності 1.1х10⁴, його мінімальна вага складе 1.82кГ, - цілком припустима, але його вартість - на порядок дорожче сталевому. Мінімальна вага луку тієї ж енергетичної ємності, але з вуглепластика - порядку 0.4кГ, але його вартість на порядок перевищує вартість титанового. У пружинах з витками круглого перетину середня по обсязі напруга дорівнює приблизно 0.33 гранично припустимої. Загальна вага сталевих пружин із сумарною енергією деформації 0.15кДж складе 8.35кГ. Арбалет із пружним елементом такої ваги краще возити на колесах.

(13) C2

(11) 81298

(19) UA

Цю ж механічну енергію може віддати при адіабатичному розширенні пневмоаккумулятор із внутрішнім діаметром 50мм і початковою довжиною 100мм, у якому повітря стиснуте до тиску 11ат. Сталевий циліндр необхідного обсягу з поршнем важить менш 0.15кг. Єдина принципова незручність арбалетів із пневмоаккумулятором - бажано перевіряти і коректувати (для підвищення точності стрілянини) тиск перед початком стріляний.

У зв'язку з цим розглянемо відомі аналоги, засновані на пневматиці з повітряним зарядом, що не витрачається - із пневмоаккумулятором.

Відомий пристрій для підводного полювання за [патентом RU №1834480 МПК:F41B11/00, БИПМ. №8, 1996р.], утримує порожній корпус, який служить ресивером зі стисненим повітрям, концентричне розташований усередині ресивера ствол з надульником у передній частині, поршень з можливістю переміщення усередині ствола і спусковий механізм. При пострілі снаряд (гарпун) розганяється в стволі безпосередньо поршнем, на який давить стиснене повітря. У передній частині ствола надульник забезпечує гідродемпфірування поршня, що зм'якшує удар при його зупинці.

Як арбалет, що стріляє в повітряному середовищі, описаний пристрій не тільки малоефективний, але і практично непрацездатний через те, що швидкість поршня при переміщенні по стволі дорівнює швидкості снаряда, тобто кінцева швидкість повинна перевищувати 30м/с. При цьому, по-перше, на розгін поршня, маса якого порівнянна з масою снаряда, витрачається потенційної енергії приблизно стільки, скільки і на снаряд, значить при заряджанні стрілок повинний затратити мінімум удвічі більше енергії; по-друге, під час розгону ущільнення поршня повинне тертися об канал ствола при великій швидкості, значить інтенсивно нагріватися з руйнуванням гуми, у третій, наприкінці ствола поршень потрібно зупинити, тобто передати поршневі кінетичну енергію з мінімальним збитком розсіяти. У воді, де швидкість гарпуна істотно нижче швидкості стріли, це виходить за рахунок гідродемпфірування, а в повітрі енергія поршня перейде в енергію часткового руйнування і поршня, і гальмуючого його пристрою.

Відомий пневматичний арбалет по [пат. RU №2155924, МПК: F41B5/12, F41B11/00, БИПМ №25, 2000 р.], що включає корпус із прикладом і спусковим механізмом, пневмоаккумулятор у виді циліндра з поршнем, жорстко з'єднаним зі штоком, на другому кінці якого має блок, штовхач, що переміщається по напрямній ложі, і трос, з'єднаний одним кінцем зі штовхачом, другим - з циліндром пневмоаккумулятора, а середня частина троса обгинає блок.

При пострілі спусковий механізм відпускає штовхач, що контактує зі снарядом, наприклад, стрілою, і поршень пневмоаккумулятора, переміщуючись убік пострілу, з подвоєною швидкістю переміщає штовхач зі снарядом. У передньому кінці арбалета штовхач гальмується з ударом.

Принципові недоліки пристрою - низька ефективність передачі енергії пневмоаккумулятора снаряду і довговічність пристрою.

Низька ефективність пояснюється тим, що інерційність передавального механізму (поршня, штока з блоком, троса і штовхача) значно більше інерційності снаряда, причому кінетична енергія передавального механізму переходить не в енергію снаряда, а, як і в першому аналогу, в енергію саморуйнування. Довговічність конструкції виявляється тим меншою, чим більше енергії передає стрілі пневмоаккумулятор. Автор патенту, об'єктивно оцінюючи свій пристрій, указує, що воно може використовуватися як іграшка.

