



МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ  
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

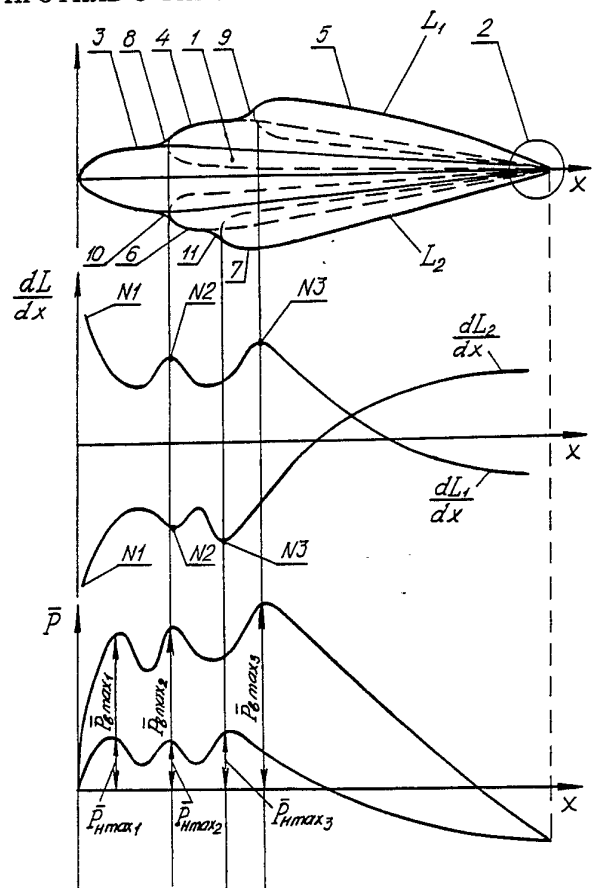
<p>(51) Международная классификация изобретения <b>Б</b>: B64C 3/14</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Номер международной публикации: <b>WO 93/12001</b> (43) Дата международной публикации: 24 июня 1993 (24.06.93)</p>
<p>(21) Номер международной заявки: РСТ/RU92/00241 (22) Дата международной подачи: 14 декабря 1992 (14.12.92) (30) Данные о приоритете: 5016230 13 декабря 1991 (13.12.91) SU (71)(72) Заявитель и изобретатель: КИЗИЛОВ Виктор Николаевич [RU/RU]; Ахтубинск 416510, Астраханская обл., ул. Грибоедова, д. 17, кв. 19 (RU) [KIZILOV, Viktor Nikolaevich, Moscow (RU)].</p>		<p>(81) Указанные государства: JP, US, европейский патент (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Опубликована С отчетом о международном поиске.</p>

(54) Title: AERODYNAMIC PROFILE WITH FIXED EXTERNAL CONTOUR

(54) Название изобретения: АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ С ФИКСИРОВАННЫМ ВНЕШНИМ КОНТУРОМ

(57) Abstract

An aerodynamic profile (2) with a fixed external contour whose upper and lower generatrices have more than one extremum, said generatrices being formed by step-by-step superposition of classical profiles (1, 4, 5), (1, 6, 7) offset by chord, height and incidence angle. The intersection contours of the superposed profiles are interconnected by conjugating lines and the extrema on the upper and lower generatrices are located at the section between 0 and 50 % of the chord.



Аэродинамический профиль (2) с фиксированным внешним контуром, у которого верхние и нижние образующие имеют более одного экстремума, и эти образующие получены ступенчатым наложением классических профилей (1, 4, 5), (1, 6, 7) со смещением их по хорде, высоте и углу заклинения, контуры пересечения наложенных профилей соединены сопрягающими линиями, а экстремумы по верхней и нижней образующих расположены на участке от 0 до 50% хорды.

#### ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	FR	Франция	MW	Малави
AU	Австралия	GA	Габон	NL	Нидерланды
BB	Барбадос	GB	Великобритания	NO	Норвегия
BE	Бельгия	GN	Гвинея	NZ	Новая Зеландия
BF	Буркина Фасо	GR	Греция	PL	Польша
BG	Болгария	HU	Венгрия	PT	Португалия
VJ	Бенин	IE	Ирландия	RO	Румыния
BR	Бразилия	IT	Италия	RU	Российская Федерация
CA	Канада	JP	Япония	SD	Судан
CF	Центральноафриканская Республика	KP	Корейская Народно-Демократическая Республика	SE	Швеция
CG	Конго	KR	Корейская Республика	SK	Словацкая Республика
CH	Швейцария	KZ	Казахстан	SN	Сенегал
CI	Кот д'Ивуар	LI	Лихтенштейн	SU	Советский Союз
CM	Камерун	LK	Шри Ланка	TD	Чад
CS	Чехословакия	LU	Люксембург	TG	Того
CZ	Чешская Республика	MC	Монако	UA	Украина
DE	Германия	MG	Мадагаскар	US	Соединённые Штаты Америки
DK	Дания	ML	Мали	VN	Вьетнам
ES	Испания	MN	Монголия		
FI	Финляндия	MR	Мавритания		

## АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ С ФИКСИРОВАННЫМ ВНЕШНИМ КОНТУРОМ

### Область техники

5

Изобретение относится к области авиации, а именно, к комбинированным аэродинамическим профилям, которые могут быть использованы при проектировании крыльев самолета, лопастей вертолетов, лопастей турбовинтовых двигателей.

