

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ, ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ РАЗМЕРОВ И ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛОПАТОК ОСЕВЫХ ТУРБОМАШИН ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

РД 24.260.09—87 — РД 24.260.12—87

Издание официальное

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Выбор предельных отклонений
размеров рабочей части лопаток
паровых и газовых турбин
и осевых компрессоров при
проектировании

РД 24.260.10-87

ОКСТУ 311900

Дата введения 01.01.88

Методические указания распространяются на направляющие и рабочие лопатки паровых и газовых турбин и осевых компрессоров (лопатки осевых турбомашин) и устанавливают допуски и предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей рабочей части лопаток, получаемых как из обычных заготовок (раздел 2), так и из точноштампованных заготовок (раздел 3).

Методические указания не распространяются на лопатки газовых турбин, заготовки для которых получают методами точного формообразования и на сверхзвуковые лопатки осевых компрессоров.

Настоящие методические указания обязательны для организаций Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения при новом проектировании, модернизации и изготовлении лопаток осевых турбомашин.

I. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

I.1. Отклонения формы профиля в пределах допуска должны быть плавно выведены на длине не менее двадцатикратной величины допуска.

1.2. Предельные отклонения размеров и формы профилей сечений рабочей части лопаток должны быть указаны на теоретических чертежах профилей сечений рабочей части.

1.3. Предельные отклонения размеров и формы профилей концевых участков направляющих лопаток сварных диафрагм должны быть указаны на чертежах профилей сечений концевых утолщений.

1.4. Неуказанные допуски углов $\pm \frac{AT14}{2}$.

1.5. Размеры, обозначенные знаком *, обеспечиваются инструментом.

2. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ ЛОПАТОК, ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ ОБЫЧНЫХ ЗАГОТОВОК

2.1. Предельные отклонения размеров, формы профилей сечений рабочей части и допуск прямолинейности указаны:

- на черт. 1 и в табл. 1 - для направляющих лопаток энергетических паровых турбин;
- на черт. 2 и в табл. 2 - для рабочих лопаток паровых турбин;
- на черт. 3 и в табл. 3 - для направляющих лопаток газовых и приводных паровых турбин;
- на черт. 4 и в табл. 4 - для рабочих лопаток газовых турбин;
- на черт. 5 и в табл. 5 - для рабочих и направляющих лопаток осевых компрессоров.

2.2. Предельные отклонения, указанные на черт. 1-5 и в табл. 1-5, для лопаток переменного профиля назначаются по наибольшему значению хорды b .

2.3. Для турбинных лопаток с размером $C < 5$ мм все поле допуска теоретического профиля $\delta_{\text{вкл}}$, b и C должно располагаться только в сторону увеличения размера.

2.4. Предельные отклонения толщины выходной кромки $\delta_{\text{вкл}}$, ука-

занные на черт. I-5 и в табл. I-5, распространяются на выходной участок профиля, длина которого ^{не}менее 0,1 b .

2.5. Допускается производить замер толщины выходной кромки на фиксированном расстоянии от торца, вместо $\delta_{\text{вх}}$, указанных на черт. I-5, при условии обеспечения величины R .

2.6. Допуск прямолинейности образующих поверхности рабочей части, указанный в табл. I-5, для лопаток переменного профиля, относится к участку между соседними контрольными сечениями; для лопаток постоянного профиля - к участку длиной 100 мм, а при длине рабочей части менее 100 мм - ко всей длине рабочей части.

2.7. Предельные отклонения радиальных размеров направляющих лопаток сварных диафрагм паровых и газовых турбин и осевых компрессоров указанных на черт. 6 и 7 приведены в табл. 6 и 7. Допускается размер l задавать от торца В. Контроль размеров L_2 , l , l_1 , l_2 , и l_3 должен осуществляться на участке, назначаемом разработчиком.

2.8. Для лопаток, изображенных на черт. 6 и 7, допуск формы торцов А и В в "тело" составляет:

0,2 мм для $L_1 \leq 250$ мм;

0,3 мм для $250 \text{ мм} < L_1 \leq 600$ мм;

0,5 мм для $600 \text{ мм} < L_1 < 1000$ мм;

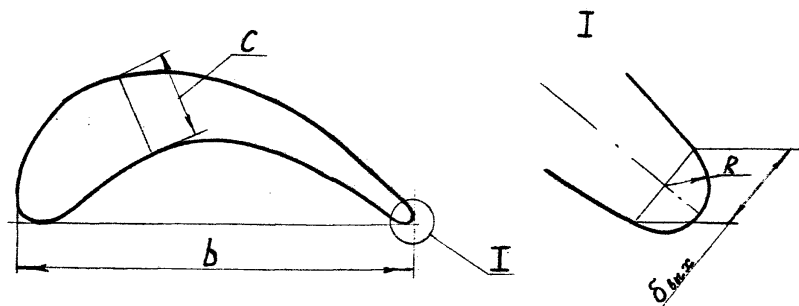
1,0 мм для $L_1 > 1000$ мм.

2.9. Предельные отклонения размеров, указанных на черт. 6 и 7, в табл. 6 и 7 не распространяются на направляющие лопатки диафрагм, изготавливаемых методом электронно-лучевой сварки.

2.10. Предельные отклонения размера L рабочей части лопаток литьих и цельнофрезерованных сопел регулирующих ступеней указаны на черт. 8.

2.11. Предельные отклонения размера L , указанного на черт. 8, относятся ко всей длине профиля рабочей части лопатки.

Профиль сечения рабочей части направляющих лопаток энергетических паровых турбин



Черт. I

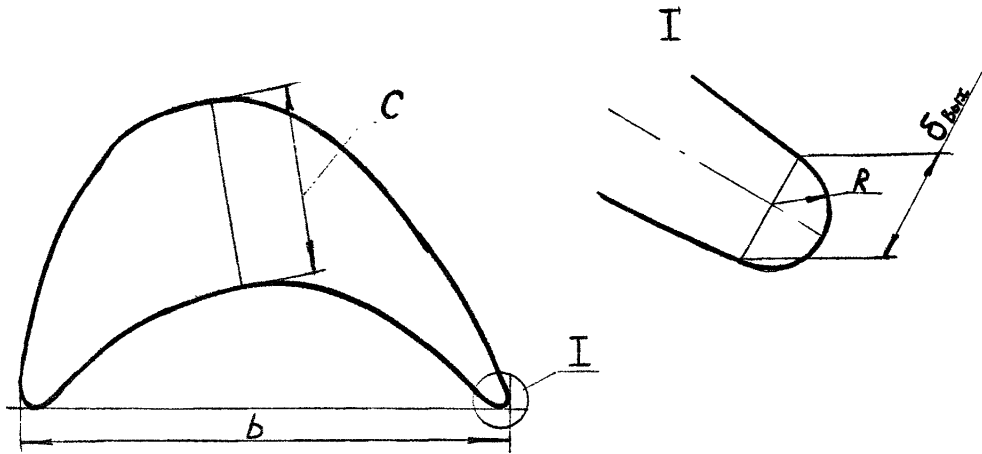
Таблица I

Предельные отклонения формы профилей сечений, размеров и допуск прямолинейности

мм

Хорда профиля, b	Предельные отклонения				Допуск прямо- линейности образующих профиля
	формы профиля	b	c	$\delta_{\text{внх}}$	
До 80	$\pm 0,15$	$\pm 0,30$	$\pm 0,30$	$+ 0,20$ $- 0,10$	0,15
Св. 80 до 150	$\pm 0,20$	$\pm 0,40$	$\pm 0,40$	$+ 0,20$ $- 0,10$	0,20
Св. 150 до 250	$\pm 0,30$	$\pm 0,60$	$\pm 0,60$	$+ 0,25$ $- 0,10$	0,30
Св. 250 до 350	$\pm 0,35$	$\pm 0,70$	$\pm 0,70$	$+ 0,30$ $- 0,10$	0,35
Св. 350	$+ 0,40$ $- 0,90$	$+ 0,80$ $- 1,80$	$+ 0,80$ $- 1,80$	$+ 0,30$ $- 0,10$	0,70

Профиль сечения рабочей части рабочих
лопаток паровых турбин



Черт. 2

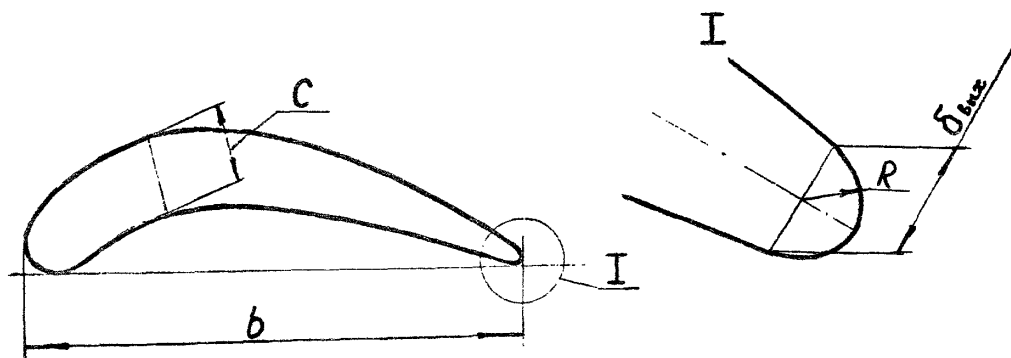
Таблица 2

Предельные отклонения формы профилей сечений,
размеров и допуск прямолинейности

мм

Хорда профиля, b	Предельные отклонения				Допуск прямолинейности образующих профиля
	формы профиля	b	C	$\delta_{внх}$	
До 40	$\pm 0,10$	$\pm 0,20$	$\pm 0,20$	$\pm 0,10$	0,10
Св. 40 до 60	$+ 0,15$ $- 0,10$	$+ 0,30$ $- 0,20$	$+ 0,30$ $- 0,20$	$+ 0,15$ $- 0,10$	0,10
Св. 60 до 100	$+ 0,20$ $- 0,10$	$+ 0,40$ $- 0,20$	$+ 0,40$ $- 0,20$	$+ 0,15$ $- 0,10$	0,15
Св. 100 до 150	$+ 0,25$ $- 0,10$	$+ 0,50$ $- 0,20$	$+ 0,50$ $- 0,20$	$+ 0,40$ $- 0,10$	0,20
Св. 150 до 200	$+ 0,30$ $- 0,10$	$+ 0,60$ $- 0,20$	$+ 0,60$ $- 0,20$	$+ 0,40$ $- 0,10$	0,25
Св. 200 до 300	$+ 0,40$ $- 0,10$	$+ 0,80$ $- 0,20$	$+ 0,80$ $- 0,20$	$+ 0,40$ $- 0,10$	0,30
Св. 300	$+ 0,60$ $- 0,10$	$+ 1,20$ $- 0,20$	$+ 1,20$ $- 0,20$	$+ 0,40$ $- 0,10$	0,30