Оскільки у відомому рівні техніки (по доступним заявникам джерелам інформації) більш близьких по технічній значимості аналогів не знайдено, як прототип приймаємо останній з описаних аналогів.

В основу даного винаходу поставлена задача істотного підвищення ефективності і довговічності арбалета, а також потужності пострілу.

Поставлена задача вирішується тим, що в арбалеті, що включає корпус із прикладом і спусковим механізмом, пневмоаккумулятор у вигляді циліндра з поршнем, жорстко з'єднаним зі штоком, і трос, відповідно до винаходу, середина троса з'єднана зі штоком пневмоаккумулятора, кінці троса обгинають барабани стрілок, закріплених симетрично з обох сторін корпусу з можливістю обертання, а тятива з'єднана з кінцями стрілок, довжина яких перевищує діаметр їхніх барабанів, а довжина тятиви дорівнює відстані між осями стрілок.

Суть запропонованого винаходу пояснюється малюнками, де зображено:

Фіг.1 - вид на арбалет збоку,

Фіг.2 - вертикальний розріз по осі арбалета,

Фіг.3 розріз у площині руху тятиви:

а) - у вихідному положенні арбалета;

б) - з натягнутою тятивою.

У середній частині корпусу 1 (фіг.1) арбалета жорстко закріплений корпус 2 пневмоциліндра, у якому встановлений з можливістю осового переміщення поршень 3 (фіг.2) зі штоком 4. У тильній частині корпусу розташований з можливістю обертання навколо осі 5 ексцентрик 6, жорстко з'єднаний валом 7 з важелем 8 (фіг.1), положення якого фіксується упором 9, закріпленим на корпусі 1 з можливістю регулювання положення важеля 8. Тяга важеля 8 являє собою пружну вигнуту пластину товщиною 1-1.5мм, що дозволяє знімати важіль 8 з упора 9, відтягаючи його вільний кінець від корпусу 1 і обертати, не стосуючись руки стрільця, що тримає арбалет. Ексцентрик 6 (фіг.2) з'єднаний гнучким зв'язком 10 з тильною частиною спускового механізму 11, що розташований з можливістю зворотно-поступального переміщення в корпусі 1 над корпусом 2 пневмоциліндра. Протилежна сторона спускового механізму 11 з'єднана з корпусом 1 пружним зв'язком 12 малої пружності, наприклад, довгою пружиною з тонкого дроту або гумовим шнуром, що обгинає блоки 13. Робочим органом спускового механізму 11 служить вилка 14, яка

застопорена в робочому положенні і вільно повертається при впливі на спусковий механізм 11 спусковим гачком 15. Зовні до бічних стінок корпусу 1 жорстко закріплені кронштейни 16 (фіг.1) з підшипниками 17, у яких установлені з можливістю обертання вали 18 із закріпленими на них барабанами 19 і стрілками 20. Кінці стрілок 20 з'єднані тятивою 21 (фіг.3), а барабани 19 (фіг.1) з'єднані тросом 22 (фіг.3), середня частина якого пропущена через отвір у штоку 4 і зафіксована в ньому гвинтом 23 (фіг.2) так, щоб стрілки були строго симетричні і щодо подовжньої осі арбалета. Коректування тиску повітря виробляється через штуцер 24 (фіг.3) у днищі корпусу 2 (фіг.2) пневмоциліндра. Для зручності стрілянини арбалет обладнаний опорною рукояттю 25 (фіг.1), знімним прикладом 26, оптичним прицілом 27 і магазином 28 стрілі 29, установленим так, що задні кінці стрілі 29 розташовані над вилкою 14 (фіг.2). Стріли 29 (фіг.1) утримуються від опускання вниз під дією власної ваги і слабкої пружини усередині магазину 28 під пружинним притиском 30 з важільцем 31.

У вихідному положенні (фіг.3а) кінці стрілок 20 повернені в напрямку пострілу, поршень 3 (фіг.2) зі штоком 4 висунутий з корпусу 2 пневмоциліндра в крайнє переднє положення, обмежене довжиною гілок троса 22 (фіг.3), при цьому тиск повітря в пневмоциліндрі номінальний, гнучкий зв'язок 10 (фіг.2) обгорнений навколо ексцентрика 6 і утримує спусковий механізм 11 у крайнім заднім положенні, вилка 14 застопорена, пружний зв'язок 12 розтягнутий і через спусковий механізм 11, гнучкий зв'язок 10 і вал 7 злегка притискає важіль 8 (фіг.1) до упора 9. Стріли 29 утримуються в магазині 28 притиском 30.

