

П. П. Красильщиков

**Влияние длины закрылка и предкрылка на
работу разрезного крыла**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
П11

П11 **П. П. Красильщиков**
Влияние длины закрылка и предкрылка на работу разрезного крыла / П. П. Красильщиков – М.: Книга по Требованию, 2021. – 58 с.

ISBN 978-5-458-32118-1

ISBN 978-5-458-32118-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Введение

При выборе профиля разрезного крыла конструктор большей частью имеет в своем распоряжении лишь продувки дужек или с-закрылком, или с-предкрылком, расположенными вдоль всего размаха. На практике же, если конструкция не предусматривает устройства каких-либо специальных элеронов (например „плавающих элеронов“ Кертисса), во всяком случае приходится отводить известную часть крыла под элероны, так что для закрылка остается лишь часть крыла. Точно так же существуют самолеты, в которых нет специального закрылка для увеличения максимальной подъемной силы при посадке, а механизм управления элеронами лишь предусматривает для увеличения вогнутости профиля возможность одновременного отклонения элеронов на некоторый угол вниз при сохранении их дифференциального движения. Наконец, встречаются самолеты, совмещающие в себе обе рассмотренные возможности (например Юнкерс 52).

Что касается предкрылков, то в настоящее время по тем или иным конструктивным и аэродинамическим соображениям большей частью встречаются самолеты, имеющие не один предкрылок вдоль всего размаха крыла, а два предкрылка, расположенные по концам крыла напротив элеронов, длиной, приблизительно равной длине элеронов или несколько меньшей.

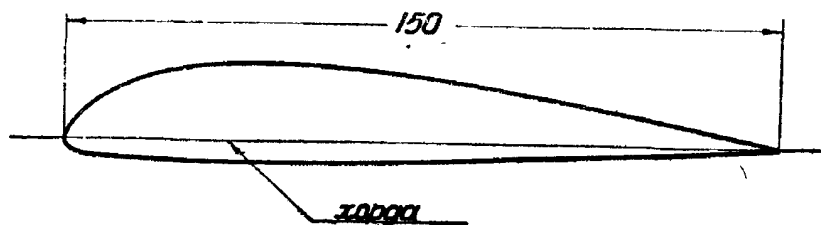
Отмеченные особенности современных самолетов с разрезными крыльями заставляют конструктора предугадывать по продувкам дужек с-закрылком или с-предкрылком вдоль всего размаха аэродинамические данные крыла с-закрылком или с-предкрылком, занимающими лишь часть размаха.

Целью настоящей работы и является облегчение и уточнение этого предугадывания и сведение его к некоторому расчету, более точному для закрылков и менее точному для предкрылков ввиду того, что для точного расчета работы предкрылков и вывода экспериментальных формул нужен значительно больший опытный материал, по сравнению с тем, который удалось получить до настоящего времени.

Ввиду кропотливости изготовления, препарирования, установки модели и значительного числа отдельных испытаний с каждым разрезным крылом получение большого экспериментального материала требует весьма длительного периода времени; стремление же дать возможно быстрее нужные указания конструктору и заставило вторую часть предлагаемой работы выпустить в печать не в столь полном объеме, в котором это было бы желательно для автора. Из тех же соображений никакой теоретической обработки полученного экспериментального материала не проводилось. Приложение существующих теорий и обобщение полученного материала являются развитием настоящей работы и по своем окончании будут опубликованы.

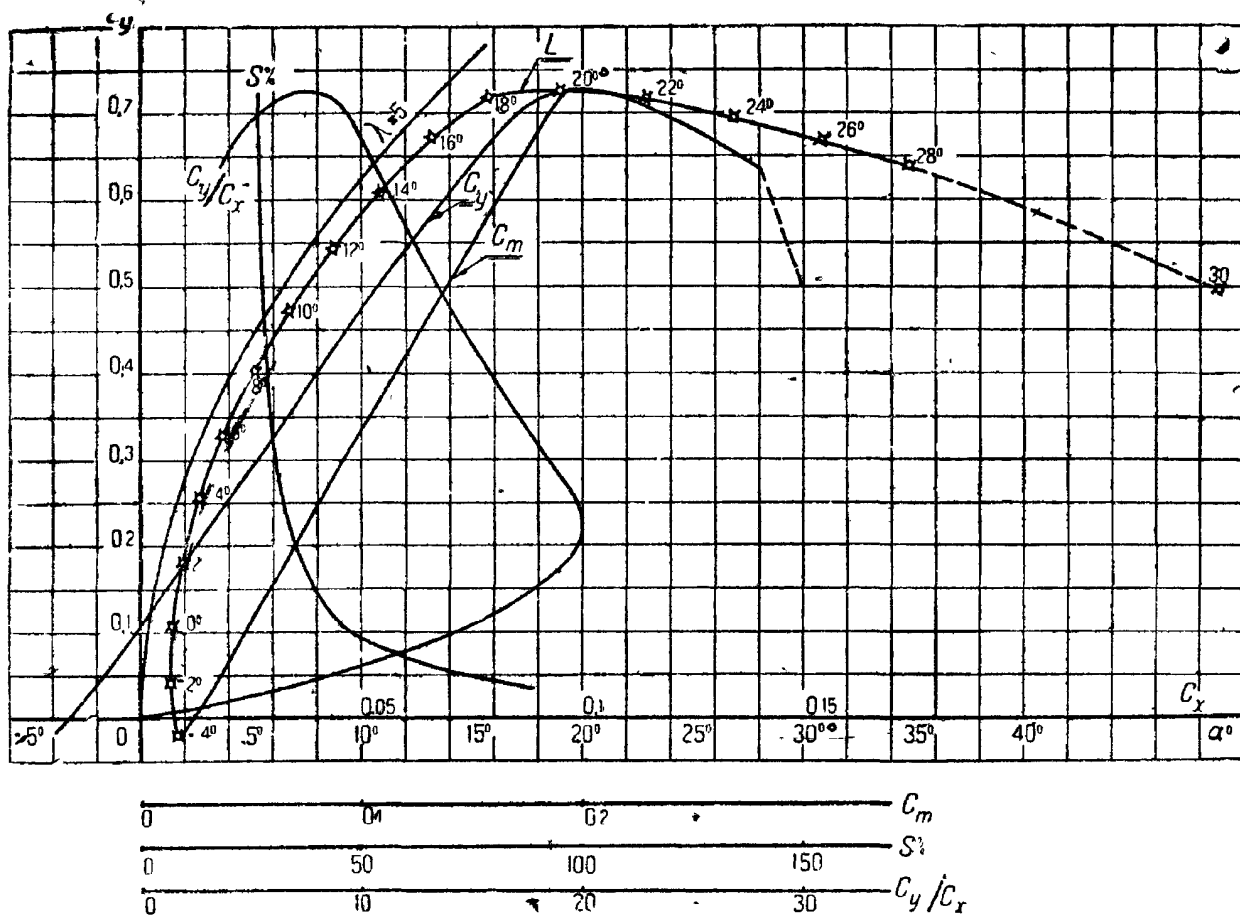
Предлагаемая работа разбивается на две части: первую—относящуюся к исследованию влияния длины закрылков разрезного крыла на его аэродинамические характеристики, и вторую—относящуюся к исследованию влияния длины предкрылков. В виде дополнения к работе даны результаты испытаний на C_y , C_x и C_m дужки с-закрылком и с-предкрылком.