Профиль сечения рабочей части направляющих
лопаток газовых и приводных паровых турбин



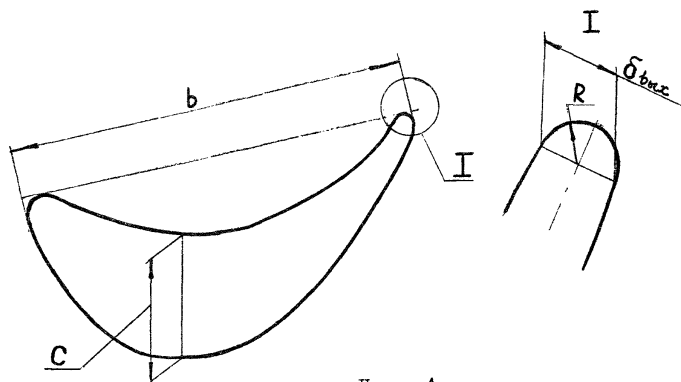
Черт. 3

Таблица 3

Предельные отклонения формы профилей
сечений, размеров и допуск прямолинейности

Хорда профиля, b	Предельные отклонения			$\delta_{внх}$		Допуск пря- молинейнос- ти образу- ющих профиля
	формы профиля	b	C	номин.	пред. откл.	
До 30	$\pm 0,10$	$+ 0,25$ $- 0,15$	$\pm 0,20$	До 0,5 Св. 0,5	$+ 0,15$ $- 0,05$	0,10
		$+ 0,30$ $- 0,20$			$+ 0,20$ $- 0,10$	
Св. 30 до 80	$\pm 0,12$	$+ 0,27$ $- 0,17$	$\pm 0,24$	До 0,5 Св. 0,5	$+ 0,15$ $- 0,05$	0,12
		$+ 0,32$ $- 0,22$			$+ 0,20$ $- 0,10$	
Св. 80 до 150	$\pm 0,15$	$+ 0,30$ $- 0,20$	$\pm 0,30$	До 0,5 Св. 0,5	$+ 0,15$ $- 0,05$	0,15
		$+ 0,35$ $- 0,25$			$+ 0,20$ $- 0,10$	
Св. 150 до 250	$\pm 0,20$	$+ 0,40$ $- 0,25$	$\pm 0,40$	До 1,0 Св. 1,0	$+ 0,20$ $- 0,05$	0,20
		$+ 0,45$ $- 0,30$			$+ 0,25$ $- 0,10$	
Св. 250	$\pm 0,25$	$+ 0,50$ $- 0,35$	$\pm 0,50$		$+ 0,25$ $- 0,10$	0,25

Профиль сечения рабочей части
рабочих лопаток газовых турбин



Черт. 4

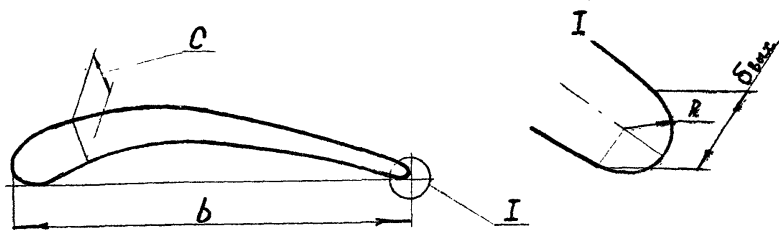
Таблица 4

Предельные отклонения формы профилей
сечений, размеров и допуск прямолинейности

мм

Хорда профиля, b	Предельные отклонения				Допуск прямолинейности образующих профиля
	формы профиля	b	c	$\delta_{выс}$	
До 60	+ 0,15 - 0,10	+ 0,30 - 0,20	+ 0,30 - 0,20	+ 0,12 - 0,10	0,15
Св. 60 до 100	+ 0,20 - 0,10	+ 0,40 - 0,20	+ 0,40 - 0,20	+ 0,15 - 0,10	0,15
Св. 100 до 200	+ 0,25 - 0,10	+ 0,50 - 0,20	+ 0,50 - 0,20	+ 0,20 - 0,10	0,20
Св. 200	+ 0,30 - 0,10	+ 0,60 - 0,20	+ 0,60 - 0,20	+ 0,25 - 0,15	0,20

Профиль сечения рабочей части рабочих и направляющих лопаток осевых компрессоров



Черт. 5

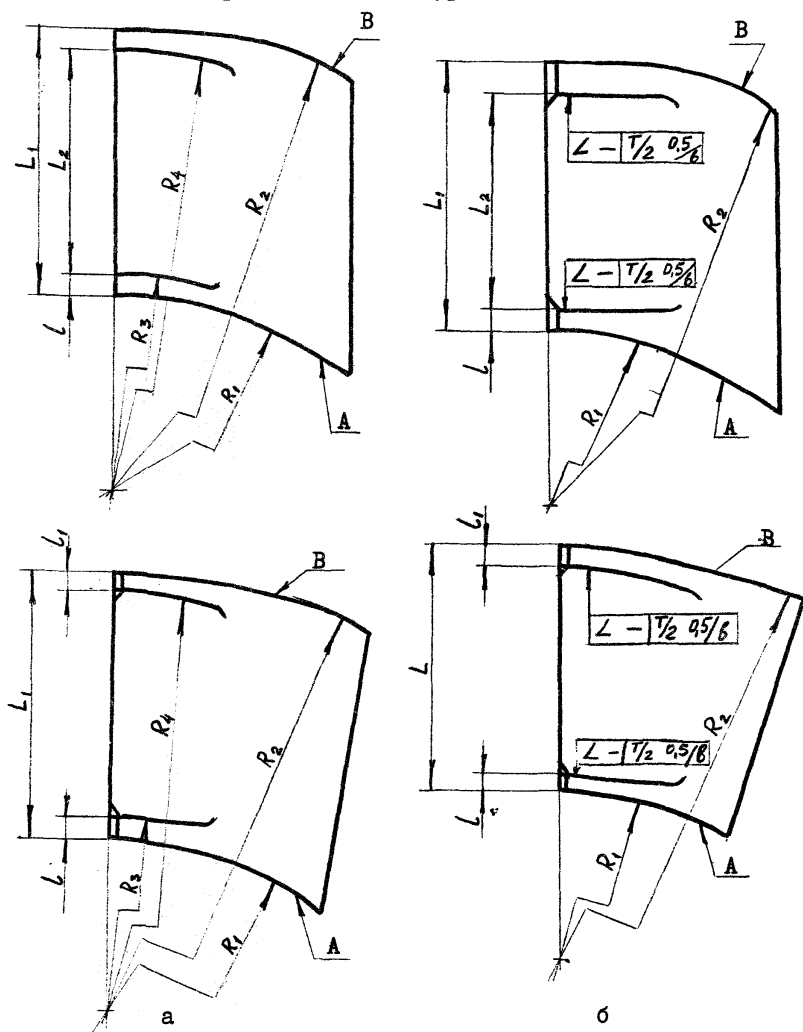
Таблица 5

Предельные отклонения формы профилей сечений,
размеров и допуск прямолинейности

мм

Хорда профиля, b	Предельные отклонения				Допуск прямолинейности образующих профиля
	формы профиля	b	C	$\delta_{\text{вых}}$	
До 40	$\pm 0,10$	$\pm 0,20$	$\pm 0,20$	$+ 0,08$	$0,10$
Св. 40 до 60	$+ 0,15$ $- 0,10$	$+ 0,30$ $- 0,20$	$+ 0,30$ $- 0,20$	$+ 0,10$	$0,10$
Св. 60 до 100	$+ 0,20$ $- 0,10$	$+ 0,40$ $- 0,20$	$+ 0,40$ $- 0,20$	$+ 0,15$	$0,15$
Св. 100 до 150	$+ 0,25$ $- 0,10$	$+ 0,50$ $- 0,20$	$+ 0,50$ $- 0,20$	$+ 0,20$	$0,15$
Св. 150 до 200	$+ 0,30$ $- 0,10$	$+ 0,60$ $- 0,20$	$+ 0,60$ $- 0,20$	$+ 0,25$	$0,20$
Св. 200 до 300	$+ 0,40$ $- 0,10$	$+ 0,80$ $- 0,20$	$+ 0,80$ $- 0,20$	$+ 0,30$	$0,20$
Св. 300	$+ 0,60$ $- 0,10$	$+ 1,20$ $- 0,20$	$+ 1,20$ $- 0,20$	$+ 0,35$	$0,20$

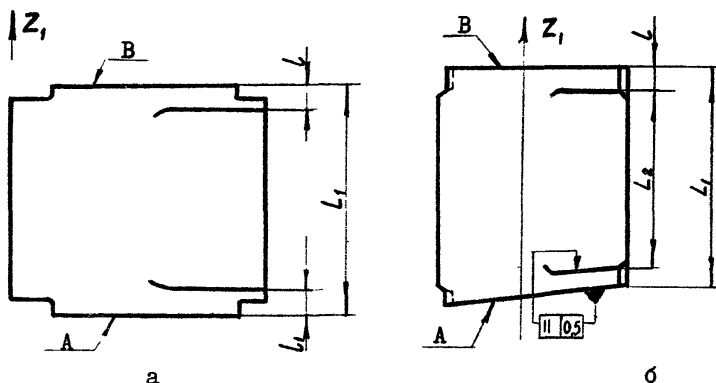
Лопатки направляющие сварных диафрагм
паровых и газовых турбин



- а - лопатки с радиусным заданием концевых утолщений;
 б - лопатки с прямолинейным заданием концевых утолщений
 в - протяженность участка, назначаемого разработчиком.

Черт. 6

Лопатки направляющие сварных диафрагм
осевых компрессоров



- а - лопатки постоянного профиля;
б - лопатки переменного профиля с косым торцом

Черт. 7

Таблица 6

Предельные отклонения высоты направляющих лопаток (L_1) и парового канала направляющих лопаток (L_2) сварных диафрагм паровых и газовых турбин и осевых компрессоров

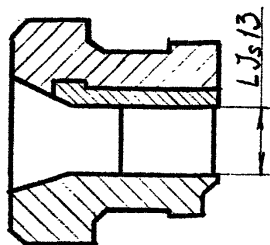
Размер	Предельные отклонения при длине L_1		
	до 250	св. 250 до 1000	св. 1000
L_1	- 0,4	- 0,6	- 0,8
L_2	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,6

Таблица 7

Предельные отклонения высоты концевых утолщений
(l и l_1) направляющих лопаток сварных диафрагм
паровых и газовых турбин и осевых компрессоров

Размер	мм		
	Предельные отклонения при длине l_1		
	до 300	св. 300 до 500	св. 500
l, l_1	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$

Лопатки литых и цельнофрезерованных
сопел регулируемых ступеней



Черт. 8

2.12. Предельные отклонения размеров расположения рабочей части лопаток указанных на черт. 9-13 приведены в табл. 8 - в радиальном направлении и в табл. 9 - в аксиальном и тангенциальном направлении.

