ИНСТРУКЦИЯ № 1021—73

(Взамен инструкций № 751—59. 15-7—64
и дополнения к ним от 17/VII 1968 г.)

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В95; В95 п. ч.; В93 и В93 п. ч.

Утверждаю	Утверждаю	Утверждаю
Начальник ВИАМ	Зам. начальника ЦАГИ	Начальник НИАТ
А. Т. Туманов	*А. Ф. Селихов*	*С. М. Лещенко*
4 апреля 1973 г.	30 июля 1973 г.	16 июля 1973 г.

ИНСТРУКЦИЯ № 1021—73

(Взамен инструкций № 751—59, 15-7—64 и дополнения к ним от 17/VII 1968 г.)

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В95; В95 п. ч.; В93 и В93 п. ч.

1. Общие указания

1.1. Инструкция является руководством по конструированию и технологии изготовления деталей и изделий из высокопрочных сплавов В95, В95 п. ч., В93 и В93 п. ч.

1.2. Сплавы В95, В95 п. ч., В93, В93 п. ч. относятся к группе деформируемых сплавов системы алюминий—цинк—магний—медь. Сплавы В95 п. ч. и В93 п. ч. изготовляются на алюминии повышенной чистоты (по примесям железа и кремния) и отличаются повышенной пластичностью. В авиационной технике применять только сплавы В95 п. ч. и В93 п. ч. (взамен сплавов В95 и В93) по ОСТ 1 90026—71.

1.3. Полуфабрикаты из сплавов В95, В95 п. ч., В93, В93 п. ч. применяются в конструкциях только в закаленном и искусственно-состаренном состоянии. Сплавы В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч., как и все высокопрочные сплавы, более чувствительны к повторным нагрузкам, к концентрации напряжений и действию острых надрезов и эксцентриситетов, к перепаду жесткости, поэтому при изготовлении деталей и изделий из этих сплавов необходима тщательная отработка конструктивных форм (выбор форм с минимальной концентрацией напряжений, большая плавность переходов при изменении сечения детали, уменьшение эксцентриситетов).

Величину внутренних радиусов переходов (сопряжений) механически обрабатываемых поверхностей выбирать в зависимости от размера сечений, но не менее 2 *мм*; при радиусе менее 2 *мм* прочность детали при растяжении существенно снижается.

Пример снижения прочности в зависимости от радиуса перехода от ребра к полотну крыльевой ребристой панели с прерванным стрингером на $\sigma_{изг}$ приведен в табл. 1.

Таблица 1

Вид образца	С ребром $R = 3$ *мм*	С ребром $R = 0$	Без ребра	С ребром $R = 1$ *мм*	С ребром $R = 15$ *мм*	С ребром $R = 1$ *мм*
$\sigma_{изг}$, *кгс/мм*^{2}	70	47	83	46	98	64
Ширина образца, *мм*	50	50	33	33	10	10

Как правило, желательно выполнять радиусы более 3—4 *мм*. В растянутой зоне радиусы переходов должны быть не менее 4 *мм*.

1.4. Сплавы В95, В95 п. ч., В93 и В93 п. ч. для пассажирских и транспортных самолетов рекомендуется применять для деталей, работающих в сжатой зоне. Для изделий с меньшим ресурсом указанные сплавы могут применяться в сжатой и растянутых зонах. Этот вопрос должен решаться в каждом отдельном случае Главным конструктором в зависимости от конкретных условий эксплуатации изделия и согласовываться с ВИАМ и ЦАГИ.

1.5. Наибольшей чувствительностью к концентрации напряжений и наименьшей коррозионной стойкостью обладают полуфабрикаты в высотном и поперечном (по ширине) направлениях (относительно расположения волокна). В связи с этим при конструировании деталей и разработке технологии необходимо учитывать расположение волокна относительно силового потока. Волокно в штамповках должно следовать конфигурации детали. Заводы-поставщики должны указывать на поковке направление продольного волокна (н. в.) в соответствии с чертежами детали.