10

### Предшествующий уровень техники

Известны профили аэродинамические с фиксированным внешним контуром, верхняя  $L_1$  и нижняя  $L_2$  поверхности которых вы-  
15 полнены в виде плавных кривых таким образом, что производные  $dL_1/dX$  и  $dL_2/dX$  на участке от 0% до 50% хорды профиля имеет по одному экстремуму (Кравец А. С. "Характеристики авиационных профилей", 1939, Оборонгиз, (Москва).

Положение по оси X указанных экстремумов отражает поло-  
20 жение зон с максимальной кривизной верхней и нижней поверхностей профиля и связанных с ними зон расположения пиковых значений эпюр давления по верхней и нижней поверхностям профиля (Белавин Н. И. "Экранопланы", 1968, Судостроение, (Москва), с. 30):

25 Известен аэродинамический профиль с фиксированным внешним контуром, имеющий верхнюю  $L_1$  и нижнюю  $L_2$  образующие с более чем одним экстремумом  $dL/dX$ , где X - хорда профиля (Германия, 569187, 1933).

30 Указанные профили обладают рядом недостатков, а именно, они обладают пониженным аэродинамическим качеством с точки зрения оптимальных энергетических затрат при создании подъемной силы.

### Раскрытие изобретения

35

В основу изобретения положена задача создать аэродина-

- 2 -

мический профиль с повышенным аэродинамическим качеством при неизменной относительной толщине профиля и сохранении его несущих способностей.

- 5       Поставленная задача решается тем, что в аэродинамическом профиле с фиксированным внешним контуром, имеющим верхнюю  $L_1$  и нижнюю  $L_2$  образующие с более, чем одним экстремумом  $dL/dX$ , где  $X$  - хорда профиля, образующие профиля получены наложением  $m/2$  и  $n/2$  классических профилей, соответствен-
- 10 но по верхнему и нижнему контурам профиля со смещением их по хорде, высоте и углу заклинения с образованием ступенчатых элементов профиля, контуры которых в местах пересечения соединены сопрягающими линиями до получения непрерывности  $dL_1/dX$  и  $dL_2/dX$ , при этом экстремумы  $dL_1/dX$  и  $dL_2/dX$  расположе-
- 15 ны на участке от 0 до 50% хорды. При этом необходимо отметить, что точки пересечения двух смежных, накладываемых друг на друга известных профилей по нижней и верхней поверхностям профиля, располагаются в зоне перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентной на впереди лежащем участке профиля,
- 20 одновременно в местах пересечения двух смежных профилей, образующие  $L_1$  и  $L_2$  проходят не по контурам накладываемых профилей, а по плавной кривой, исключающей образование точки торможения потока в указанных зонах. (Ось  $X$  соединяет крайние носовую и концевую точки профиля).

25

#### Краткое описание чертежей

Ниже предлагаемое изобретение поясняется подробным описанием профиля со ссылками на прилагаемые чертежи, на ко-

30 торых:

фиг. 1 показывает аэродинамический двояко-выпуклый профиль с повышенным качеством;

фиг. 2 - производные образующих  $L_1$  и  $L_2$  по  $dX$  предложенного профиля;

35       фиг. 3 - эпюры давлений нижней и верхней поверхностей предложенного профиля;

фиг. 4 - классический профиль;

фиг. 5 - производные образующих  $L_1$  и  $L_2$  по  $dX$  классического профиля;

- 3 -

фиг. 6 - эпюры давлений нижней и верхней поверхностей классического профиля;

фиг. 7 - внешний вид исследуемого предложенного профиля, прошедшего экспериментальные продувки;

фиг. 8 - сравнительные графики зависимости  $K=f(M, C_y)$  предложенного и классического винтового профиля;

фиг. 9 - поляры предложенного профиля;

фиг. 10 - сравнительные поляры предложенного и классического винтового профиля;

фиг. 11 - эпюры давлений по профилям.

Непрерывной линией показаны характеристики предложенного аэродинамического профиля, а пунктирной - классического.

15

Лучший вариант осуществления изобретения

Аэродинамический профиль по данному изобретению 2 содержит базовый профиль 1, на который наложены со смещением по хорде, высоте и углу заклинивания  $m \gg 2$  и  $n \gg 2$  классических профилей соответственно 4,5 по верхнему и 6,7 по нижнему контурам с одинаковой или различной относительной толщиной с получением ступенчатых элементов (участков). Контур элементов сопряжены плавными линиями 8,9,10,11. Носок предложенного профиля обозначен 3.

25 В результате получен профиль с непрерывными образующими, имеющими несколько экстремумов  $dL/dX$  на участке от 0 до 50% (пример дан для  $m=3$ ,  $n=3$ ).

Выбор параметров профилей, накладываемых на базовый профиль и условия их взаимного расположения, определяются 30 условиями безотрывного обтекания, что обеспечивается непрерывным сужением канала и максимально возможным значением  $C_y$  для данного (заданного)  $C_{max}$ .

Сопрягающие линии проводятся из тех же соображений.