Все испытания, приведенные в настоящей работе, проводились в трубе НК-1 (труба № 3) Старой аэродинамической лаборатории ЦАГИ в 1929/30 г. Скорость потока в трубе при большей части опытов равнялась 33—34 м/сек. Исключением являются испытания дужек Р-II-а, Р-II-а-1, Р-II-а-2, Р-II-а-4 и Р-II-с на C_m при углах отклонения закрылка, больших 20° ; эти опыты проводились на пониженной скорости



Фиг. 1
Профиль дужки Р-II

потока ($v = 25$ м/сек) вследствие того, что центровой прибор для испытаний на C_m не выдерживает больших нагрузок.



Фиг. 2.
Диаграмма испытаний на C_y , C_x и C_m дужки Р-II.

Во все результаты испытаний поправка на влияние стенок трубы не вносилась, так как специально поставленные опыты показали, что для крыльев нормального размера поправку на индукцию стенок трубы НК-1 вводить не следует¹.

¹ См. Ф. Г. Г л а с с, Индукция трубы, Труды ЦАГИ, вып. 55, 1930 г.

Влияние длины закрылков на работу разрезного крыла

Для получения систематического экспериментального материала был испытан на C_y , C_x , C_m и C_{sh} закрылка ряд разрезных дужек стандартного для трубы НК-1 размера: размах—750 мм и хорда—150 мм. За исходный профиль был взят профиль Р-II (фиг. 1, а также табл. 1), результаты испытаний которого на C_y , C_x и C_m ¹ при-

Т а б л и ц а 1

Координаты профиля Р-II в % от хорды

Абсцисса	Ордината верхняя	Ордината нижняя
0,0	0,00	0,00
2,5	4,06	-1,87
5,0	6,00	-2,40
10	8,54	-2,67
20	10,80	-2,94
30	11,00	-3,00
40	10,40	-2,80
50	9,27	-2,46
60	7,65	-2,06
70	6,00	-1,60
80	4,13	-1,13
90	2,13	-0,60
100	0,00	0,00

Т а б л и ц а 2

Значения коэффициентов C_x , C_y , C_m дужки Р-II

α°	C_x	C_y	C_m
-4°	0,0083	-0,020	0,0182
-2°	0,0067	0,037	0,0340
0°	0,0072	0,107	0,0495
2°	0,0093	0,180	0,0655
3°	0,0108	0,216	—
4°	0,0128	0,254	0,0818
6°	0,0185	0,327	0,0980
8°	0,0254	0,401	0,1150
10°	0,0337	0,474	0,1322
12°	0,0435	0,544	0,1492
14°	0,0542	0,608	0,1647
16°	0,0658	0,670	0,1789
18°	0,0788	0,716	0,1885
20°	0,0950	0,726	0,1955
22°	0,1140	0,717	—
24°	0,1342	0,694	—
26°	0,1542	0,667	—
28°	0,1745	0,637	—
30°	0,2450	0,497	—

ведены на фиг. 2. На чертеже нанесены кривая C_y по α° , поляра Лилиенталя и кривые качества $\frac{C_y}{C_x}$, C_m и перемещения центра давления $S^0/0$ в функции C_y . В табл. 2 даны числовые значения коэффициентов. На фиг. 3 дан схематический чертеж в плане дужек Р-II-а-1, Р-II-а-2, Р-II-а-3 и Р-II-а-4, у которых длина закрылков составляла лишь часть размаха. Закрылки дужек Р-II-а-1, Р-II-а-2 и Р-II-а-3 были расположены по концам и длина каждого из них равнялась соответственно $\frac{3}{8}l$, $\frac{2}{8}l$ и $\frac{1}{8}l$, где l —размах всей дужки. Закрылок дужки Р-II-а-4 был расположен в середине и размах его равнялся половине размаха дужки. Профиль разрезанной части испытанных дужек, т. е. профиль Р-II-а, приведен на фиг. 4, а координаты его даны в табл. 3.