1.6. При изготовлении первой партии нового вида полуфабрикатов или при изменении технологического процесса завод-поставщик производит всестороннее исследование их в трех взаимно перпендикулярных направлениях по согласованной с ОКБ схеме.

В случае невозможности вырезки образцов в трех направлениях образцы вырезаются в двух или одном (продольном) направлении. Определяются механические свойства ($\sigma_в$, $\sigma_{0,2}$, δ), макро- и микроструктура. По требованию ОКБ полуфабрикаты подвергаются испытанию на ударную вязкость, усталость и вязкость разрушения. Это требование оговаривается в чертежах или СТУ. Проводятся испытания на определение сопротивления коррозии под напряжением (в высотном направлении). При невозможности изготовления высотных образцов испытания на коррозию под напряжением проводят на поперечных образцах.

По результатам всесторонних исследований устанавливаются эталоны макроструктуры и согласовываются между поставщиком и потребителем.

На особо ответственные детали, перечень которых представляет ОКБ, эталоны макроструктуры дополнительно согласовываются с ОКБ и ВИАМ.

При изменении технологического процесса эталоны макроструктуры пересогласовываются.

1.7. Полуфабрикаты и готовые детали из сплавов В93 и В93 п. ч. должны подвергаться ультразвуковому контролю. Карты УЗК составляются заводами-поставщиками и потребителями и согласовываются с ОКБ и при необходимости с ВИАМ. Контроль УЗК указывается в чертежах. УЗК проводится в соответствии с требованиями действующих ТУ и с учетом технических возможностей метода.

По усмотрению ОКБ проводится также и УЗК полуфабрикатов и готовых деталей из сплавов В95 и В95 п. ч.

Количество допустимых дефектов, выявляемых при УЗК полуфабрикатов и деталей из сплавов В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч., должно соответствовать требованиям «Временных норм» от 3 марта 1967 г.

Для особо ответственных деталей по требованию ОКБ нормы допустимых дефектов могут быть изменены в сторону ужесточения.

1.8. Для оценки всей совокупности конструктивных и технологических особенностей работы конструкции необходимо производить испытания конструктивных образцов, отдельных ответственных узлов и деталей, а также целой конструкции на статические и повторно-статические нагрузки до запуска изделия в серию. Уровень напряжений, обеспечивающих надежную эксплуатацию конструкции на весь ресурс, согласовывается с ВИАМ и ЦАГИ.

При запуске изделия в серию ОКБ должно выпускать инструкцию по профилактическому осмотру, в которой должны быть оговорены места, подлежащие визуальному и инструментальному контролю, и периодичность контроля.

1.9. Применение сплавов В95, В95 п. ч., В93, В93 п. ч. для деталей, испытывающих ударные нагрузки, а также для деталей, работающих под давлением, согласовывается с ВИАМ.

1.10. Резьбовые соединения в деталях из сплавов В95, В95 п. ч., В93 и В93 п. ч. запрещаются. Для изделий одноразового действия в случае невозможности избежать резьбовых соединений следует применять метрическую резьбу (ГОСТ № 9150—59 или нормаль 257 АТ) с закругленной впадиной. При нарезке резьбы следует обращать особое внимание на выполнение максимально возможных радиусов скругления.

1.11. Полуфабрикаты с площадью поперечного сечения более 100 *см*^{2} или диаметром свыше 12 *см*, плиты толщиной

более 4 *см*, а также поковки толщиной более 10 *см* должны быть подвергнуты механическим испытаниям в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

2. Термическая обработка сплавов

2.1. Термическую обработку полуфабрикатов и деталей производить по инструкции № 904—67 «Термическая обработка полуфабрикатов и деталей из алюминиевых деформируемых сплавов».

Детали шасси из сплавов В93, В93 п. ч. применять состаренными по режиму, согласованному с ВИАМ.

2.2. С целью повышения малоцикловой усталости и коррозионной стойкости сплавов В93, В93 п. ч., В95, В95 п. ч. применять ступенчатый режим старения по рекомендации ВИАМ (особенно для крупногабаритных деталей).