В данном аэродинамическом профиле разгон потока вдоль 35 хорды происходит поэтапно, т.к. участок разгона потока растянут вдоль хорды путем указанного выше сформированного внешнего контура профиля, что позволяет при сохранении подтёмной силы (т.е. при сохранении равной площади эпюры давлений по нижней и верхней поверхностям) "растянуть" эпюру давления по

хорде с одновременным уменьшением абсолютных величин пиковых значений эпюр давления, что снижает энергетические затраты на перемещение профиля в потоке (накладываемые профили в зависимости от решаемых задач могут быть как одинаковыми, так и разных типов).

Одновременно точка перехода ламинарного пограничного в турбулентный, смещается назад по хорде профиля за зону последнего экстремума  $dL_1/dX$ ,  $dL_2/dX$ , что позволяет организовать ламинарный пограничный на значительной длине профиля и соответственно снизить сопротивление трения.

Повышение аэродинамического качества происходит в результате повышения несущих свойств профиля и за счет уменьшения его сопротивления, т.е.  $K=C_y/C_x$ , где  $K$  - качество профиля,  $C_y$  - коэффициент подъемной силы,  $C_x$  - коэффициент сопротивления.

Повышение несущих свойств профиля происходит за счет "растяжки" и "наполнения" по хорде эпюры давлений из-за смещения к середине профиля точки, соответствующей координате  $S_{max}$  (максимальной относительной толщине профиля).

Уменьшение сопротивления воздуха обуславливается:

- уменьшением энергетических затрат на разгон потока воздуха вдоль контура профиля из-за уменьшения интенсивности его разгона в зоне с максимальной кривизной профиля. Реализация этого фактора осуществляется путем геометрического уменьшения максимального радиуса профиля в лобовой его части, т.е. использование в базовом профиле, на который накладываются другие профили - профилей с  $\bar{C} \approx 2 \div 4\%$ , вместо  $\bar{C} \approx 10 \div 12\%$  как в классическом.

30 Результаты экспериментального исследования аэродинамических характеристик предложенного профиля (см. таблицу координат) в аэродинамической трубе и сравнение аэродинамических характеристик предложенного профиля ( $\bar{C} = 12\%$ ,  $f_{max} = 4,25\%$ ) с близким по вогнутости винтовым профилем ( $\bar{C} = 12\%$ ,  $f_{max} = 5\%$ ) в диапазоне чисел  $M = 0,4 - 0,84$ ) выявило следующее.

1. Несущие свойства предложенного профиля с весьма малым радиусом носка ( $0,3\%$ ) заметно ниже по сравнению с винтовым профилем (меньше производная  $C_y$  при 0, ниже величина

Сумах (фиг. 8, 9).

Сумах  $\approx$  -(0,24 ÷ 0,20) при числах  $M = 0,4 \div 0,5$ ).

2. В диапазоне чисел  $M = 0,4 \div 0,6$  и малых значений  $Cy$  5 ( $Cy \leq 0,4$ ) аэродинамическое качество предложенного профиля заметно выше по сравнению с винтовым профилем большей вогнутости ( $\Delta K_{d10}$ ). При больших значениях  $Cy$  ( $Cy > 0,5$ ) этот выигрыш в качестве ликвидируется. В исследованном диапазоне чисел величина  $K_{max}$  у предложенного профиля заметно ниже по 10 сравнению с винтовым профилем (фиг. 10).

3. Моментные характеристики,  $m_z(Cy)$ , сравниваемых профилей имеют достаточно протяженный по значениям  $Cy$  практически линейный участок в диапазоне чисел  $M = 0,4 \div 0,7$ . При развитом закритическом обтекании ( $M > 0,7$ ) зависимости  $m_z(Cy)$  15 у предложенного профиля имеют локальную "ложку" при малых значениях  $Cy$  ( $Cy \leq 0,3$ )

20

Таблица

Координаты профиля с относительной толщиной  $s = 12\%$

25

X%	0	1,25	2,5	3	4	5	6	7	8	8,6
+Y %	0	1,025	1,42	1,59	1,91	2,21	2,58	2,96	3,37	3,68
-Y %	0	0,601	0,82	0,85	0,98	1,09	1,17	1,30	1,43	1,56

30

35

X%	9	10	11	12	14	16	18	19	20	21,6
+Y %	3,8	4,27	4,60	4,89	5,39	5,82	6,22	6,48	6,72	7,21
-Y %	1,65	1,83	2,00	2,11	2,20	2,28	2,30	2,31	2,31	2,3

## Продолжение таблицы

5	X%	22	23	24	26	28	30	32	34	36
	+Y %	7,34	7,63	7,95	8,48	8,81	9,29	9,53	9,8	10,0
	-Y %	2,29	2,3	2,28	2,22	2,20	2,16	2,12	2,07	1,99
10										

	X%	38	40	42	44	46	48	50	60
15	+Y %	10,11	10,22	10,22	10,19	10,11	10,00	9,83	8,83
	-Y %	1,91	1,80	1,72	1,62	1,55	1,46	1,40	1,00

