



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 27.08.2014 - действует  
Пошлина: учтена за 12 год с 12.02.2014 по 11.02.2015

(21), (22) Заявка: **2003104093/11, 11.02.2003**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**11.02.2003**

(43) Дата публикации заявки: **10.08.2004**

(72) Автор(ы):  
**Зверков И.Д. (RU)**

(45) Опубликовано: **20.12.2004**

(73) Патентообладатель(и):  
**Институт теоретической и  
прикладной механики СО РАН  
(RU)**

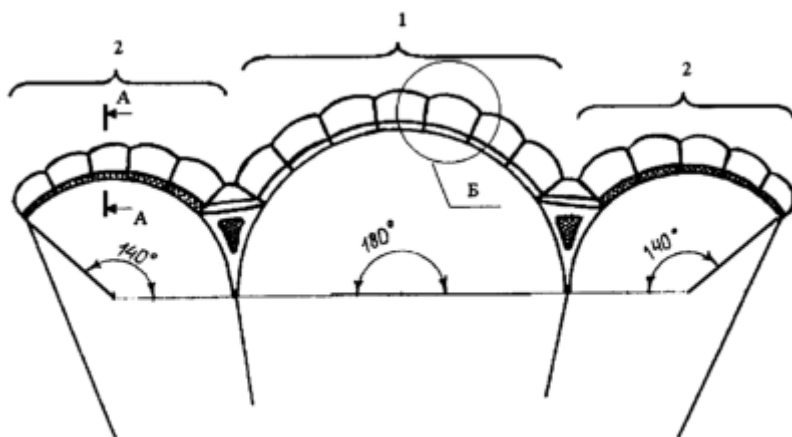
(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **RU 1733331 A1, 15.05.1992. RU 1821429 A1,  
15.06.1993. US 3724789 A, 03.04.1973. FR 2268687 A,  
21.11.1975. DE 3707463 A, 10.08.1987.**

Адрес для переписки:  
**630090, г.Новосибирск, ул. Институтская, 4/1,  
ИТПМ СО РАН, патентный отдел**

(54) **ГИБКОЕ КРЫЛО**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области авиации и может найти применение как в качестве крыла сверхлегкого летательного аппарата типа пароплан, так и в качестве воздушного змея-буксировщика, для буксировки саней, плавсредств, безмоторных тележек, а также лыжников по различным видам поверхности. Крыло выполнено многоарочным с числом арок больше двух, например трехарочным с центральной силовой и боковыми вспомогательными арками. В местах соединения арок предусмотрены жесткие элементы для крепления силовых строп. Причем сквозь все нервюры центральной арки, в передней ее части, проходит стропа уменьшения подъемной силы крыла, свободные концы которой присоединены к стропам путевого управления крылом, которые, в свою очередь, закреплены к крайним задним силовым стропам боковых вспомогательных арок. Технический результат - упрощение конструкции, повышение прочности и эксплуатационных характеристик. 2 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к области авиации и может найти применение как в качестве крыла сверхлегкого летательного аппарата типа парашюта, так и в качестве воздушного змея-буксировщика, для буксировки саней, плавсредств, безмоторных тележек, а также лыжников по различным видам поверхности.

Наиболее близким прототипом к данному техническому решению является гибкое крыло парашютного типа [1].

Гибкое крыло парашютного типа представляет собой два полотнища: верхнее и нижнее из воздухонепроницаемой ткани, которые соединяются между собой нервюрами. Нервюры придают полотнищам аэродинамический профиль, а также передают аэродинамическую нагрузку на стропы. В передней кромке такого крыла в районе точки торможения потока выполнены воздухозаборники. Таким образом, изнутри крыло распирается некоторым избыточным давлением, приобретая обтекаемую форму. Аэродинамическая нагрузка при этом передается на нервюры со стропами через верхнее и нижнее полотнища.

Недостатком такой конструкции парашютного типа являются: большое количество строп, которые создают излишнее сопротивление, большая концентрация напряжений и соответственно деформация в зоне соединения стропы с нервюрой, это фактически делает невозможным сохранение геометрических параметров профиля при сильном изменении нагрузок на крыло, достаточно сложно обеспечить стабильность характеристик в период эксплуатации, при раздувании крыла задняя кромка тоже раздувается, теряет заостренную форму в промежутках между нервюрами, что увеличивает аэродинамическое сопротивление и способствует отрыву потока.

Задачей изобретения является упрощение конструкции при гарантированном сохранении конфигурации крыла при эксплуатации (стабильная форма крыла), а также повышение прочности и эксплуатационных характеристик.