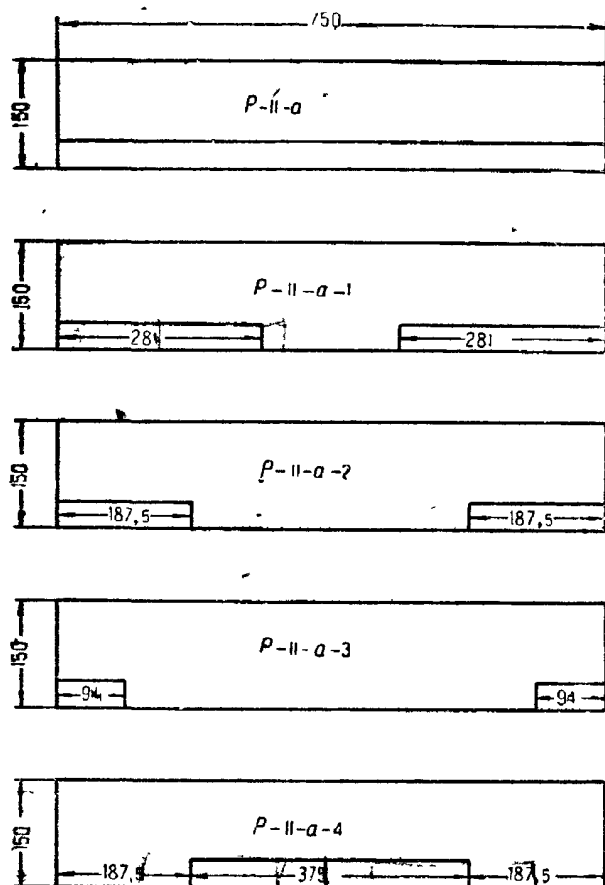
Т а б л и ц а 3

Координаты профиля Р-II-а в миллиметрах

Основная часть			З а к р ы л о к		
Абсцисса	Ордината верхняя	Ордината нижняя	Абсцисса	Ордината верхняя	Ордината нижняя
0	0,0	0,00	0	0,0	0,00
1	3,0	-2,1	1	1,7	-1,55
2	4,5	-2,6	2	2,65	-1,60
3	5,5	-2,9	3	3,2	-1,65
5	7,2	-3,4	4	3,4	-1,6

¹ Коэффициенты C_y и C_x отнесены к ρSV^2 , а коэффициент C_m к $\rho SV^2 b$, где b —хорда.

Основная часть			Закрылок		
Абсцисса	Ордината верхняя	Ордината нижняя	Абсцисса	Ордината верхняя	Ордината нижняя
8	9,3	-3,7	5	3,8	-1,6
12	11,6	-3,9	7	4,0	-1,6
16	13,2	-4,1	10	4,2	-1,4
20	14,5	-4,25	15	3,8	-1,2
25	15,4	-4,3	20	3,2	-1,1
30	16,2	-4,4	25	2,4	-0,7
40	16,6	-4,5	30	1,4	-0,4
50	16,4	-4,4	35	0,7	-0,2
60	15,6	-4,2	3,75	0,0	0,0
70	14,7	-3,9			
80	13,3	-3,6			
90	11,5	-3,1			
100	9,9	-1,8			
103	9,4	-1,2			
106	8,9	0,3			
109	8,3	2,1			
112	7,7	4,3			
115	7,3	5,7			
117	6,8	6,1			
119	6,4	6,15			
120	6,2	6,2			



Фиг. 3.

Схематический чертеж дужек Р-II-a, Р-II-a-1, Р-II-a-2, Р-II-a-3 и Р-II-a-4.

На фиг. 5, 6 и 7 приведены диаграммы испытаний на C_y , C_x и $C_{y_{\max}}$ дужки Р-II-a при различных углах β° отклонения закрылка¹. Угол β менялся в пределах от -10 до $+40^\circ$. На фиг. 8 дана диаграмма испытаний дужки Р-II-a на шарнирный момент закрылка. На испытаниях этой дужки мы останавливаться не будем, так как результаты ее испытаний подробно разобраны в уже опубликованной работе².

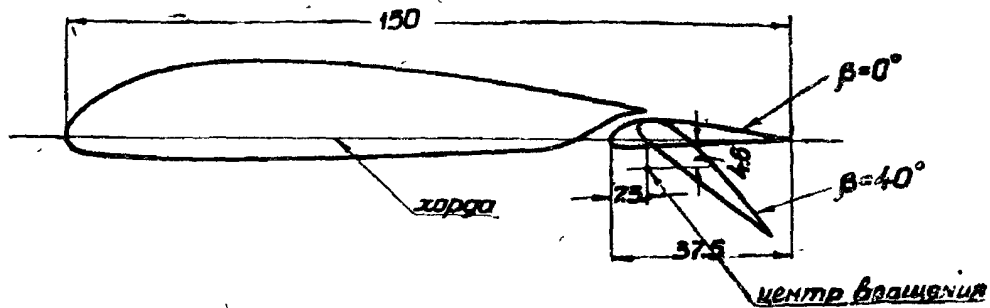
Мы не приводим кривых C_y по α° для дужек Р-II-a-1, Р-II-a-2, и Р-II-a-3, а ограничиваемся лишь полярами Ли-лиенталя, так как характер кривых C_y по α° несколько не отличается от характера аналогичных кривых для дужки Р-II-a. Отличием является лишь уменьшение возрастания коэффициента C_y при данных углах α° по мере увеличения угла β° отклонения закрылков; кроме того, с уменьшением длины закрылков уменьшаются значения коэффициента $C_{y_{\max}}$.