20	X%	70	80	90	95	100
	+Y %	7,2	5,3	2,81	1,59	0,13
25	-Y %	0,65	0,39	0,22	0,16	0,13

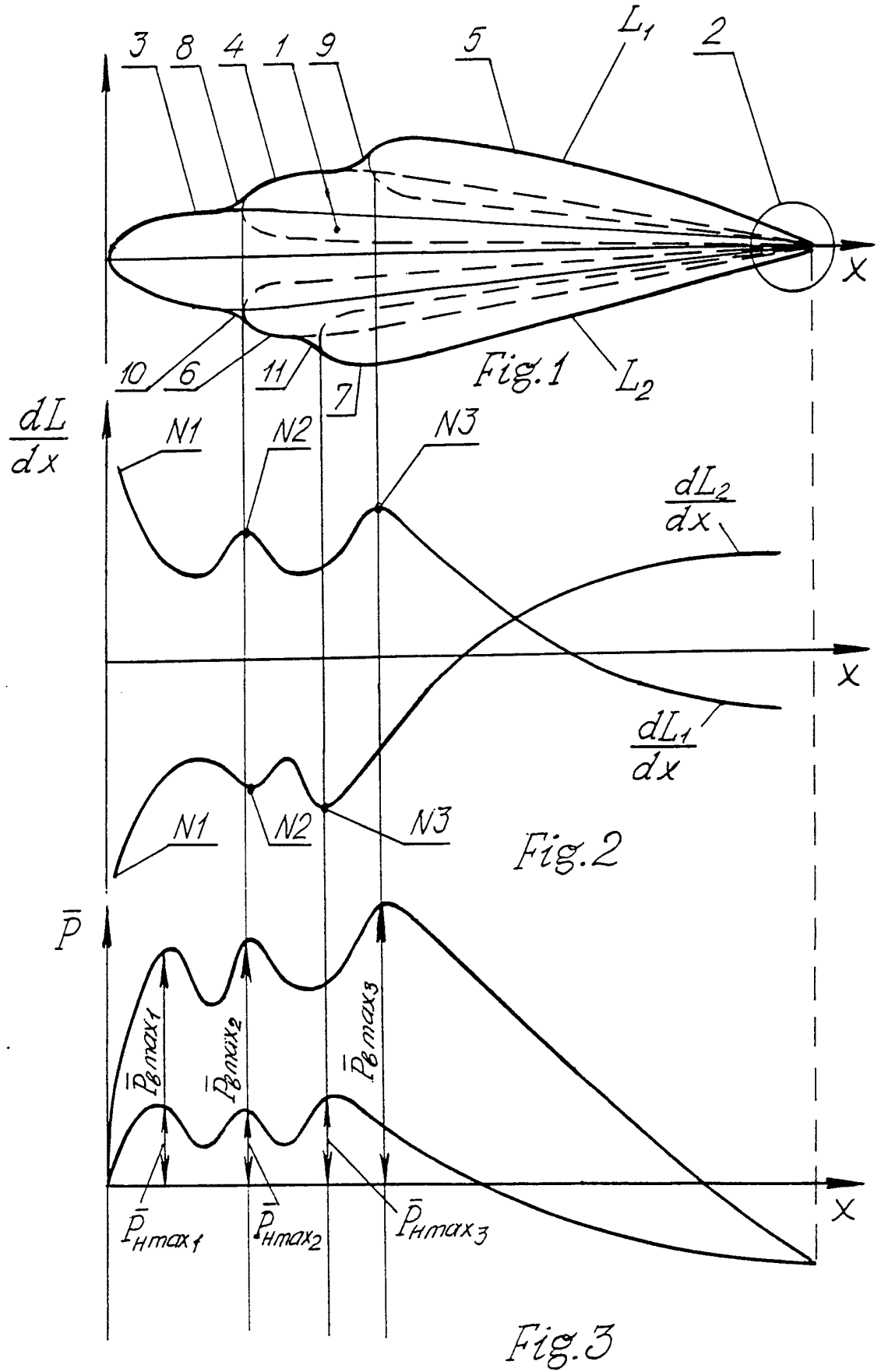
## Промышленная применимость

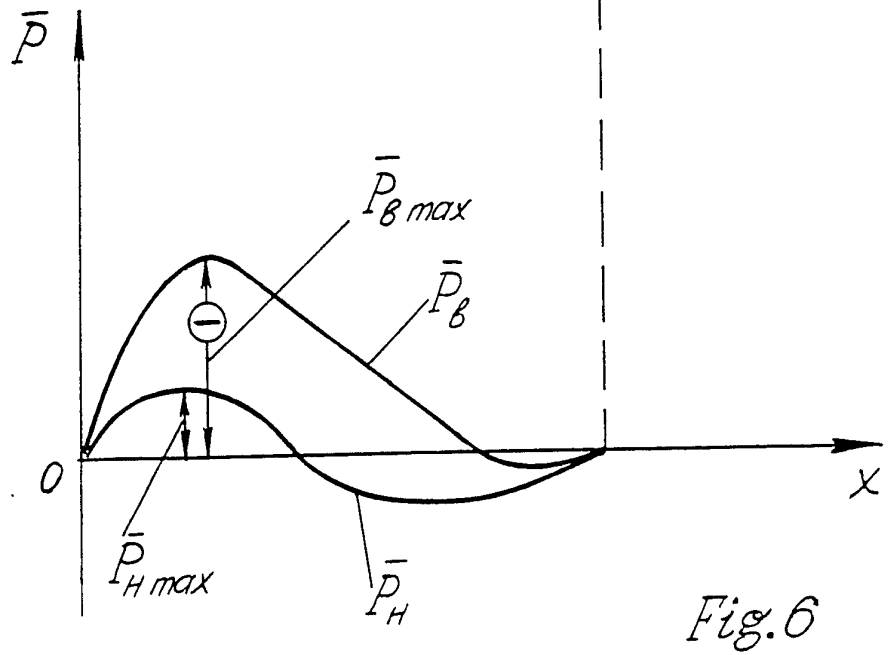
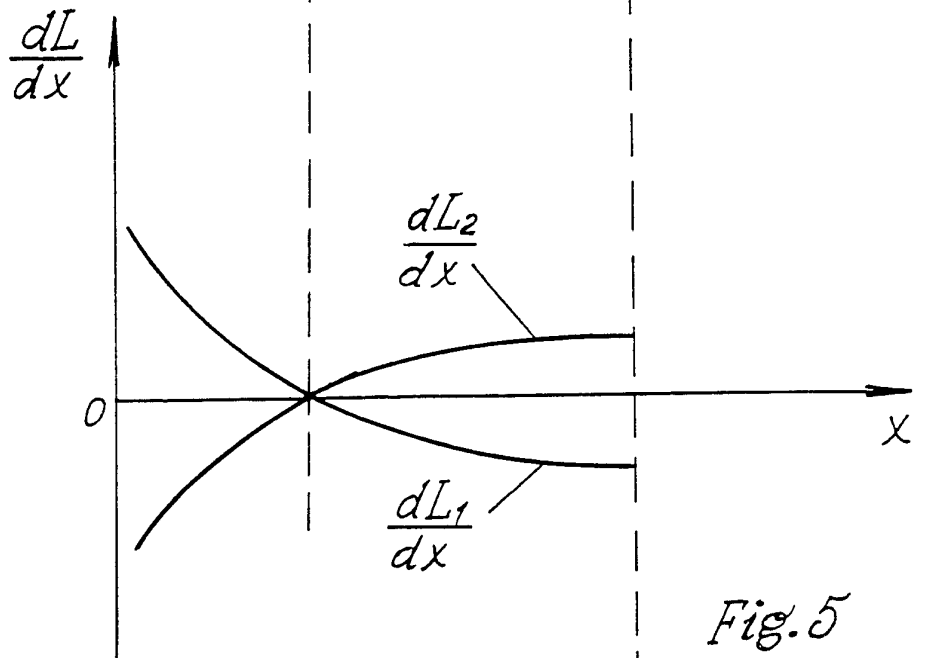