Для сплавов В93 и В93 п. ч. желательно применение второго или третьего режима старения.

2.3. В том случае, если на поверхности термически обработанных деталей после анодирования выявляются темные пятна (что указывает на неудовлетворительную термическую или механическую обработку), такие детали подлежат повторной термической обработке. Если механические свойства в местах темных пятен отвечают требованиям ТУ и внешний вид детали удовлетворяет завод-потребитель, то детали могут быть запущены в производство. В том случае, если на отдельных деталях после анодирования выявляются местные слабо выраженные темные пятна, а механические свойства (предел прочности и удлинение) испытать нельзя, необходимо произвести замер твердости в местах наибольшего потемнения и сравнить с результатами замера твердости в прилегающих местах, не имеющих темных пятен. Если разница в твердости не превышает 5—8 единиц (по Бринелю), детали могут быть запущены в производство без повторной термической обработки.

Качество термической обработки полуфабрикатов и деталей в искусственно состаренном состоянии может проверяться также по величине удельной электропроводности электроиндуктивным прибором — испытателем электропроводности типа ИЭ-1. Уровень значений устанавливается отдельно для каждого сплава, полуфабриката и типа изделий.

2.4. Для обеспечения удовлетворительной коррозионной стойкости, максимальных механических свойств, а также уменьшения внутренних напряжений крупногабаритных деталей из сплавов В95, В95 п. ч., В93 и В93 п. ч. рекомендуется закалку производить после предварительной черновой механической обработки, оставляя при этом припуск на окончательную механическую обработку 1,5—10,0 *мм*.

3. Макро- и микроанализ

3.1. Для выявления макроструктуры сплавов следует пользоваться следующими травителями:

а) водный раствор кислот (в *см*³): HF — 100, HCl—75, HNO_3—75, вода—250;

б) 20%-ный раствор NaOH или KOH в воде.

Травление производить погружением макрошлифа в ванну с указанными растворами или протиркой его поверхности ватным тампоном, смоченным в растворе. Время травления макрошлифа определять моментом выявления макроструктуры сплава.

3.2. Для выявления микроструктуры (зерна) сплава необходимо изготовить микрошлиф с зеркальной поверхностью.

Изготовленный микрошлиф подвергать травлению в растворе следующего состава (в *см*³): HF—1, HCl—1,5, HNO_3—2,5, вода —95.

Травление производить осторожно, протирая поверхность микрошлифа ватным тампоном, смоченным в указанном растворе. Время травления микрошлифа определять моментом выявления микроструктуры сплава (1—2 *мин*).

3.3. После травления макро- и микрошлифы промыть в струе воды, затем в слабом растворе азотной кислоты (10—20%-ном), потом в струе воды и осторожно просушить фильтровальной бумагой.

4. Защита от коррозии и размерное травление

4.1. Необходимо строго соблюдать все металлургические, технологические и конструктивные требования, предъявляемые данной инструкцией к сплавам для обеспечения надежной работы конструкции в части сопротивления коррозии под напряжением.

4.2. Основным методом защиты от коррозии деталей является анодное оксидирование (по инструкции № 265—72) с последующей окраской в соответствии с инструкциями № 829—62 и 842—63. В зависимости от условий эксплуатации и назначения деталей взамен анодирования может применяться химическое оксидирование.

4.3. С целью повышения малоцикловой усталости и сопротивления коррозионному растрескиванию детали из высокопрочных сплавов В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч., в том числе подлежащие сернокислотному анодированию или химическому оксидированию, должны перед анодированием подвергаться поверхностному упрочнению согласно инструкции № 949—69. Список ответственных деталей, подлежащих поверхностному упрочнению, определяется ОКБ с отражением в чертежах. Данные о влиянии поверхностного наклепа на дол-

говечность в малоцикловой области ($\sigma_{max} = 35$ *кгс/мм*^{2}, гладкие образцы, плоские), приведены в табл. 2.