2.13. Предельные отклонения размеров L_1 и L_2 указанных на черт. 9 и в табл. 8 при изготовлении лопаток с припуском для последующей обработки после сборки устанавливаются по J_5 13.

2.14. Допуски расположения рабочей части, указанные на черт. 10-13 и в табл. 9 в аксиальном и тангенциальном направлении, относятся к положению профиля сечения относительно сборочных баз.

Для рабочих лопаток газовых турбин, осевых компрессоров и приводных паровых турбин с длиной рабочей части свыше 300 мм допуск расположения рабочей части относительно сборочной баз:

$\pm 0,6$ мм для $a_{га}$; $\pm 0,7$ мм для $b_{га}$.

2.15. Предельные отклонения размеров $a_{ср}$ и $b_{ср}$, указанных на черт. 10-13 должны указываться в конструкторской документации для рабочих лопаток паровых турбин при $L \geq 500$ мм, для газовых турбин при $L \geq 200$ мм, для лопаток осевых компрессоров и направляющих лопаток турбин при $L \geq 400$ мм.

Предельные отклонения размеров $a_{ср}$ и $b_{ср}$ должны рассчитываться по линейному закону относительно предельных отклонений размеров $a_{хв}$, $a_{га}$ и $b_{хв}$, $b_{га}$ соответственно. Допускается измерение предельных отклонений размеров в аксиальном направлении производить как со стороны паровхода, так и со стороны паровхода.

2.16. Размеры $a_{хв}$ и $b_{хв}$, указанные на черт. 10-13 должны задаваться в первом от хвостовика контрольном сечении, размеры $a_{га}$, $b_{га}$ - в последнем полном контрольном сечении.

2.17. В технически обоснованных случаях допускается

уменьшение допусков расположения рабочей части лопаток относительно сборочной базы в аксиальном и тангенциальном направлениях, приведенных в табл. 9.

2.18. Допуски углов расположения профилей сечений рабочей части лопаток паровых и газовых турбин и осевых компрессоров относительно сборочной базы и углов установки направляющих лопаток сварных и литых диафрагм относительно плоскости вращения указаны на черт. I4-I6 и в табл. I0.

Допуски углов, выраженные в угловых единицах, назначаются по ГОСТ 8908-81 в зависимости от величины хорды контролируемого сечения.

2.19. Поля допусков размеров отверстий под связи и их расположения относительно сборочной базы указаны на черт. I7 и в табл. II

2.20. Для лопаток с размером до отверстия $h > 700$ мм предельные отклонения размеров расположения отверстий, указанные на черт. I7 и в табл. II, в аксиальном направлении должны задаваться от оси рабочей части лопатки.

Таблица 8

Предельные отклонения и поля допусков размеров расположения рабочей части лопаток относительно сборочной базы в радиальном направлении

мм								
L_1 и L_2		L и L_1				L_2		
лопаток с шипами	лопаток без шипов	турбинных лопаток с длиной рабочей части до 300		300-500	св. 500	компрессорных лопаток	турбинных лопаток до 30	
							30-80	св. 80
$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	Н14	Н13
								Н12

Примечание. Для лопаток с шипами предельные отклонения размеров L_1 и L_2 могут быть увеличены до $\pm 0,3$ мм, при условии, что в пределах одной партии разброс размеров L_1 и L_2 не превысит $\pm 0,1$ мм.

Таблица 9

Предельные отклонения размеров расположения рабочей части лопаток относительно сборочной базы в аксиальном и тангенциальном направлениях

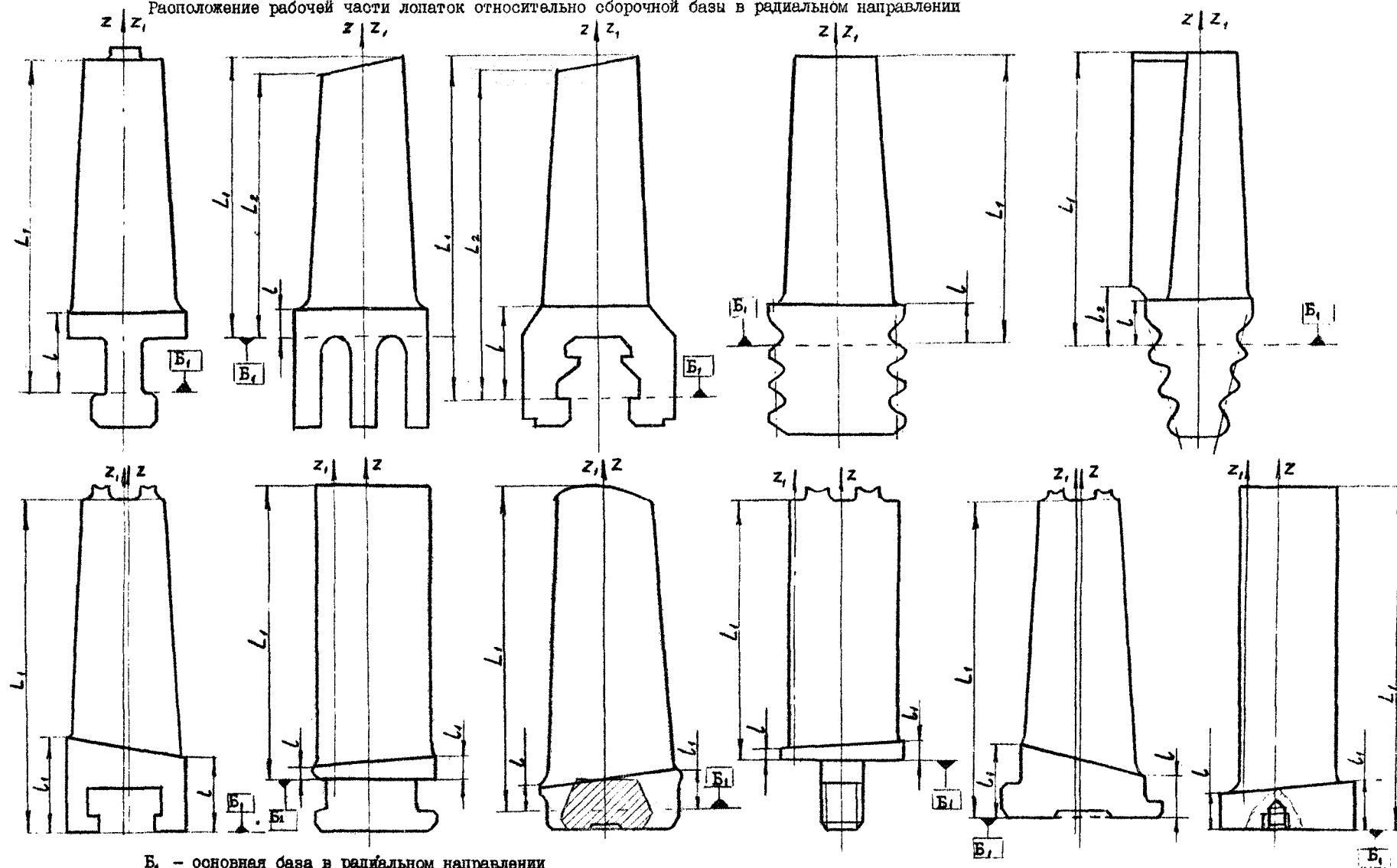
Длина рабочей части, L	В аксиальном направлении		В тангенциальном направлении	
	$a_{\text{гол}}$	$a_{\text{хв}}$	$b_{\text{гол}}$	$b_{\text{хв}}$
До 100	$\pm 0,20$	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$	$\pm 0,15$
Св. 100 до 300	$\pm 0,30$		$\pm 0,40$	$\pm 0,20$
Св. 300 до 500	$\pm 1,5$ ($\pm 1,0$)	$\pm 0,20$	$\pm 2,0$ ($\pm 1,0$)	$\pm 0,30$
Св. 500 до 700	$\pm 2,0$ ($\pm 1,5$)	$\pm 0,30$	$\pm 2,5$ ($\pm 1,5$)	
Св. 700 до 950	$\pm 3,0$ ($\pm 2,0$)	$\pm 0,40$	$\pm 3,5$ ($\pm 2,0$)	$\pm 0,40$
Св. 950 до 1200	$\pm 3,5$ ($\pm 2,5$)	$\pm 0,50$	$\pm 4,0$ ($\pm 2,0$)	$\pm 0,50$
Св. 1200	$\pm 4,0$ ($\pm 3,0$)		$\pm 4,5$ ($\pm 3,0$)	

Примечания: 1. В скобках указаны предельные отклонения для лопаток имеющих ёлочные хвостовики с дуговой заводкой

2. Для лопаток энергетических газовых и паровых турбин предельные отклонения на $a_{\text{хв}}$ и $b_{\text{хв}}$ обеспечиваются инструментом.

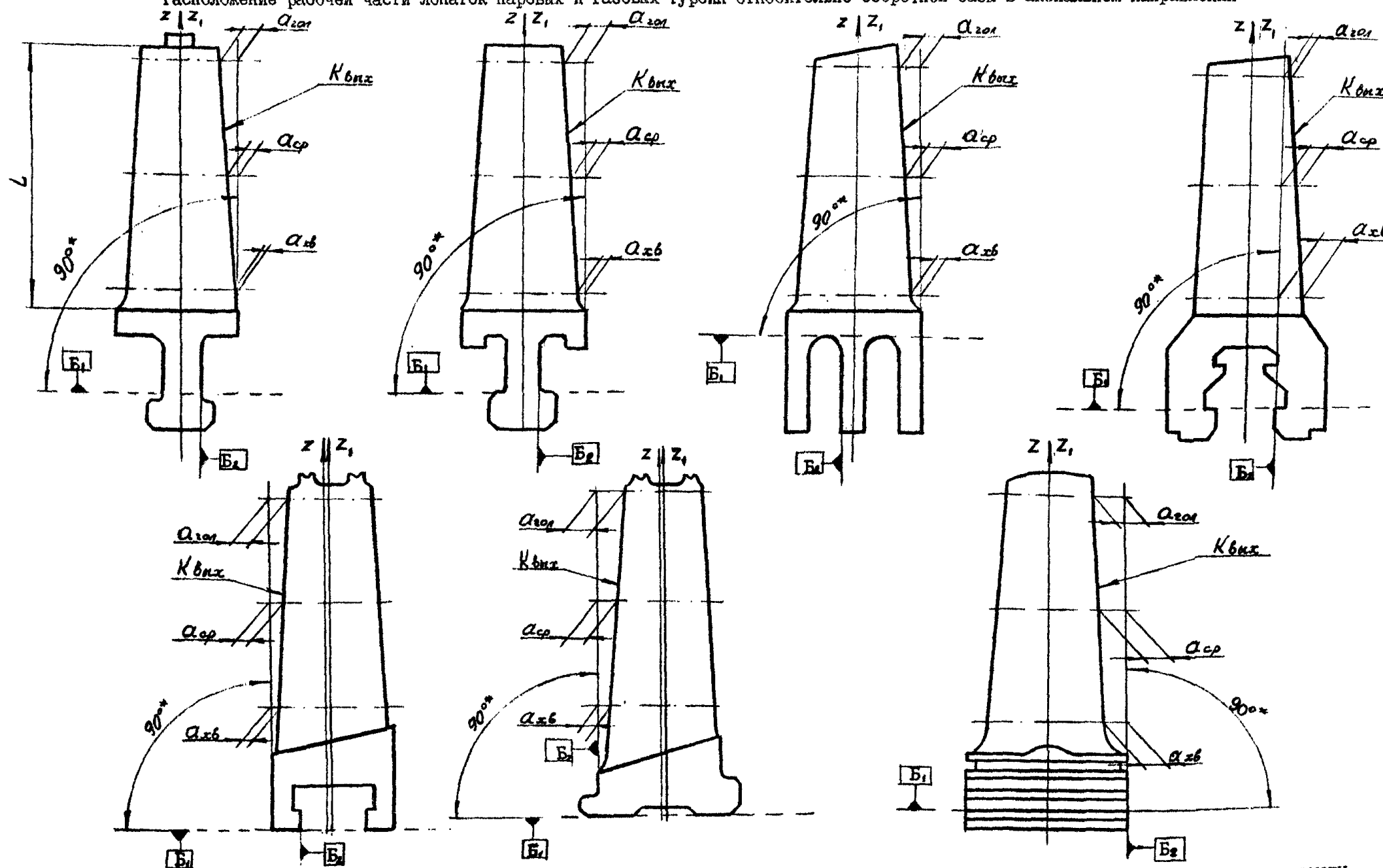
3. Для лопаток энергетических паровых турбин предельные отклонения на $a_{\text{гол}}$ и $b_{\text{гол}}$ для диапазона длин рабочей части лопаток св. 100 до 300 мм равны $\pm 0,8$ мм и $\pm 1,2$ мм соответственно.