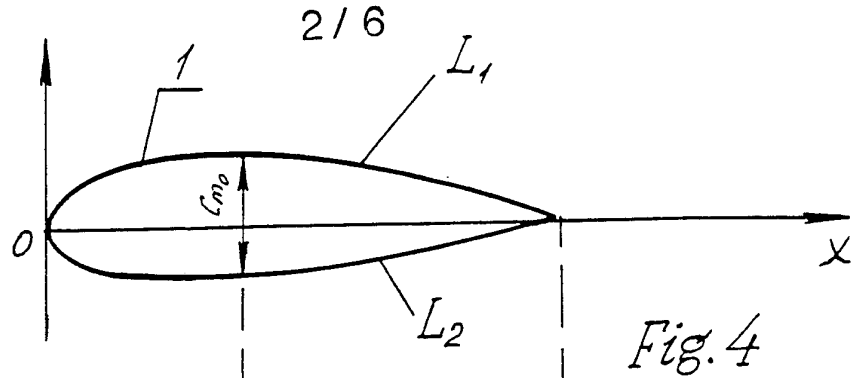
30

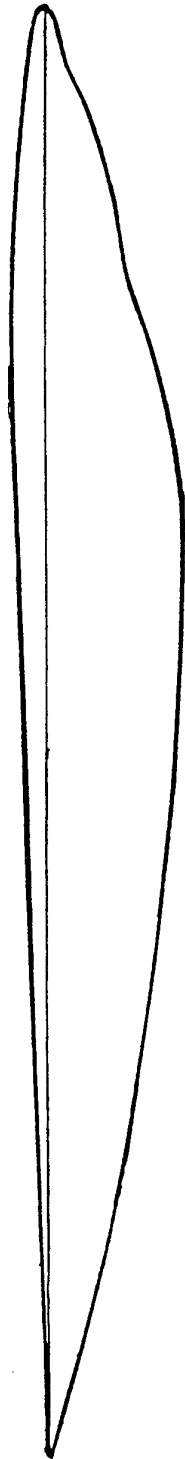
Профиль повышенного аэродинамического качества может быть применен на летательных аппаратах самого различного типа.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