Поставленная задача достигается за счет того, что гибкое крыло арочного типа образовано верхним и нижним полотнищами, соединенными между собой нервюрами. Передняя кромка крыла выполнена в виде воздухозаборников, задняя - замкнутой зубчатой формы. Крыло выполнено многоарочным с числом арок больше двух, например трехарочным с центральной силовой и боковыми вспомогательными арками, в местах соединения которых предусмотрены жесткие элементы для крепления силовых строп, причем сквозь все нервюры центральной арки, в передней ее части, проходит стропа уменьшения подъемной силы крыла, свободные концы которой присоединены к стропам путевого управления крылом, которые, в свою очередь, закреплены к крайним задним силовым стропам боковых вспомогательных арок.

Соотношение ширины верхних и нижних участков полотнища между нервюрами на всей поверхности гибкого крыла должно соответствовать условию

$$W = \frac{R + h}{R} \cdot K \cdot F,$$

где W - ширина верхних участков полотнища, м;

K - ширина нижних участков полотнища, м;

R - радиус арки по нижнему полотнищу, м;

h - текущая высота нервюры, м;

F - коэффициент, обеспечивающий волнистость верхней поверхности арки с максимальной стрелой прогиба f 12-15% от максимальной толщины профиля.

Угол раствора центральной арки составляет не более 180°, боковых - не более 140°.

В боковых вспомогательных арках воздухозаборники снабжены клапанами и сетками.

Указанные признаки не выявлены в других технических решениях при изучении уровня данной области техники и, следовательно, решение является новым и имеет изобретательский уровень.

На фиг.1 показан вид гибкого крыла спереди, на фиг.2 показано сечение А-А вдоль плоскости нервюры крыла, на фиг.3 показан вид Б (увеличено), на фиг.4 показан общий вид гибкого крыла.

Гибкое крыло выполнено многоарочным с числом арок больше двух, например трехарочным (фиг.1, 4): центральная силовая 1, которая создает основную подъемную силу и боковые вспомогательные 2, которые создают как подъемную силу, так и служат для аэродинамического управления крылом.

Угол раствора силовой арки составляет не более 180°, угол раствора вспомогательных арок не более 140°.

Конструкция арок (фиг.4) представляет собой два воздухо непроницаемых полотнища: верхнее 3 и нижнее 4, соединенные между собой нервюрами 5, которые образуют секции, а все вместе - оболочку. В передней части арок в районе точки торможения потока выполнены воздухозаборники 6.

В хвостовой части нервюр имеются отверстия 7 для свободного перетекания воздуха из одной секции в другую. В основании арок находятся жесткие элементы 8, на которых закреплены силовые стропы 9, другие концы силовых строп связаны с буксируемым объектом.

Сквозь все нервюры центральной (силовой) арки, в передней ее части, проходит стропы 10, уменьшающая подъемную силу крыла, свободные концы которой присоединены к стропам путевого управления 11.

Стропы путевого управления крылом 11 крепятся к крайним задним силовым стропам 9 боковых вспомогательных арок.

На воздухозаборниках боковых вспомогательных арок установлены сетки 12 и клапана 13 (фиг.2 сечение А-А) для препятствия выхода воздуха из крыла наружу.

Соотношение ширины участков поверхности между нервюрами на верхнем и нижнем полотнищах на всей поверхности крыла должны соответствовать следующему соотношению (фиг.3 вид Б):

$$W = \frac{R + h}{R} \cdot K \cdot F$$

где W - ширина верхних участков полотнища, м;

K - ширина нижних участков полотнища, м;

R - радиус арки по нижнему полотнищу, м;

$h$  - текущая высота нервюры, м;

$F$  - коэффициент, обеспечивающий волнистость верхней поверхности арки с максимальной стрелой прогиба  $f$  12-15% от максимальной толщины профиля.

Как показали исследования [2], такая волнистость верхней поверхности крыла приводит к значительному увеличению критических углов атаки крыла, а это, в свою очередь, позволяет эффективно использовать подъемную силу гибкого крыла в различных режимах полета.

Задняя кромка крыла выполнена зубчатой. Высота зуба составляет 2,5-3% от хорды в зависимости от формы профиля нервюры, что обеспечивает плавное обтекание потоком крыла, без срыва потока, тем самым уменьшая лобовое сопротивление крыла.

Крыло работает следующим образом.

Арки 1 и 2 в сечении вдоль хорды имеют профиль крыла (фиг.2 сечение А-А). В районе точки торможения потока находятся воздухозаборники 6, через которые воздух попадает внутрь оболочки и распирает ее изнутри. В результате распределения давлений обусловленного обтеканием воздуха, оболочка принимает показанный на фиг.1 и 4 вид. Аэродинамическая нагрузка передается распределенно с верхнего полотнища 3 арок 1, 2 через нервюры 5 на нижнее полотнище 4. Нижнее полотнище распределенно передает нагрузку на жесткие элементы 8. На жестких элементах нагрузка сосредотачивается и передается на силовые стропы 9, которые связаны с буксируемым объектом.