Расположение рабочей части лопаток относительно сборочной базы в радиальном направлении



Черт. 9

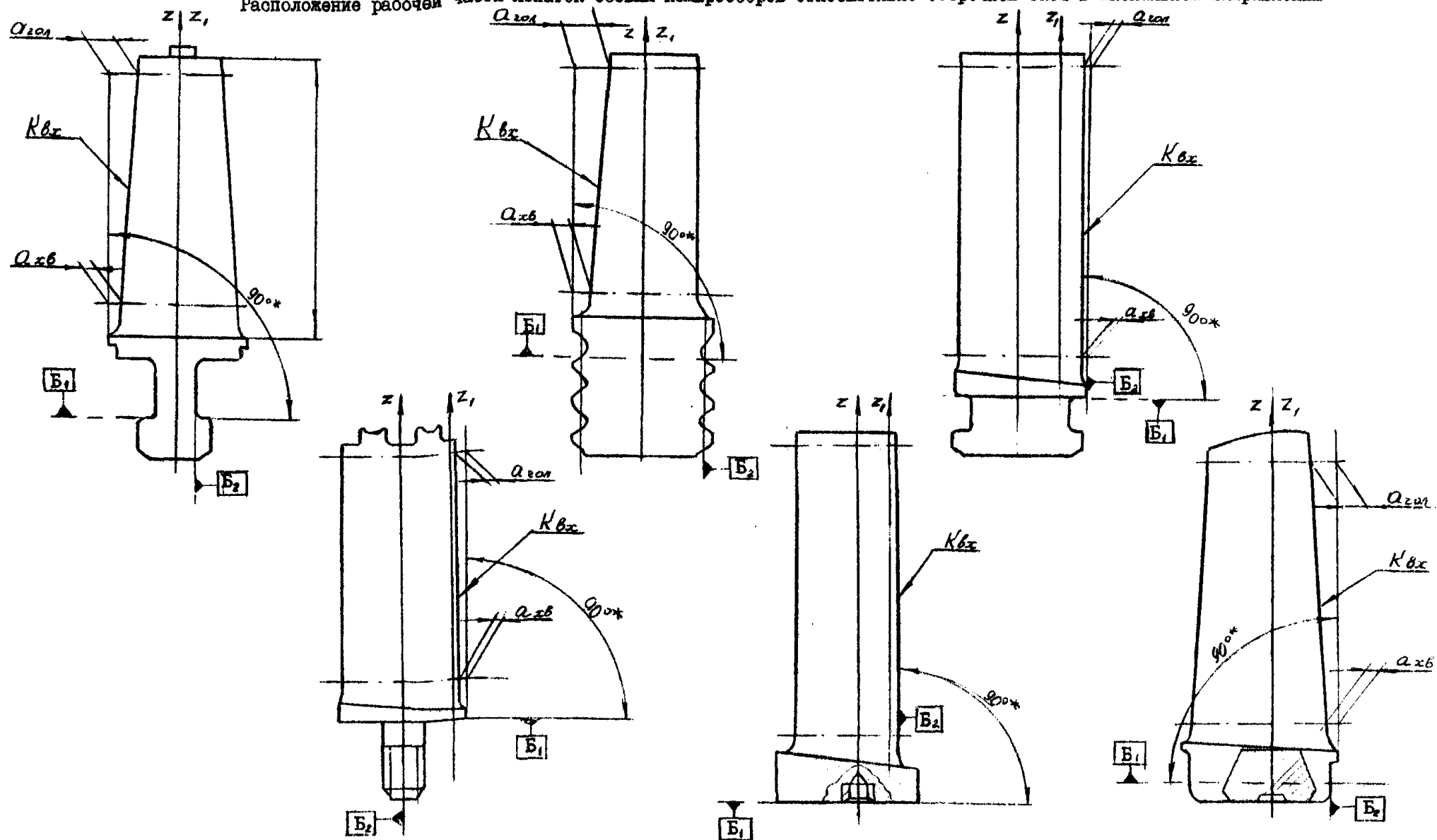
Расположение рабочей части лопаток паровых и газовых турбин относительно сборочной озы в аксиальном направлении



$K_{внх}$ - выходная кромка; B_1 - основная база в радиальном направлении; B_2 - основная база в аксиальном направлении; a_{xb} ; $a_{ср}$; a_{201} - размеры расположения рабочей части лопатки относительно сборочной озы соответственно в хвостовом, среднем и головном сечениях.

Черт. 10

Расположение рабочей части лопаток осевых компрессоров относительно сборочной базы в аксиальном направлении

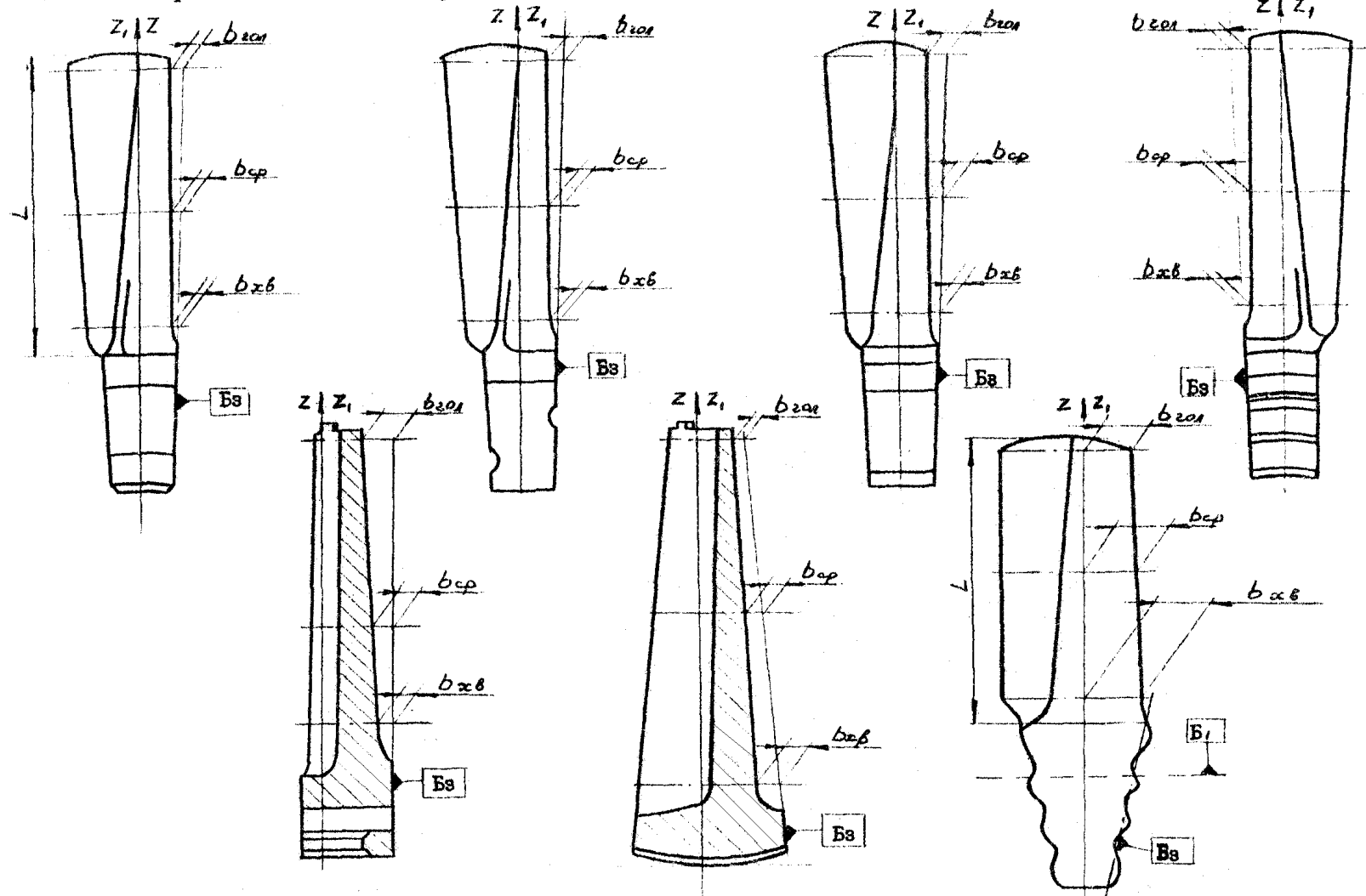


$K_{вх}$ - входная кромка; $Б_1$ - основная база в радиальном направлении; $Б_2$ - основная база в аксиальном направлении;

$a_{хв}$, $a_{ср}$, $a_{гол}$ - размеры расположения рабочей части лопатки относительно сборочной базы соответственно в хвостовом, среднем и головном сечениях.