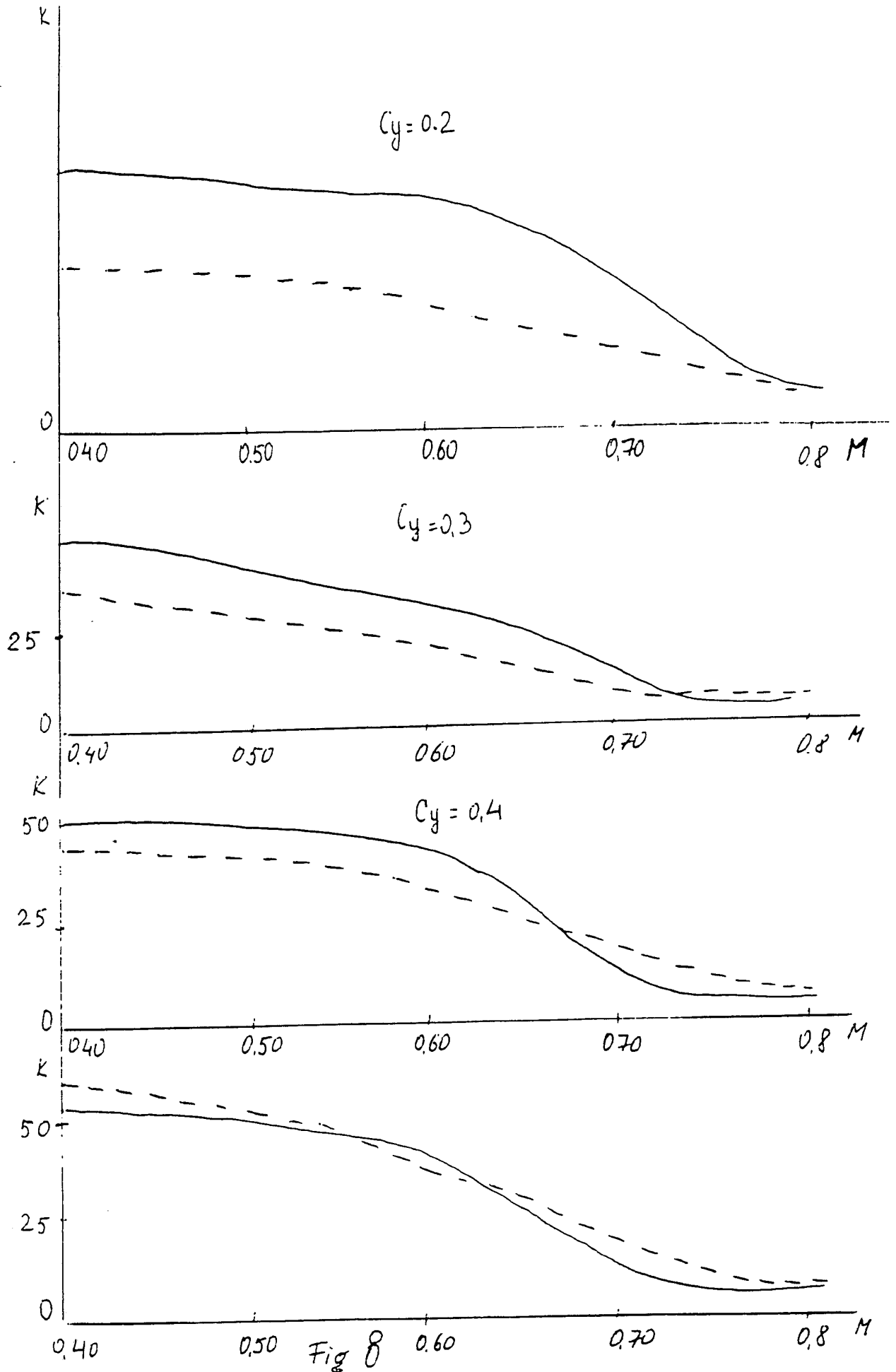
5       Аэродинамический профиль с фиксированным внешним конту-  
ром, имеющий верхнюю  $L_1$  и нижнюю  $L_2$  образующие с более, чем од-  
ним экстремумом  $dL/dX$ , где  $X$  хорда профиля, о т л и ч а ю щ  
и й с я тем, что образующие профиля получены наложением  $m \geq 2$   
и  $n \geq 2$  классических профилей соответственно по верхнему и  
10 нижнему контурам профиля со смещением их по хорде, высоте и  
углу заклинения с образованием ступенчатых элементов профи-  
ля, контуры которых в местах пересечения соединены сопрягаю-  
щими линиями до получения непрерывности  $dL_1/dX$  и  $dL_2/dX$ , при  
этом экстремумы  $dL_1/dX$  и  $dL_2/dX$  расположены на участке от 0  
15 до 50% хорды.