Таким образом, данная конструкция позволяет значительно сократить количество строп, а также позволяет избавиться от концентраторов напряжений в оболочке, что благоприятно сказывается на сохранение заданной формы профиля близкой к расчетной в широком диапазоне нагрузок на крыло.

В форме поверхности арок очень важно соотношение ширины верхнего и нижнего полотнища в каждой отдельной секции и во всей оболочке (фиг.3 вид Б). Заданное соотношение обеспечивает волнистость верхнего полотнища с максимальной стрелой прогиба  $f$  12-15% от максимальной толщины профиля. Как показали исследования, это не увеличивает лобовое сопротивление, но позволяет увеличить диапазон углов атаки крыла, при которых не происходит срыв потока с передней кромки.

Зубчатая задняя кромка крыла обеспечивает обтекаемость крыла, что приводит к уменьшению лобового сопротивления крыла.

Управление гибким крылом осуществляется путем вытягивания (укорачивания) задних крайних силовых строп 9 на боковых вспомогательных арках 2 за счет воздействия на стропу путевого управления 11. В результате этого происходит перераспределение давления по поверхности крыла и осуществляется его разворот в сторону укороченной стропы. Стropы управления 11 идут параллельно силовым стропам 9 к буксируемому объекту.

Уменьшение подъемной силы гибкого крыла происходит за счет воздействия на стропу уменьшения подъемной силы 10, свободные концы которой также присоединяются к стропам управления 11. При ее вытягивании происходит воздействие на нервюры, это приводит к искажению верхней поверхности центральной арки, что, в свою очередь, приводит к уменьшению подъемной силы. Длина свободных концов стропы уменьшения тяги 10 выбирается таким образом, чтобы не воздействовать на нервюры в пределах перемещения управляющих строп 11, необходимых для путевого управления крылом.

В боковых вспомогательных арках воздухозаборники выполнены с клапанами (фиг.2 сечение А-А), которые работают следующим образом. При избыточном давлении снаружи оболочки, воздух отгибает клапан 13 и свободно проходит внутрь сквозь сетку 12, если давление внутри оболочки больше, чем снаружи, тогда воздух прижимает клапан 13 к сетке 12 и закрывает воздухозаборник. В этом случае секция может сообщаться с атмосферой только через отверстия 7 в хвостовой части нервюры и воздухозаборник секции, не имеющей клапана. Такая конструкция позволяет увеличить стабильность оболочки при боковом скольжении крыла.

Источники информации:

1. Патент РФ №1733331, МКИ В 64 С 17/02, публ. 03.10.89.

2. Zverkov I.D. INFLUENCE OF THE STREAMWISE SURFACE BALGES UPON FLOW SEPARATION FROM

### Формула изобретения

1. Гибкое крыло арочного типа, образованное верхним и нижним полотнищами, соединенными между собой нервюрами, передняя кромка крыла выполнена в виде воздухозаборников, задняя - замкнутой зубчатой формы, крыло также содержит стропы, связанные с буксируемым объектом, отличающееся тем, что крыло выполнено многоарочным с числом арок больше двух, например трехарочным с центральной силовой и боковыми вспомогательными арками, в местах соединения которых предусмотрены жесткие элементы для крепления силовых строп, причем сквозь все нервюры центральной арки в передней ее части проходит стропа уменьшения подъемной силы крыла, свободные концы которой присоединены к стропам путевого управления крылом, которые, в свою очередь, закреплены к крайним задним силовым стропам боковых вспомогательных арок, при этом соотношение ширины верхних и нижних участков полотнища между нервюрами на всей поверхности гибкого крыла должно соответствовать условию

$$W = \frac{R + h}{R} \cdot K \cdot F,$$

где  $W$  - ширина верхних участков полотнища, м;

$K$  - ширина нижних участков полотнища, м;

$R$  - радиус арки по нижнему полотнищу, м;

$h$  - текущая высота нервюры, м;

$F$  - коэффициент, обеспечивающий волнистость верхней поверхности арки с максимальной стрелой прогиба  $f$  12-15% от максимальной толщины профиля.

2. Гибкое крыло по п.1, отличающееся тем, что угол раствора центральной арки составляет не более - 180°, боковых не более - 140°.

3. Гибкое крыло по п.1, отличающееся тем, что в боковых вспомогательных арках воздухозаборники снабжены клапанами и сетками.

### РИСУНКИ