Пристрій працює в такий спосіб.

Важіль 8 знімають з упора 9, для чого віджимають від корпусу 1, і повертають на один оборот проти годинної стрілки. При цьому гнучкий зв'язок 10 (фіг.2) змотується з ексцентрика 6, пружний зв'язок переміщує спусковий механізм 11 у крайнє переднє положення. На і вилка 14 захоплює середню частину тятиви 21 (фіг.3). Потім важіль 8 (фіг.1) повертають по годинній стрілці на один оборот до уткання в упор 9, при цьому ексцентрик 6 (фіг.2), повертаючись, намотує на себе гнучкий зв'язок 10, що переміщує в крайнє заднє положення спусковий механізм 11 з вилкою 14, яка утримує середню частину тятиви 21 (фіг.3). Натягаючись, тятива 21 симетрично повертає стрілки 20 разом з барабанами 19 (фіг.1), на які симетрично намотуються гілки троса 22 (фіг.3). Середня частина троса 22 всовує шток 4 з поршнем 3 (фіг.1) у корпус 2 пневмоциліндра до крайнього заднього положення, при цьому тиск повітря в пневмоциліндрі підвищується до граничного.

В міру повороту важеля 8 і підвищення тиску в пневмоциліндрі збільшується сила натягу гнучкого зв'язку 10 (фіг.2). Одночасно з цим радіус ексцентрика 6 у точці торкання гнучкого зв'язку 10 зменшується, момент сили на важелі 8 (фіг.1), а отже і сила впливу руки стрілка на важіль 8 збільшується менше збільшення сили натягу

гнучкого зв'язку 10 (фіг.2) і не перевищує припустимої для стрільця величини, наприклад, 7 кг при максимальному натягу тятиви.

При повороті важеля 8 (фіг.1) на один оборот його тяга, пружно огинає округлену нижню крайку упора 9 і фіксується на його верхній крайці, що виключає поворот важеля назад під дією натягу тятиви.

При фіксації важеля 8 на упорі 9 арбалет виявляється в зведеному стані (фіг.3б). Стрілець знімає ліву руку з ручки важеля 8 (фіг.1) і короткочасно натискає пальцем на важілець 31 притиску, відводячи його від стрілі 29. Стріли переміщуються вниз до упора наконечника нижньої стріли 29 у подовжню улоговинку на верхній поверхні передньої частини корпусу 1 арбалета, а хвостовик стріли 29-у вісь обертання вилки 14 між її зачепами, і нижня стріла 29 виявляється зафіксованою строго уздовж подовжньої осі арбалета так, що її вісь знаходиться в площині переміщення тятиви 21 (фіг.3).

Для виробництва пострілу натискають на спусковий гачок 15 (фіг.2), що впливає на спусковий механізм 11 так, що вилка 14 звільняється і перестає утримувати тятиву 21 (фіг.3). Середня частина тятиви 21 впливає на хвостовик стріли 29 (фіг.1) і, розганяючи її до номінальної швидкості пострілу, переміщується у вихідне положення (фіг.3а).

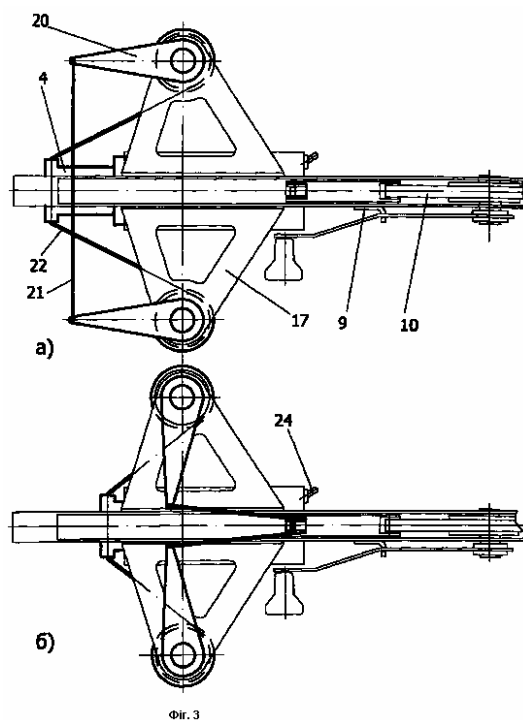
Якщо радіус кінців стрілок 20 у n разів більше радіуса барабанів 19 (фіг.1), то швидкість руху поршня приблизно в n разів менше швидкості стріли, ущільнення поршня в процесі руху не перегрівається, витрати енергії на збільшення кінетичної енергії поршня зі штоком у n^2 разів менше впливають на розгін стріли. Разом з тим при збільшенні n при рівній енергії пострілу збільшується діаметр поршня і радіальна сила в підшипниках 17. Оптимальної представляється величина n у межах 4-5.