*Fig. 7*



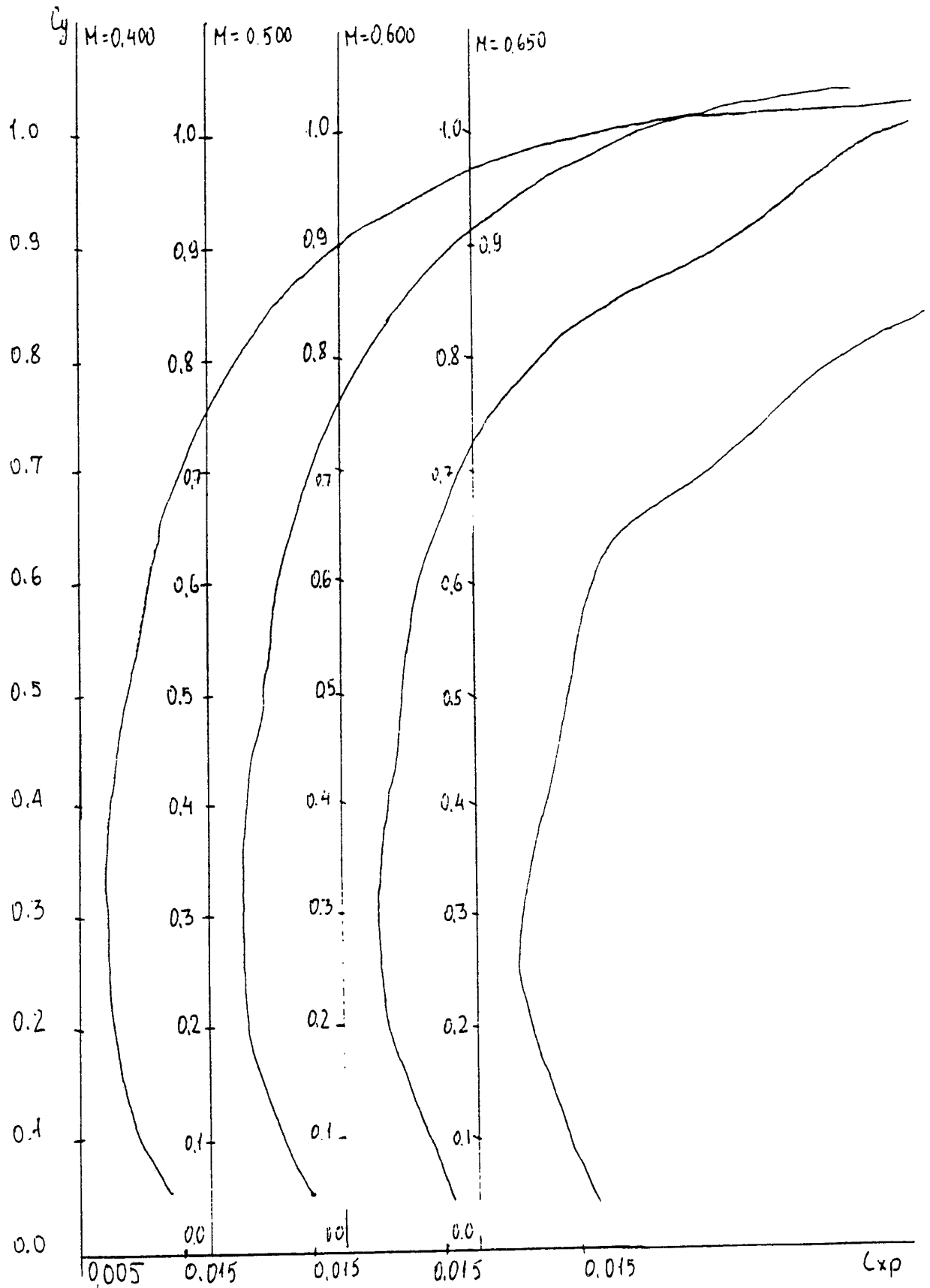


Fig 9

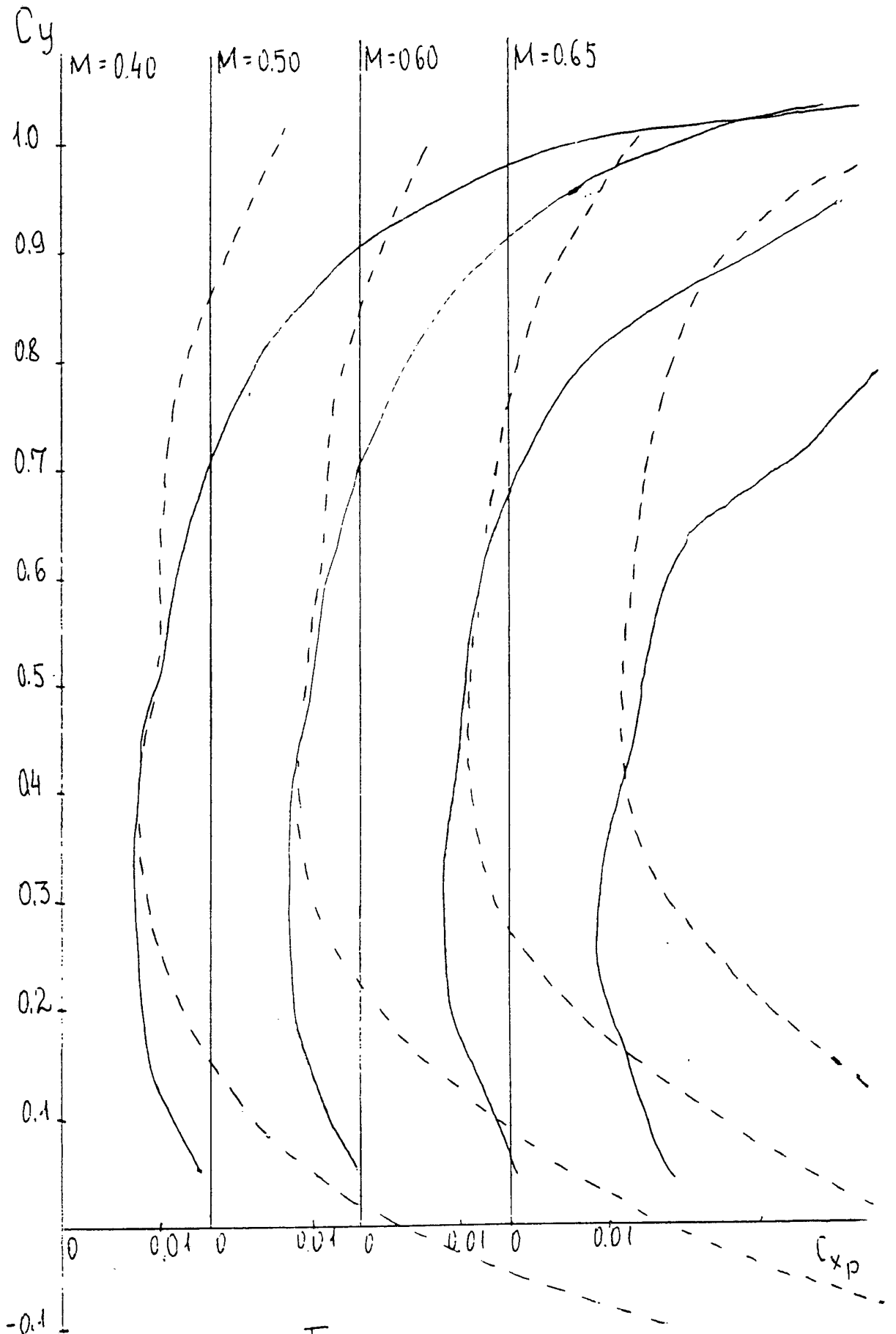



Fig 10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/RU92/00241

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>                  Int. Cl.<sup>5</sup> : B64C 3/14                  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																	
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b>                  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)                  Int. Cl.<sup>5</sup> : B64C 3/14, F15D 1/10, F15D 1/12                  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched                  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>																	
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>US, A, 4434957 (ROBERT R. VORITZ), 6 March 1984. (06.03.84), ---</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US, A, 4240598 (GENEVIEVE M.G. VINAS ESPIN et al), 23 December 1980 (23.12.80), ---</td> <td>1 1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US, A, 4524928 (WOLFGANG SCHMIDT et al), 25 June 1985 (25.06.85), ---</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE, C, 569187 (PAUL NAGLO), 28 January 1933 (28.01.33), (cited in the description) -----</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	US, A, 4434957 (ROBERT R. VORITZ), 6 March 1984. (06.03.84), ---	1	A	US, A, 4240598 (GENEVIEVE M.G. VINAS ESPIN et al), 23 December 1980 (23.12.80), ---	1 1	A	US, A, 4524928 (WOLFGANG SCHMIDT et al), 25 June 1985 (25.06.85), ---	1	A	DE, C, 569187 (PAUL NAGLO), 28 January 1933 (28.01.33), (cited in the description) -----	1
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
A	US, A, 4434957 (ROBERT R. VORITZ), 6 March 1984. (06.03.84), ---	1															
A	US, A, 4240598 (GENEVIEVE M.G. VINAS ESPIN et al), 23 December 1980 (23.12.80), ---	1 1															
A	US, A, 4524928 (WOLFGANG SCHMIDT et al), 25 June 1985 (25.06.85), ---	1															
A	DE, C, 569187 (PAUL NAGLO), 28 January 1933 (28.01.33), (cited in the description) -----	1															
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																	
<p>* Special categories of cited documents:                  "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                  "E" earlier document but published on or after the international filing date                  "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)                  "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                  "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>																	