Черт. II

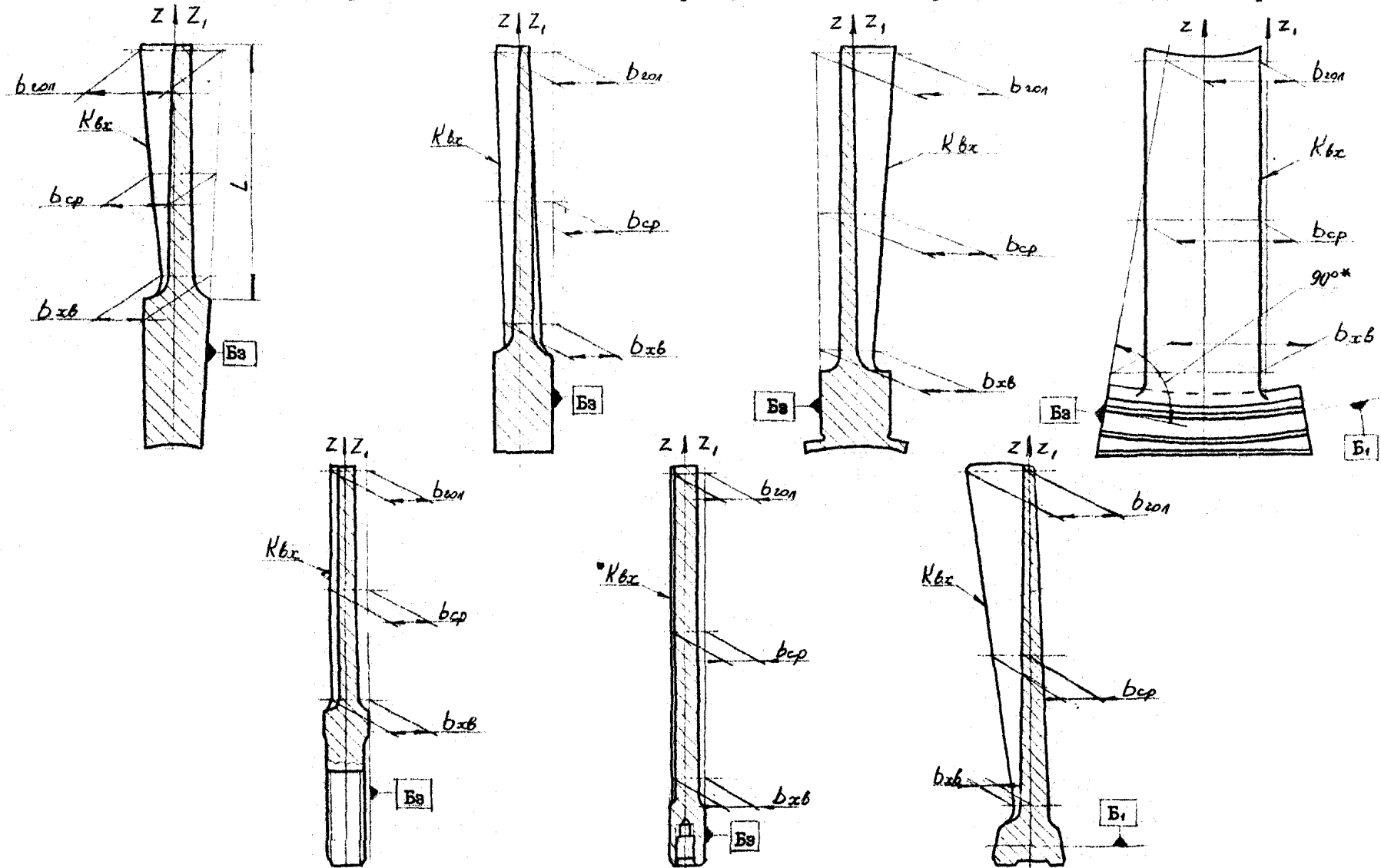
Расположение рабочей части лопаток паровых и газовых турбин относительно оборочной базы в тангенциальном направлении



B_1 - основная база в аксиальном направлении; B_3 - основная база в тангенциальном направлении; b_{xb} , b_{cp} , b_{201} - размеры расположения рабочей части лопатки относительно оборочной базы соответственно в хвостовом, среднем и головном сечениях.

Черт. 12

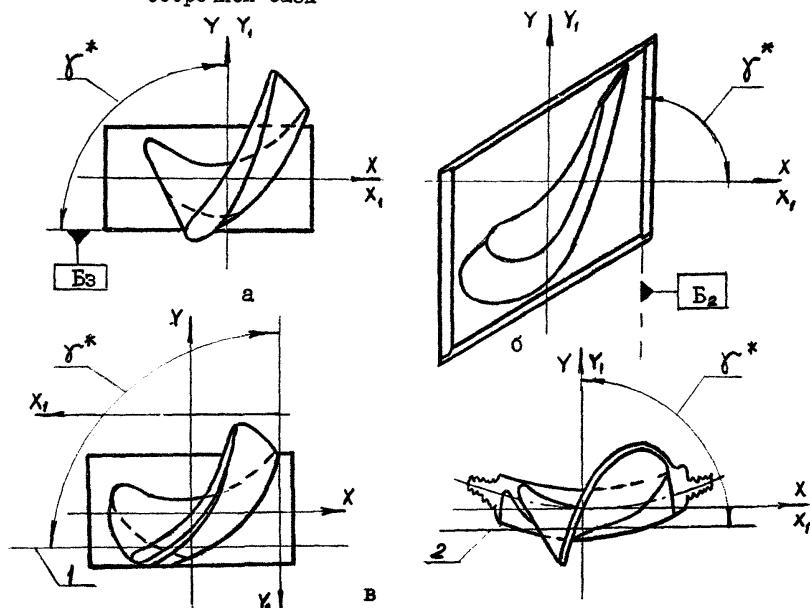
Расположение рабочей части лопаток осевых компрессоров относительно сборочной базы в тангенциальном направлении



$K_{вх}$ - входная кромка; $B_с$ - основная база в радиальном направлении; $B_т$ - основная база в тангенциальном направлении; $b_{вх}$, $b_{ср}$, $b_{хв}$ - размеры расположения рабочей части лопатки относительно сборочной базы соответственно в хвостовом, оруднем и головном сечениях.

Черт. 13

Углы расположения профилей сечений рабочей части лопаток паровых и газовых турбин относительно сборочной базы



а - лопатки турбин радиальной установки, рабочие; б - лопатки турбин радиальной установки, направляющие; в - лопатки турбин торцевой установки, рабочие; г - лопатки турбин торцевой установки, направляющие; 1 - линия пересечения опорной поверхности зуба с поверхностью B_1 ; 2 - касательная к линии пересечения опорной поверхности зуба с поверхностью B_1 ; B_1 - основная база в радиальном направлении; B_2 - основная база в аксиальном направлении; B_3 - основная база в тангенциальном направлении.

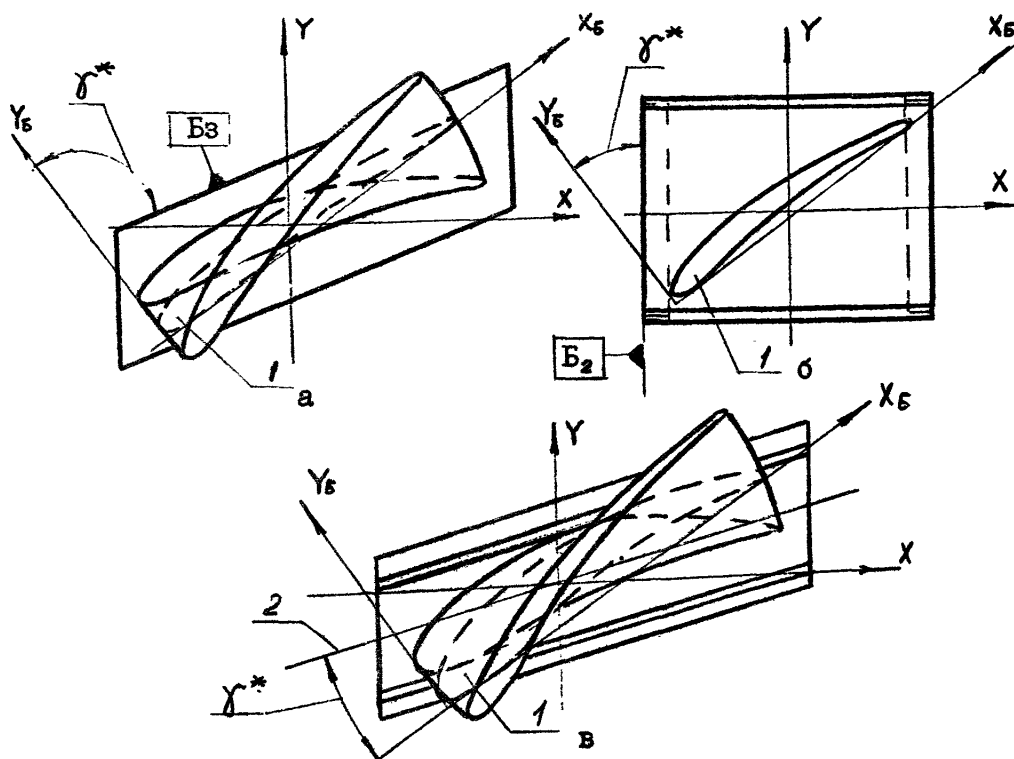
Черт. 14

Таблица 10

Допуски углов расположения профилей сечений рабочей части лопаток паровых и газовых турбин относительно сборочной базы

Длина рабочей части, мм	Хвостовое сечение	Головное сечение
До 500	$\pm \frac{AT14}{2}$	$\pm \frac{AT15}{2}$
Св. 500	$\pm \frac{AT14}{2}$	$\pm \frac{AT16}{2}$

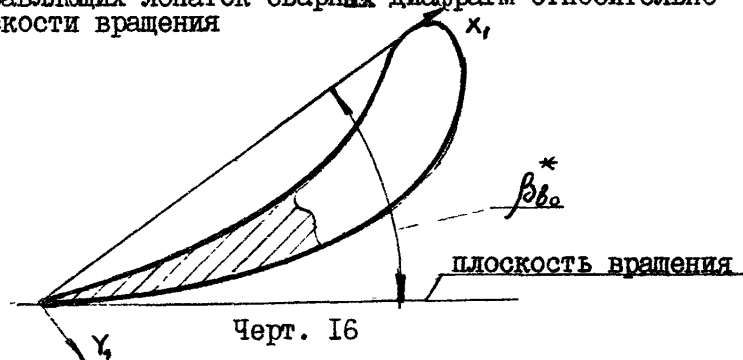
Углы расположения профилей сечений рабочей части лопаток осевых компрессоров относительно сборочной базы



а - лопатки компрессоров радиальной установки, рабочие;
б - лопатки компрессоров радиальной установки, направляющие;
в - лопатки компрессоров торцовой установки, рабочие; 1 - базовое сечение; 2 - плоскость симметрии профиля хвостовика;
Б₂ - основная база в аксиальном направлении; Б₃ - основная база в тангенциальном направлении