На фиг. 9 приведена сводная диаграмма значений $C_{y_{\max}}$ в функции углов β° отклонения закрылков для всех испытанных дужек с закрылками, из рассмотрения которой видно, насколько

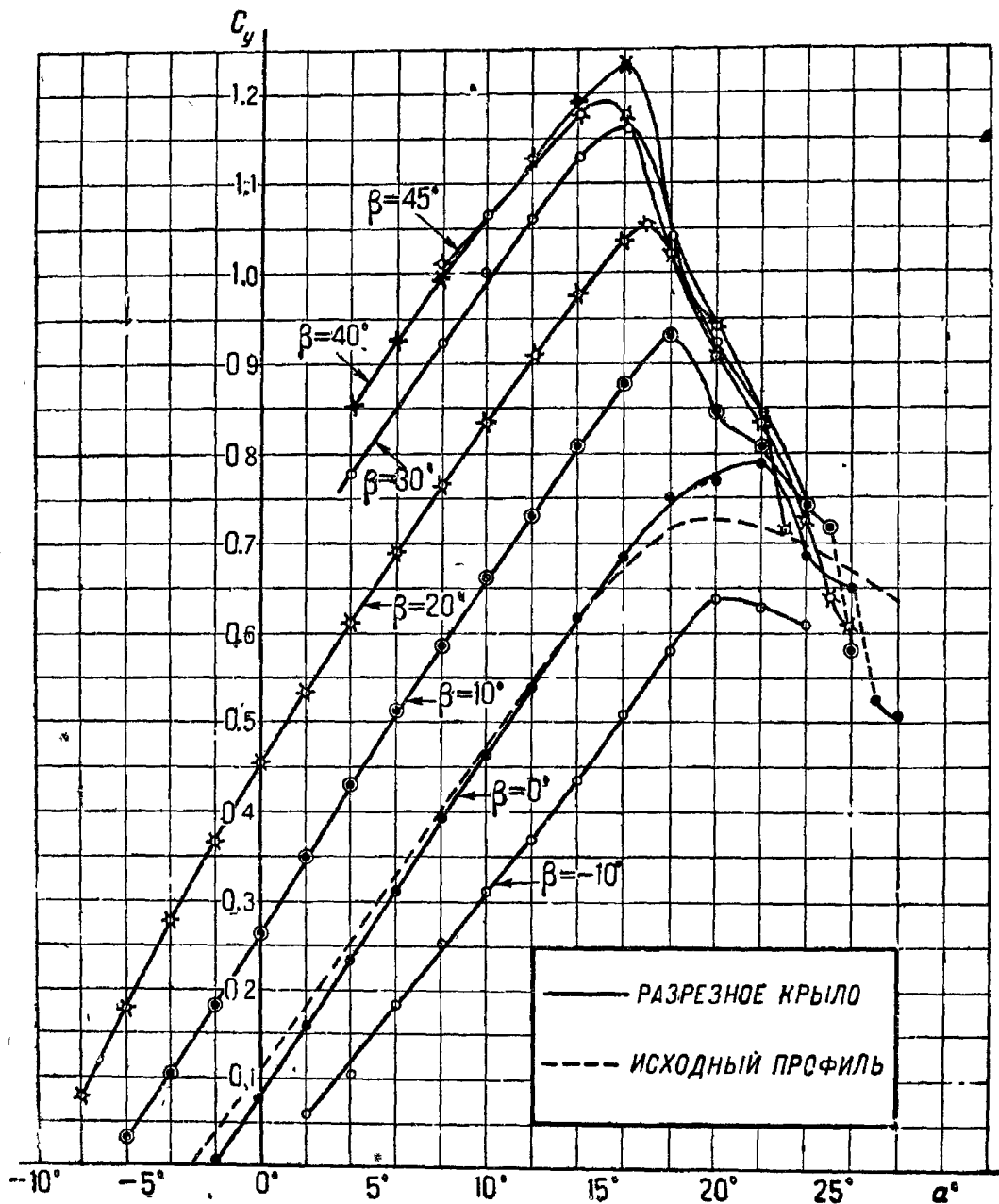
¹ На фиг. 7 расстояние центра давления дано в процентах от хорды при $\beta=0^\circ$. Это относится ко всем фигурам, на которых приведены аналогичные кривые.

² См. П. П. Красильщиков, Исследования по разрезным крыльям с закрылком, 1931, Труды ЦАГИ, вып. 105.

ко уменьшается эффективность закрылков, расположенных на концах, по мере уменьшения их длины, против эффективности закрылка, расположенного вдоль всего раз-