<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                  "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                  "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art                  "&amp;" document member of the same patent family</p>																	
<p>Date of the actual completion of the international search 1 February 1993 (01.02.93)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 17 March 1993 (17.03.93)</p>															
<p>Name and mailing address of the ISA/ RU</p>		<p>Authorized officer</p>															
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>															

<b>A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ</b>		
B64C 3/14 Согласно Международной патентной классификации (МКИ-5)		
<b>B. ОБЛАСТИ ПОИСКА</b>		
Проверенный минимум документации (Система классификации и индексы): МКИ-5 B64C 3/14, F15D 1/10, F15D 1/12		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, поисковые термины):		
<b>C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ</b>		
Категория *)	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
A	US, A, 4434957 (ROBERT R. VORITZ), 06 марта 1984 (06.03.84)	1
A	US, A, 4240598 (GENEVIEVE M.G. VINAS ESPIN и другие), 23 декабря 1980 (23.12.80)	1
<input checked="" type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы C <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов:		
"A" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	"T" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.	
"E" более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.	"X" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем в сравнении с документом, взятым в отдельности	
"L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано).	"Y" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска и порочащий изобретательский уровень заявленного изобретения в очевидном для лица, обладающего познаниями в данной области техники, сочетании с одним или несколькими документами той же категории	
"O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.		
"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.		
"&" документ, являющийся патентом-аналогом		
Дата действительного завершения международного поиска 01 февраля 1993 (01.02.93)	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 17 марта 1993 (17.03.93)	
Наименование и адрес Международного поискового органа: Научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы, Россия, 121858, Москва, Бережковская наб. 121858, тел. (095) 240-58-58, факс (095) 243-33-37, телетайп 114818 ДАЧА	Подпись уполномоченного лица:  А.Павловский	

С. (Продолжение) ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ		
Категория *)	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
A	US, A, 4524928 (WOLFGANG SCHMIDT и другие), 25 июня 1985 (25.06.85)	1
A	DE, C, 569187 (PAUL NAGLO), 28 января 1933 (28.01.33), (указана в описании)	1