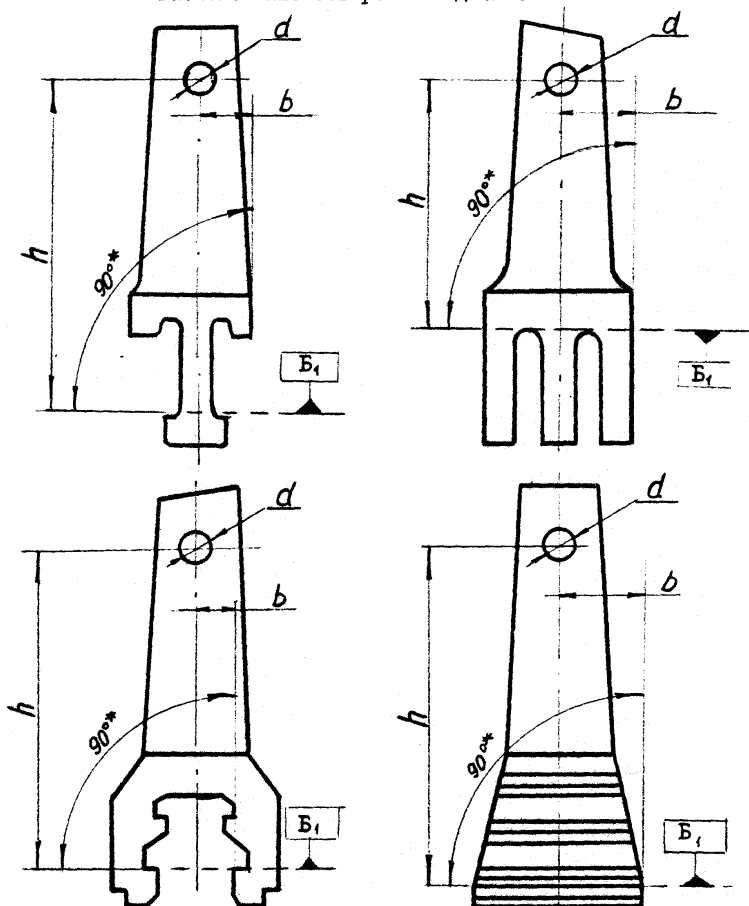
Черт. 15

Углы установки профиля сечения рабочей части направляющих лопаток сварных диафрагм относительно плоскости вращения



Черт. 16

Расположение отверстий под связи



$Б_1$ - основная база в радиальном направлении

Черт. 17

Таблица II

Поля допусков размеров отверстий под связи и их расположения относительно сборочной базы

h	b	d
$J_S II$	$J_S I3$	Н13 (Н11 для отверстий под пайку и для \times - образных связей)

3. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ ЛОПАТОК, ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗ ТОЧНОШТАМПОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

3.1. Допуски и предельные отклонения размеров и формы профилей сечений рабочей части направляющих и рабочих лопаток из точноштампованных заготовок стационарных паровых турбин указанных на черт. 18 приведены:

в табл. 12 - для направляющих лопаток;

в табл. 13 - для рабочих лопаток.

Примечание. Точноштампованной заготовкой называется поковка лопатки, рабочая часть которой выполнена с номинальным припуском под окончательную механическую обработку обеспечивающим размерную или безразмерную шлифовку или полировку, при этом входная и выходная кромки рабочей части и галтели имеют штамповочные напуски, а хвостовик - припуски по ОСТ 108.020.88-77, обусловленные технологией точной штамповки и снимаемые лезвийной механической обработкой.

3.2. Величина участка наружного профиля aa_1 , устанавливается конструктором.

3.3. Предельные отклонения толщины выходной кромки $\delta_{\text{вых}}$ распространяются на выходной участок профиля, длина которого равна $0,1 b$.

3.4. Допускается производить замер толщины выходной кромки на фиксированном расстоянии от торца, вместо $\delta_{\text{вых}}$, указанных на черт. 1-5, при условии обеспечения величины R .

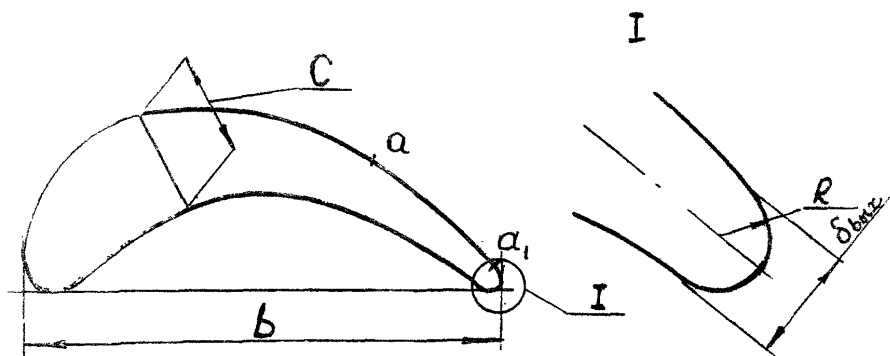
3.5. Допуск прямолинейности ^{поверхности} рабочей части для лопаток переменного профиля относится к участку между контрольными сечениями, для лопаток постоянного профиля - к участку длиной 100 мм, а при длине рабочей части менее 100 мм - ко всей длине рабочей части.

3.6. Предельные отклонения размеров расположения рабочей части лопаток относительно сборочной базы в радиальном, осевом и тангенциальном направлениях указаны на черт. 9, 10 и 12, в табл. 8 и 9.

3.7. Допуски углов расположения профилей сечений рабочей части лопаток относительно сборочной базы указаны на черт. 14-16 и в табл. 10.

3.8. Поля допусков размеров отверстий под связи и их расположения относительно сборочной базы указаны на черт. 17 и в табл. 11.

ПРОФИЛЬ СЕЧЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ ЛОПАТКИ



Черт. 18

Таблица 12

Допуски и предельные отклонения размеров и
 формы профилей сечений рабочей части направ-
 ляющих лопаток паровых турбин

мм

Хорда про- филя, b	Длина рабо- чей части	Д о п у с к и			Предельные отклонения		Допуск прямолиней- ности об- разующих профиля
		формы профиля кроме участка aa_1	C	b	на участке aa_1	$\delta_{\text{внх}}$	
До 30	До 200	0,30	0,6	0,45	$\pm 0,05$	$\pm 0,08$	0,05
	Св. 200	0,35	0,7	0,50	$\pm 0,05$	$\pm 0,08$	
Св. 30 до 80	До 200	0,35	0,7	0,53	$\pm 0,08$	$+ 0,10$ $- 0,05$	0,10
	Св. 200	0,40	0,8	0,60	$\pm 0,10$	$+ 0,15$ $- 0,05$	
Св. 80 до 150	До 300	0,50	1,0	0,75	$\pm 0,12$	$+ 0,15$ $- 0,10$	0,10
	Св. 300	0,55	1,1	0,80	$\pm 0,15$	$+ 0,20$ $- 0,10$	
Св. 150 до 250	До 500	0,65	1,3	1,00	$\pm 0,17$	$+ 0,25$ $- 0,10$	0,20
	Св. 500	0,70	1,4	1,05	$\pm 0,20$	$+ 0,25$ $- 0,10$	
Св. 250 до 300	До 700	0,80	1,6	1,25	$\pm 0,22$	$+ 0,25$ $- 0,10$	0,25
	Св. 700	0,85	1,7	1,25	$\pm 0,25$	$+ 0,30$ $- 0,10$	
Св. 350	Св. 700	0,90	1,8	1,30	$\pm 0,35$	$+ 0,30$ $- 0,10$	0,35

Таблица 13

Допуски и предельные отклонения размеров
и формы профилей сечений рабочей части
рабочих лопаток паровых турбин

Хорда профиля, <i>b</i>	Длина рабочей части	Д о п у с к и			Предельные отклонения		Допуск прямолиней- ности об- разующих профиля
		формы профиля кроме участка <i>аа₁</i>	<i>c</i>	<i>b</i>	на участке <i>аа₁</i>	δ_{max}	
До 20	--	0,15	0,30	0,30	$\pm 0,05$	$\pm 0,08$	0,05
Св. 20 до 40	До 50	0,20	0,40	0,40	$\pm 0,08$	$\pm 0,10$	0,10
	Св. 50	0,25	0,50	0,45	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$ $- 0,10$	
Св. 40 до 60	До 200	0,35	0,70	0,60	$\pm 0,12$ $- 0,10$	$\pm 0,15$ $- 0,10$	0,10
	Св. 200	0,40	0,80	0,65	$\pm 0,15$ $- 0,10$	$\pm 0,15$ $- 0,10$	
Св. 60 до 100	До 250	0,45	0,90	0,70	$\pm 0,17$ $- 0,10$	$\pm 0,15$ $- 0,10$	0,15
	Св. 250	0,50	1,00	0,80	$\pm 0,20$ $- 0,10$	$\pm 0,20$ $- 0,10$	
Св. 100 до 150	До 300	0,55	1,10	0,85	$\pm 0,22$ $- 0,10$	$\pm 0,20$ $- 0,10$	0,15
	Св. 300	0,60	1,20	0,90	$\pm 0,25$ $- 0,10$	$\pm 0,20$ $- 0,10$	
Св. 150 до 200	До 500	0,65	1,30	1,00	$\pm 0,27$ $- 0,10$	$\pm 0,25$ $- 0,10$	0,20
	Св. 500	0,70	1,40	1,05	$\pm 0,30$ $- 0,10$	$\pm 0,25$ $- 0,10$	
Св. 200 до 300	До 700	0,80	1,60	1,15	$\pm 0,36$ $- 0,10$	$\pm 0,25$ $- 0,10$	0,20
	Св. 700	0,85	1,70	1,25	$\pm 0,40$ $- 0,10$	$\pm 0,30$ $- 0,10$	
Св. 300	До 700	0,90	1,80	1,30	$\pm 0,50$ $- 0,10$	$\pm 0,30$ $- 0,10$	0,20
	Св. 700	0,95	1,90	1,35	$\pm 0,60$ $- 0,10$	$\pm 0,30$ $- 0,10$	

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ УКАЗАНИЕМ Министерства
тяжелого, энергетического и транспортного машиностро-
ения СССР ВА-002 - I/ 5843 от 28.12.87

ИСПОЛНИТЕЛИ

А.А. Лесных (руководитель темы); Л.Д. Полякова

2. Срок первой проверки 1989 год
периодичность проверки 5 лет
3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ
4. ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 8908-81	2.18
ОСТ 108.020.88-77	3.1

СОДЕРЖАНИЕ

- РД 24.260.09-87 Методические указания.Выбор конструкции и размеров профилей хвостовых соединений лопаток паровых и газовых турбин и осевых компрессоров при проектировании /
- РД 24.260.10-87 Методические указания.Выбор предельных отклонений размеров рабочей части лопаток паровых и газовых турбин и осевых компрессоров при проектировании 52
- РД 24.260.11-87 Методические указания.Выбор конструкции и размеров головной части лопаток паровых и газовых турбин и осевых компрессоров при проектировании 79
- РД 24.260.12-87 Методические указания.Выбор параметра шероховатости рабочей части лопаток паровых и газовых турбин и осевых компрессоров при проектировании 97

Ротапринт. Подписано к печати 28.01.88. Формат бум.60х90^{1/8}
Объем 13 печ.л. Тираж 150. Заказ 110. Цена 1 р.20 к.