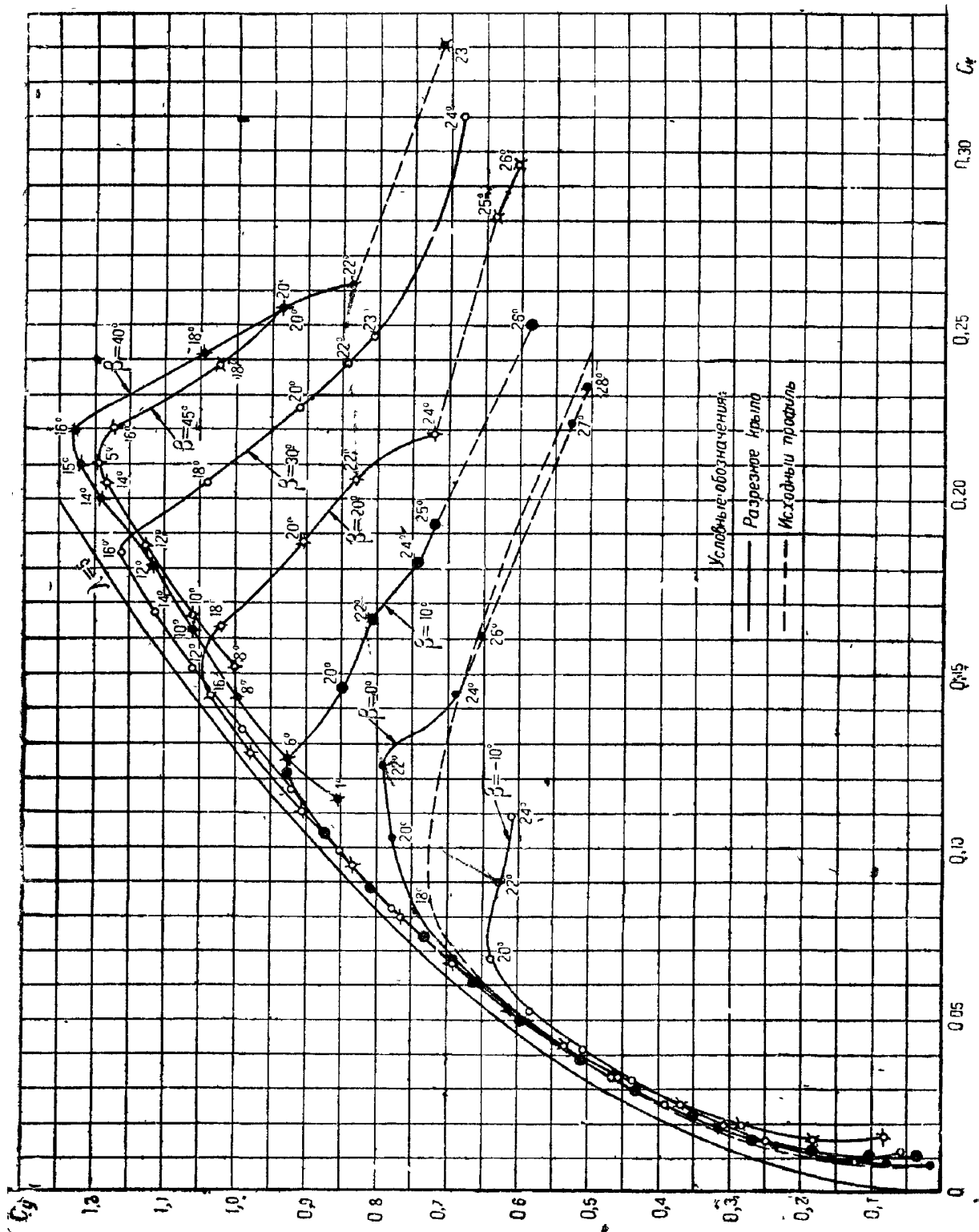


Фиг. 4.
Профиль дужки Р-II-а.



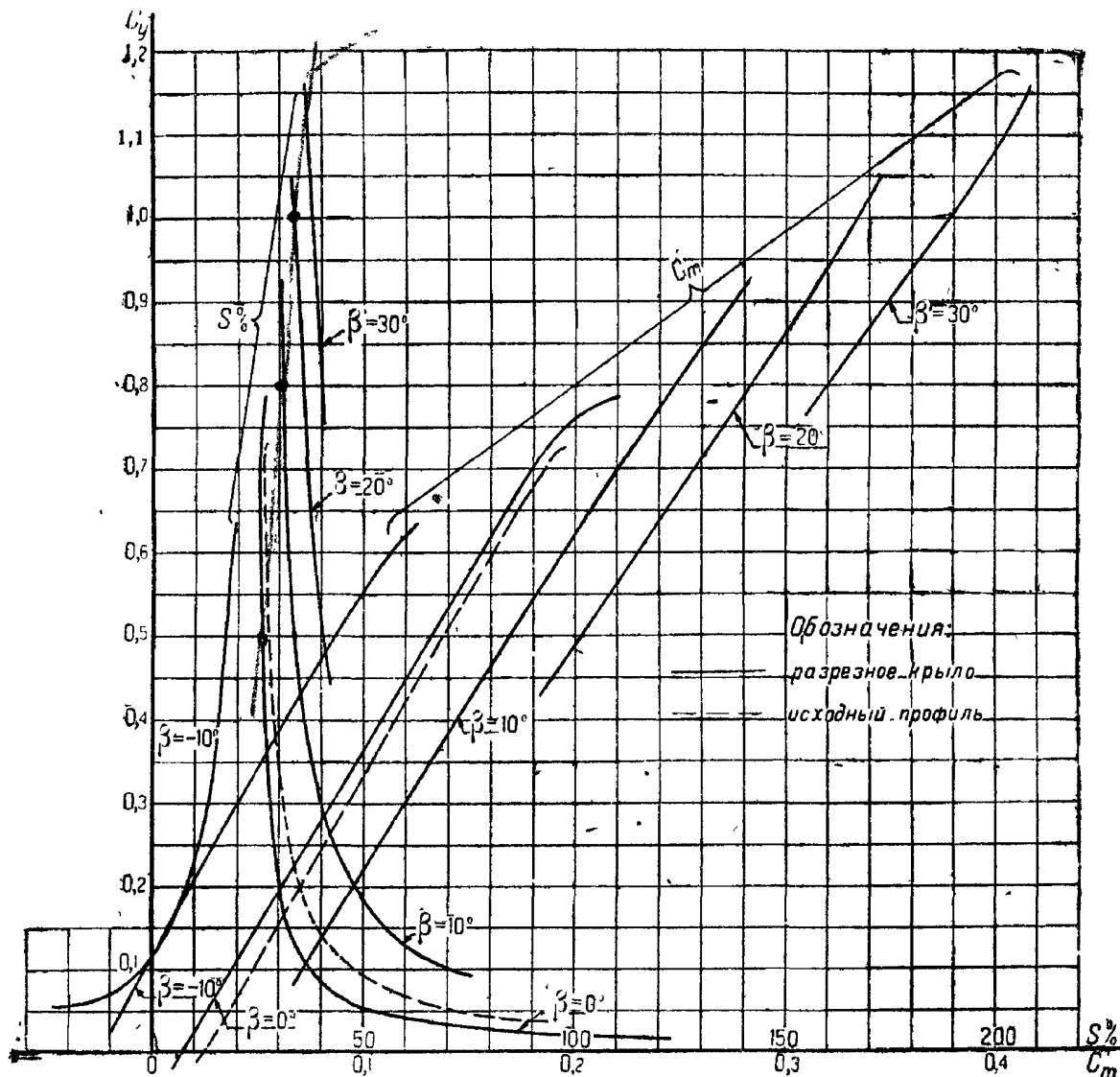
Фиг. 5.
Сводная диаграмма испытаний на C_y дужки Р-II-а при различных углах β° отклонения закрылка.