У луках і арбалетах з тятивою, що згинається в середній частині при натягу, у процесі пострілу, коли кут між її половинами (кут розкриття) прагне до 180° , швидкість середини тятиви дорівнює поперечній швидкості кінців тятиви, помноженої на тангенс половини кута розкриття, тобто прагне до нескінченності, але не наближається до неї, оскільки відношення сили дії середини тятиви на стрілу до сил, що розсовує кінці тятиви в поперечному напрямку, прагне до нуля, а, відповідно до законів механіки, у зв'язку з інерційністю стріли її прискорення при цьому прагне до нуля, сповільнюється швидкість розкриття кута тятиви. Сили, що розсовують кінці тятиви в поперечному напрямку - це сила попереднього натягу тятиви і приведена до кінців тятиви сила інерції елементів пристрою, ідо рухаються. Таким чином, у пристроях з тятивою, що згинається в середній частині при натягу, до яких відноситься і запропонована конструкція, енергія пружного елемента, затрачувана на додання кінетичної енергії елементам що рухаються й обертаються (поршневі зі штоком, барабанам, стрілкам), при гальмуванні цих

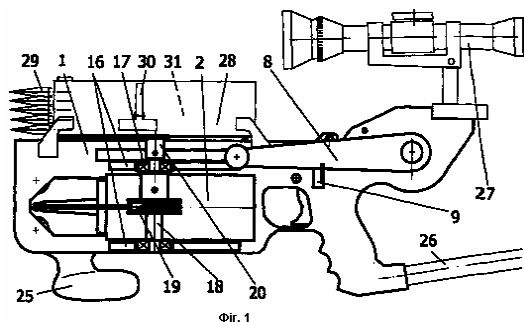
елементів переходить у кінетичну енергію стріли тим повніше, чим менше кут між тятивою і кінцем лука або стрілки в запропонованій конструкції відрізняється від, 90° . У відомих конструкціях луків, у тому числі і спортивних, цей кут наприкінці пострілу не перевищує 40° . У запропонованій конструкції при довжині тятиви, рівної відстані між осями обертання стрілець, кут між тятивою і подовжною віссю стрілок дорівнює 90° , тобто механізм передачі енергії пружного елемента стрілі в запропонованій конструкції істотно більш ефективний не тільки в порівнянні з аналогом і прототипом, але й у порівнянні з кращими зразками відомих луків і арбалетів із пружними елементами у виді луків.

Оскільки в запропонованій конструкції збільшення швидкості вильоту стріли, а отже і швидкості руху елементів арбалета, мало впливає на довговічність цих елементів, потужність проєктованих арбалетів даного типу обмежується переважно розумністю їхнього застосування.

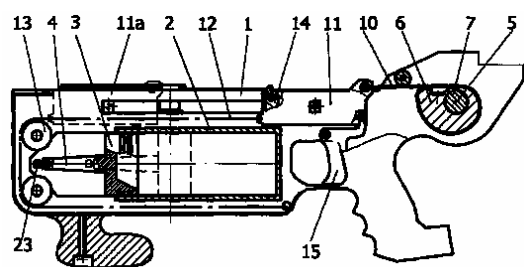
Таким чином, запропонована конструкція арбалета з пружним елементом великої енергоємності при відносно малій вазі, з високоефективним механізмом передачі енергії пружного елемента стрілі, який не має деталей, що піддаються ударним навантаженням або інтенсивному тертю, а значить довговічний.



Фиг. 3



Фиг. 1



Фиг. 2