НПО ЦКТИ. 194021, Ленинград, Политехническая ул., д.24

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ВЫБОР ПРЕДЕЛЬНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ
РАЗМЕРОВ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ
ЛОПАТОК ПАРОВЫХ
И ГАЗОВЫХ ТУРБИН
И ОСЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Дата введения 01.07.90

Утверждено и введено в действие указанием Министерства тяжелого машиностроения СССР от 29.01.90 № АВ-002-1-1005

Пункт 1.1 изложить в новой редакции:

«1.1. Отклонения формы профиля в пределах поля допуска должны быть плавно выведены на длине не менее двадцатикратной величины предельного отклонения».

Пункт 1.2 изложить в новой редакции:

«1.2. Предельные отклонения размеров и формы профилей сечений рабочей части лопаток должны быть указаны на чертежах теоретических профилей сечений рабочей части».

Пункт 2.3 изложить в новой редакции:

«2.3. Для турбинных лопаток с размером $c < 5$ мм предельные отклонения на размеры $\delta_{\text{вых}}$, b и c должны быть положительными и включать все поле допуска».

Пункт 2.5 изложить в новой редакции:

«2.5. Допускается производить контроль толщины выходной кромки на фиксированном расстоянии от конца выходной кромки вместо измерения $\delta_{\text{вых}}$, при этом необходимо обеспечить правильность выполнения радиуса R ».

Пункт 2.7 изложить в новой редакции:

«2.7. Предельные отклонения радиальных размеров, высоты концевых утолщений и допуск формы торцов A и B «в тело» направляющих лопаток для сварных диафрагм паровых и газовых турбин и осевых компрессоров, указанных на черт. 6 и 7, приведены в табл. 6. Контроль размеров L_1 , L_2 , l и l_1 должен осуществляться на участке, назначаемом разработчиком».

Пункт 2.7. Таблицу 6 изложить в новой редакции. Таблицу 7 исключить.

Пункт 2.8 исключить.

Пункт 2.12 дополнить новыми чертежами 9а, 10а, 12а и изложить в новой редакции:

«2.12. Предельные отклонения размеров расположения рабочей части лопаток, указанных на черт. 9, 9а, 10, 10а, 11, 12, 12а, 13,

Таблица 6

Предельные отклонения высоты направляющих лопаток L_1 , парового канала L_2 , концевых утолщений l и l_1 и допуск формы торцов A и B сварных диафрагм паровых и газовых турбин и осевых компрессоров

мм

Наименование	Длина L_1			
	до 250	св. 250 до 600	св. 600	св. 1000
Предельные отклонения размеров:				
L_1	—0,6 (—0,4)	—0,8 (—0,6)	—1,0	—2,0
L_2	+0,3 (+0,3) —0,2	+0,4 (+0,4) —0,3	—	—
l, l_1	+0,3 (±0,2) —0,2	+0,4 (±0,3) —0,3	±0,5	±1,0
Допуск формы торцов A и B «в тело»:				
на участке выхода *	0,3 (0,2)	0,4 (0,3)	0,5	1,0
на участке входа	0,4	0,6	0,8	1,5

* Протяженность участков назначается разработчиком.

Примечание. В скобках указаны величины для лопаток приводных паровых турбин, компрессоров и газовых турбин.

приведены в табл. 8 (в радиальном направлении) и в табл. 9 (в аксиальном и тангенциальном направлениях)».

Таблицы 8 и 9 изложить в новой редакции.

Пункт 2.14. Исключить второй абзац.

Пункт 2.15. Последний абзац изложить в новой редакции:

«Допускается производить измерение размеров в аксиальном направлении как со стороны паровыххода, так и со стороны паровыххода».

Пункт 2.20 изложить в новой редакции:

«2.20. Размеры расположения отверстий под связи допускается задавать от оси лопатки. Предельные отклонения при этом должны соответствовать указанным на черт. 17 и в табл. 11».

Пункт 3.1. Таблицу 12 изложить в новой редакции.

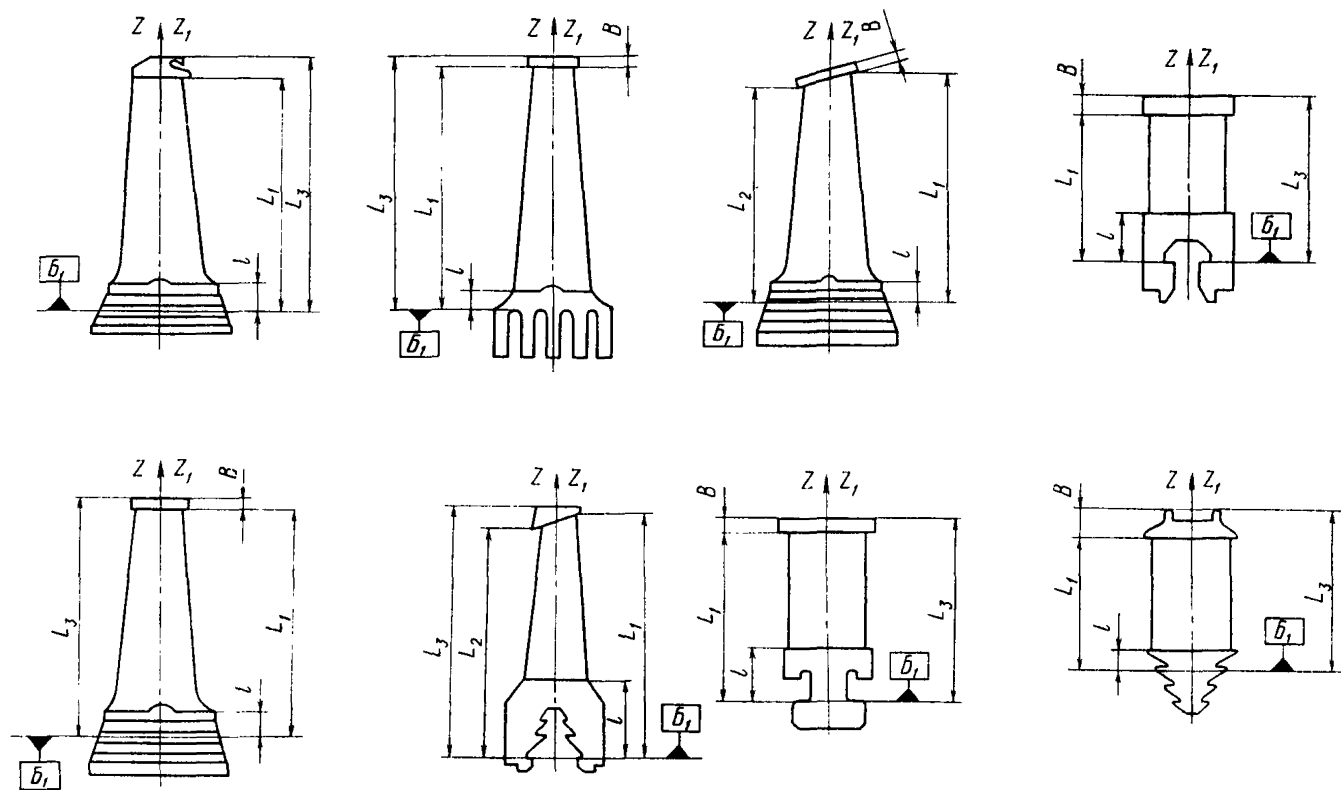
Пункт 3.4 изложить в новой редакции:

«3.4. Допускается производить контроль толщины выходной кромки на фиксированном расстоянии от конца выходной кромки вместо измерения $\delta_{\text{вых}}$, при этом необходимо обеспечить правильность выполнения радиуса R ».

Пункт 3.6 изложить в новой редакции:

«3.6. Предельные отклонения размеров расположения рабочей части лопаток относительно сборочной базы в радиальном, аксиальном и тангенциальном направлениях указаны на черт. 9, 9а, 10, 10а, 12, 12а и в табл. 8 и 9».

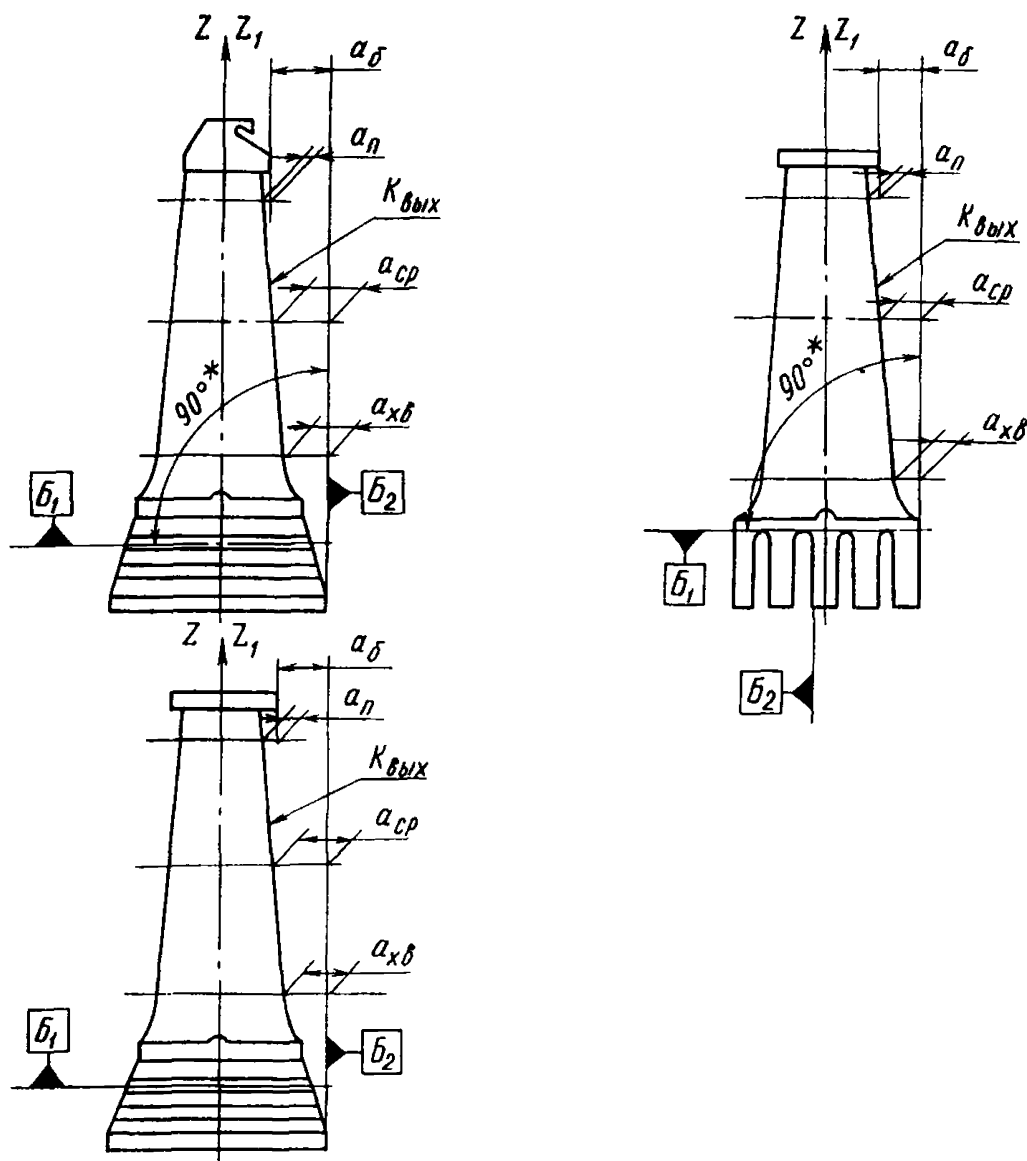
Расположение рабочей части лопаток с цельнофрезерованными бандажами относительно сборочной базы в радиальном направлении (для паровых турбин)