маха; так, например, если для дужки Р-II-а при $\beta=40^\circ$ $C_{y\text{max}}$ равнялся 1,23 при $C_{y\text{max}}$ исходного профиля, равном 0,723, то уже для дужки Р-II-а-1 при $\beta=40^\circ$ $C_{y\text{max}}$ равняется 1,085, а для дужек Р-II-а-2 и Р-II-а-3 еще меньше.



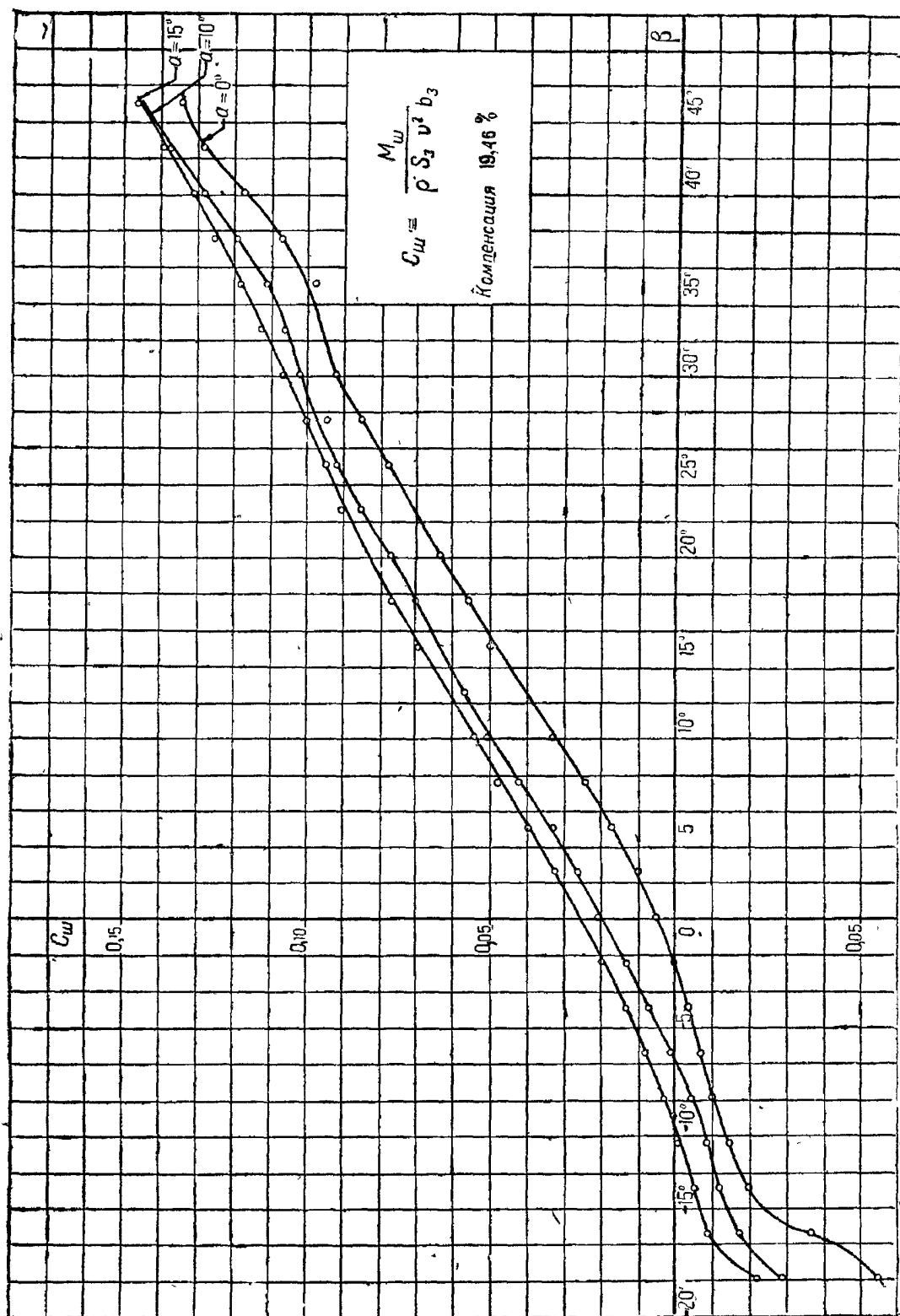
Фиг. 6.
 Сводная диаграмма поляр Лилленталя дужки Р-II-а при различных углах β° отклонения закрылка.

Из рассмотрения диаграммы видно также, что эффективность закрылка, расположенного в середине (дужка Р-II-a-4), больше (в среднем на 0,04) эффективности двух закрывков, расположенных на концах, общая длина которых равна длине закрывка, расположенного в середине. Сводная диаграмма значений коэффициента $C_{y\max}$ в функции общей длины закрывков, расположенных по концам дужек, приведена на фиг. 10. Из диаграммы видно, что по мере уменьшения общей длины закрывков уменьшение $C_{y\max}$ при данных углах β° следует линейному закону. Эта



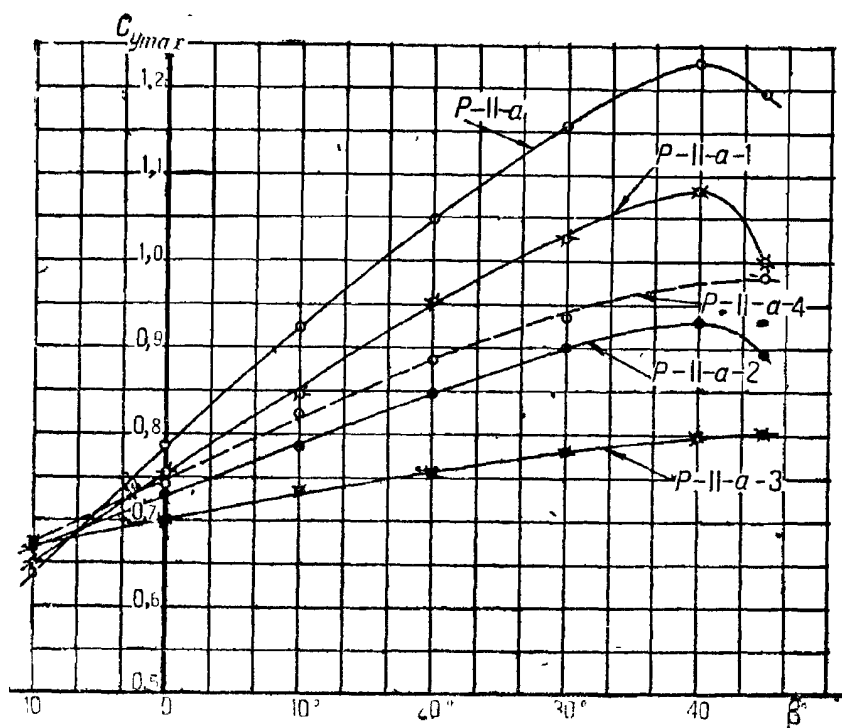
Фиг. 7
Сводная диаграмма испытаний на C_m и кривые перемещения центра давления по дужке Р-II-a при различных углах β° отклонения закрылки.

закономерность имеет место при всех углах $\beta \leq 40^\circ$, т. е. до срыва потока с верхней поверхности. Любопытно, что точка пересечения прямых соответствует $C_{y\max}$, меньшему, чем $C_{y\max}$ исходного профиля. Это объясняется тем, что подъемная сила всего крыла равняется сумме подъемных сил разрезанной части крыла и сплошной, а так как максимальные подъемные силы этих частей соответствуют не равным углам атаки, а различным, то и нельзя ожидать получения в коэффициентах точной прямой пропорциональности $C_{y\max}$ от длины закрывков. Вследствие линейной зависимости $C_{y\max}$ от общей длины закрывков в пределах от $\Sigma l_s = 0,25 \cdot l$ (где Σl_s — общая длина закрывков, расположенных по концам, а l — размах) до $\Sigma l_s = 1$ удалось подобрать экспериментальную формулу, позволяющую по продувке разрезной дужки с закрыв-

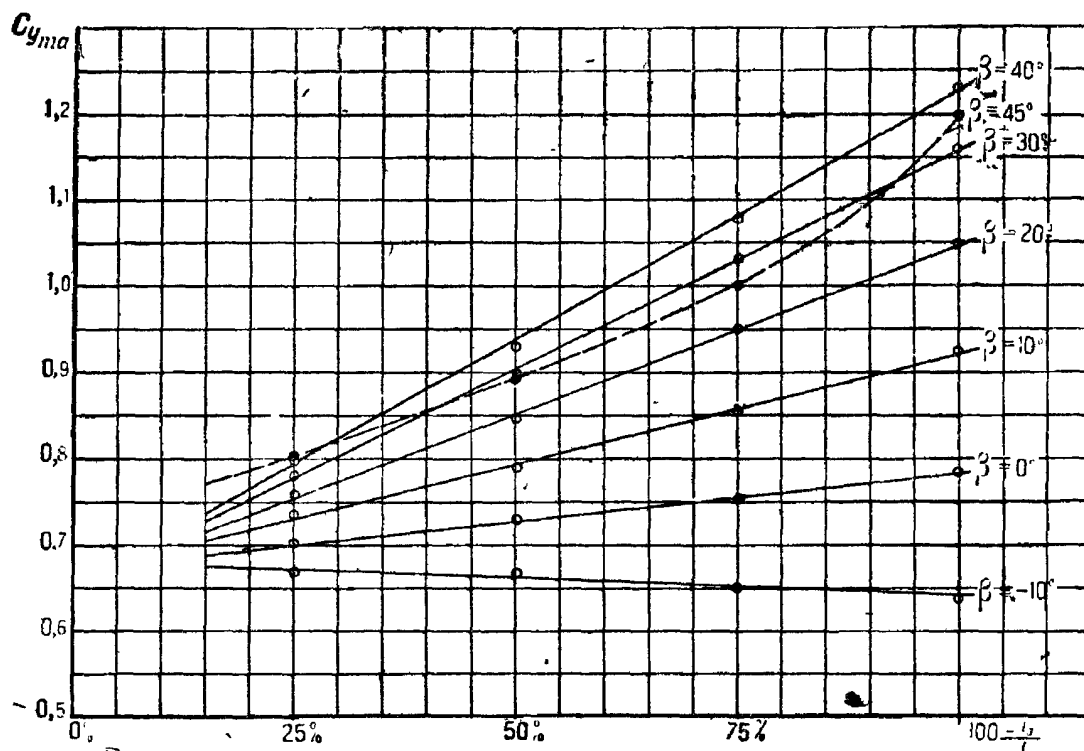


Фиг. 8. Сводная диаграмма испытаний на шарнирный момент закрылка дужки Р-II-а.

ком вдоль всего размаха при различных β° и продувке исходного профиля, подсчитать $C_{y\text{max}}$ дужки с двумя закрылками, расположенными по концам, общая длина которых меньше размаха.