B_1 — основная база в радиальном направлении; B — толщина бандажа (размер справочный)

Черт. 9а

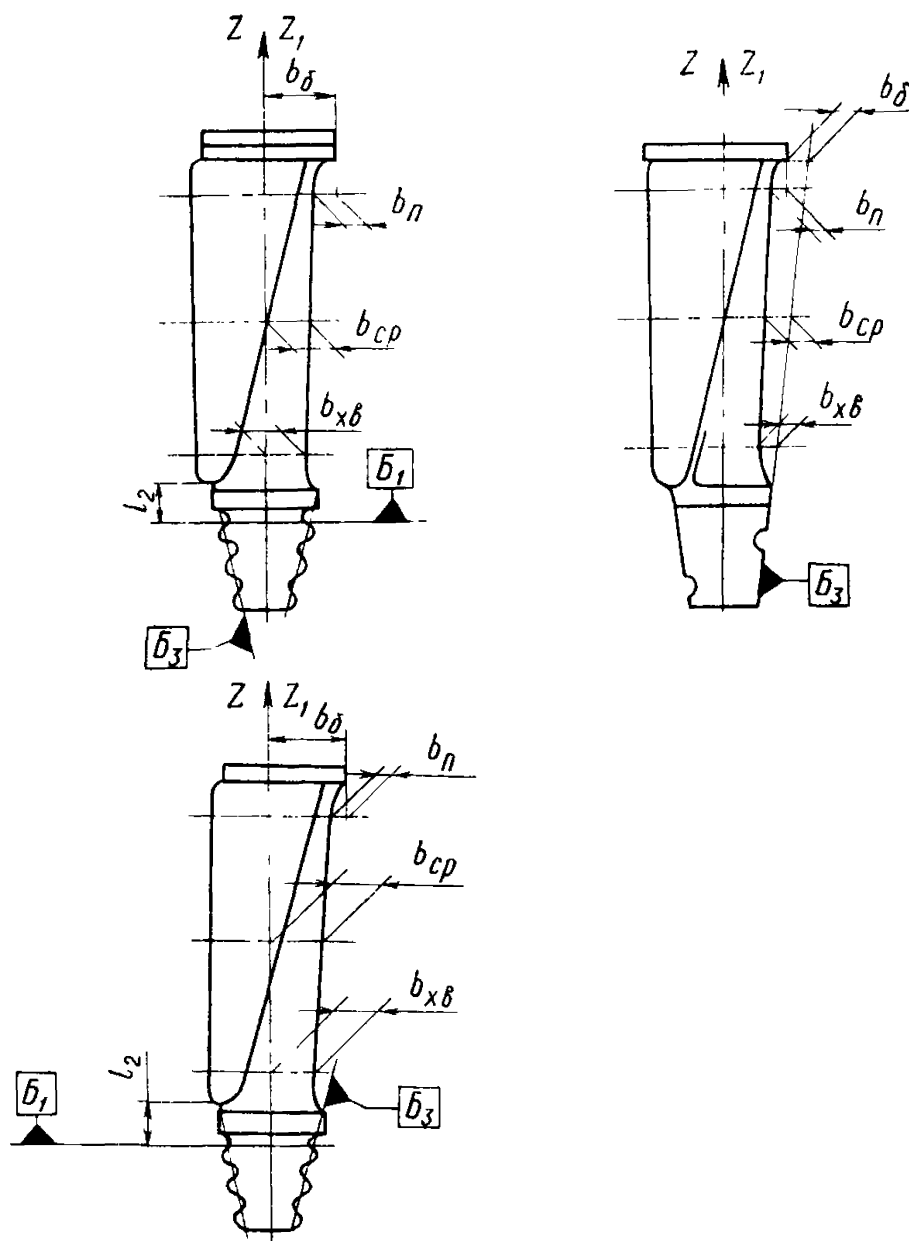
Расположение рабочей части лопаток с цельнофрезерованными бандажами относительно сборочной базы в аксиальном направлении (для паровых турбин)



$K_{вых}$ — выходная кромка; B_1 — основная база в радиальном направлении; B_2 — основная база в аксиальном направлении; a_{xb} , a_{cp} , a_δ — размеры расположения рабочей части лопатки относительно сборочной базы соответственно в хвостовом, среднем сечении и по бандажу; a_n — размер расположения бандажа относительно рабочей части лопатки в аксиальном направлении

Черт. 10а

Расположение рабочей части лопаток с цельнофрезерованными бандажами относительно сборочной базы в тангенциальном направлении (для паровых турбин)



B_1 — основная база в аксиальном направлении; B_3 — основная база в тангенциальном направлении; b_{xb} , b_{cp} , b_δ — размеры расположения рабочей части лопатки относительно сборочной базы соответственно в хвостовом, среднем сечениях и по бандажу; b_n — размер расположения бандажа относительно рабочей части в тангенциальном направлении

Черт. 12а

Таблица 8

**Предельные отклонения и поля допусков размеров
расположения рабочей части лопатки относительно сборочной базы
в радиальном направлении**

мм									
L_1, L_2, L_3			l, l_1				l_2		
Лопатки с ши- лами	Лопатки без ши- пов	Лопатки с цель- нофрезерован- ными бандажами	Турбинные лопатки с рабочей частью длиной			Компрессорные лопатки	Турбинные лопатки		
			до 300	св. 300 до 500	св. 500		до 30	св. 30 до 80	св. 80
$\pm 0,1$	$\gamma_s 12$	$\gamma_s 11^*$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$h12$	H14	H13	H12

* Для новых и модернизируемых лопаток.

Таблица 9

**Предельные отклонения размеров расположения рабочей части лопаток
относительно сборочной базы в аксиальном и тангенциальном направлениях**

мм						
Длина рабочей части	В аксиальном направлении			В тангенциальном направлении		
	$a_{гол}, a_б$	$a_{хв}$	a_n	$b_{гол}, b_б$	$b_{хв}$	b_n
До 100	$\pm 0,20$	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$
Св. 100 до 300	$\pm 0,80$			$\pm 1,20$	$\pm 0,20$	
Св. 300 до 500	$\pm 1,5 (\pm 1,0)$			$\pm 2,0 (\pm 1,0)$	$\pm 0,30$	
Св. 500 до 700	$\pm 2,0 (\pm 1,5)$	$\pm 0,30$	$\pm 0,25$	$\pm 2,5 (\pm 1,5)$	$\pm 0,40$	$\pm 0,25$
Св. 700 до 950	$\pm 3,0 (\pm 2,0)$			$\pm 3,5 (\pm 2,0)$		
Св. 950 до 1200	$\pm 3,5 (\pm 2,5)$			$\pm 4,0 (\pm 2,0)$		
Св. 1200	$\pm 4,0 (\pm 3,0)$			$\pm 4,5 (\pm 3,0)$	$\pm 0,50$	

Примечания:

- В скобках указаны предельные отклонения для лопаток, имеющих елочные хвостовики с дуговой заводкой.
- Для лопаток энергетических паровых и газовых турбин предельные отклонения на $a_{хв}$, a_n , $b_{хв}$, b_n обеспечиваются инструментом.
- Для лопаток приводных паровых турбин, газовых турбин и компрессоров предельные отклонения на $a_{гол}$ и $b_{гол}$ для диапазона длин рабочей части от 100 до 300 мм равны $\pm 0,3$ и $\pm 0,4$ мм соответственно, для диапазона свыше 300 мм $\pm 0,6$ и $\pm 0,7$ мм соответственно.
- Разброс по аксиальным отклонениям между соседними лопатками в комплекте на рабочее колесо не должен превышать 1,0 мм.
- Указанные в табл. 9 величины предельных отклонений на $a_б$, $a_{гол}$, $b_б$, b_n , $b_{гол}$ не распространяются на обандаженные лопатки с грибовидными хвостовиками.

Таблица 12

Допуски и предельные отклонения размеров и формы профилей сечений
рабочей части направляющих лопаток паровых турбин

мм

Хорда профиля b	Длина рабочей части	Допуски		Предельные отклонения $\delta_{\text{вых}}$	Допуск прямолиней- ности образующих профиля
		формы профиля	b, c		
До 30	До 200	0,30	0,60	+0,20	0,15
	Св. 200	0,35	0,70	—0,10	
Св. 30 до 80	До 200	0,35	0,70	+0,20 —0,10	0,20
	Св. 200	0,40	0,80	+0,20 —0,10	
Св. 80 до 150	До 300	0,50	1,00	+0,20 —0,10	0,30
	Св. 300	0,55	1,10	+0,20 —0,10	
Св. 150 до 250	До 500	0,65	1,30	+0,25 —0,10	0,35
	Св. 500	0,70	1,40	+0,25 —0,10	
Св. 250 до 350	До 700	0,80	1,60	+0,30 —0,10	0,35
	Св. 700	0,85	1,70	+0,30 —0,10	
Св. 350	Св. 700	0,90	1,80	+0,30 —0,10	0,70

Примечание. Величину предельных отклонений на форму профиля и размеры b и c при указанных в таблице допусках определяет разработчик лопатки.

Редактор *Н. М. Сухинова*

Технический редактор *А. Н. Крупенева*

Корректор *Л. А. Подрезова*

Сдано в набор 25.10.90. Подписано к печ. 07.02.91. Формат бум. $60 \times 90^{1/16}$.

Объем 0,5 печ. л.

Тираж 150.

Заказ 867.

НПО ЦКТИ. 194021, Ленинград, Политехническая ул., д. 24