Фиг. 9.
Зависимость значений $C_{y\text{max}}$ дужек $P-II-a$, $P-II-a-1$, $P-II-a-2$, $P-II-a-3$ и $P-II-a-4$ от угла β° отклонения закрылков

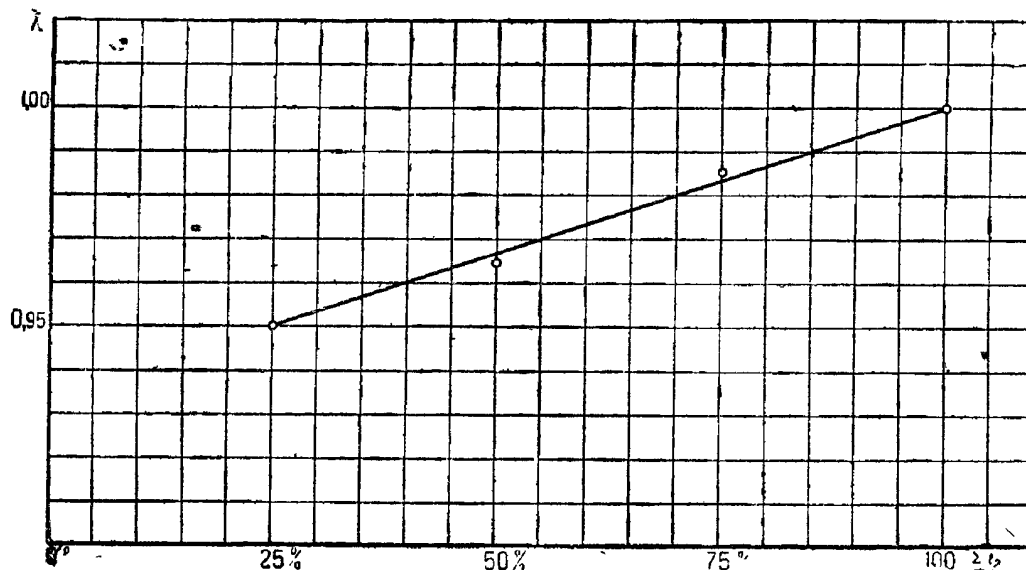


Фиг. 10.
Зависимость $C_{y\text{max}}$ при различных углах β° отклонения закрылков от общей длины закрылков в процентах от всего размаха.

Формула имеет следующий вид:

$$C_{y\max} = [C_{y\max \text{ р к}} - C_{y\max \text{ исх}}] \frac{\Sigma l_3}{l} \chi + C_{y\max \text{ исх}},$$

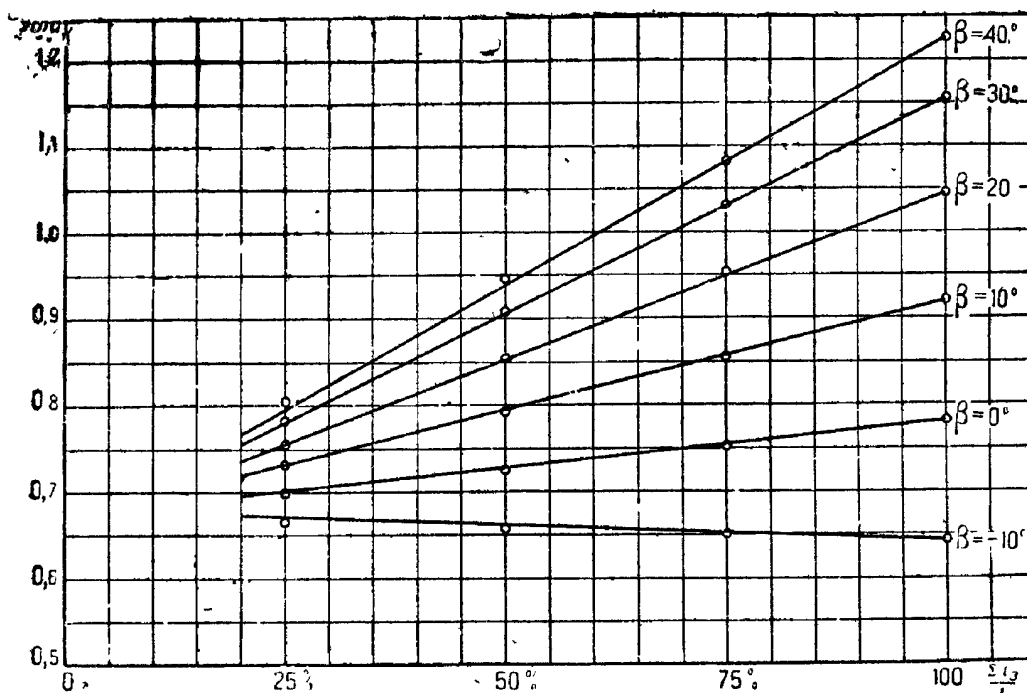
в которой через $C_{y\max \text{ р к}}$ обозначен $C_{y\max}$ дужки с закрылком вдоль всего размаха, при каком-либо угле β° закрылка, меньше предельного, при котором еще сохраня-



Фиг. 11.

Зависимость коэффициента χ от общей длины закрылков в процентах от всего размаха.

ется плавное обтекание, через $C_{y\max \text{ исх}}$ обозначен $C_{y\max}$ исходного профиля, через Σl_3 — общая длина обоих закрылков, через l — размах дужки и через



Фиг. 12.

Зависимость $C_{y\max}$ от общей длины закрылков.
Значения $C_{y\max}$ подсчитаны по формуле:

$$C_{y\max} = [C_{y\max \text{ р к}} - C_{y\max \text{ исх}}] \frac{\Sigma l_3}{l} \chi + C_{y\max \text{ исх}}.$$

Точки нанесены из выравненной диаграммы.