Таблица 2

Обработка поверхности	Число циклов до разрушения		
	В93	В95	Д16
Фрезерование ▽4—▽5	17 800	18 100	21 200
Сернокислотное анодирование (толщина пленки 5—8 *мкм*) по фрезерованной поверхности	7 500	9 500	17 600
Поверхностный наклеп+сернокислотное анодирование	39 000	37 000	30 000

4.4. Для защиты от коррозионного растрескивания и устранения отрицательного влияния анодирования на статическую выносливость для сплавов В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч. могут применяться взамен анодирования металлизационные покрытия (за исключением деталей, изготовляемых методом клепки, а также деталей, работающих в топливе и других жидких средах).

4.5. Размерное травление (химическое фрезерование) деталей из сплавов В95, В95 п. ч., В93 и В93 п. ч. производить согласно инструкции № 706—63.

Чистота поверхности в результате травления снижается. Чистоту поверхности химически фрезерованных деталей необходимо доводить до требуемой чистоты по настоящей инструкции. Отклонения от этого требования могут быть введены по согласованию с Главным конструктором.

4.6. Необходимо принимать меры, предупреждающие нарушения покрытия. В случае нарушения противокоррозионного покрытия готовой детали на поврежденный участок наносится лакокрасочное покрытие. Поверхности, работающие в топливе, защищать согласно ТР 9-1028.

5. Сварка

Сплавы ограниченно свариваются точечной и роликовой сваркой; сварка плавлением не рекомендуется.

6. Обработка резанием и клеймение

6.1. Сплавы В93, В93 п. ч., В95, В95 п. ч. удовлетворительно обрабатываются резанием.

6.2. Обработку деталей из сплавов В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч. резанием производить по РТМ-1149.

6.3. Рекомендуется максимально уменьшать площадь обрабатываемых поверхностей штамповок, профилей, панелей, плит, труб, поскольку детали с необрабатываемыми поверхностями обладают более высокими характеристиками выносливости. Для этого необходимо максимально увеличить количество точных штамповок и других полуфабрикатов из сплавов В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч., вводя механическую обработку преимущественно по местам стыков и отверстий.

6.4. Основным видом механической обработки деталей из сплавов В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч. является фрезерование. Несоблюдение режимов резания, вызывающих повышение температуры обрабатываемых деталей, может резко снизить предел прочности этих материалов *. Наибольшее влияние на снижение предела прочности оказывают затупление фрезы, увеличение подачи, вращение фрезы на одном месте при входе и выходе ее.

При обработке резанием и при фрезеровании термически обработанных деталей (в свежезакаленном или состаренном состоянии) необходимо соблюдение условий, исключающих нагрев обрабатываемой детали свыше 100°.

6.5. В связи с тем что сплавы В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч. разупрочняются при нагревах, БТК механических цехов-изготовителей деталей из указанных выше сплавов необходимо вести систематический контроль геометрии режущей части инструмента и величины затупления, а также систематический контроль за соблюдением режимов резания.

6.6. Если при обработке резанием применяется охлаждение эмульсией, то детали после обработки необходимо вытирать насухо во избежание образования на них следов коррозии.

6.7. Чистота поверхности деталей указывается в чертеже. Чистота обработки поверхности должна быть не менее: $\nabla 6$ — в местах радиусных переходов при $R \leqslant 30$ *мм*, $\nabla 5$ — в местах радиусных переходов при $R \geqslant 30$ *мм*, $\nabla 5$ — для анодированных гладких поверхностей. Чистота обработки отверстий типа люков, располагающихся на силовых панелях, должна быть $\nabla 6$, в коммуникационных и отверстиях облегчения $\nabla 5$. После наклепа дробью допускается снижение чистоты не более чем на 1 класс. Пример влияния чистоты поверхности на свойства сплава В95 приведен на рис. 1.

6.8. По усмотрению Главного конструктора на гладких поверхностях допускаются уступы после фрезерования высотой до 0,3 *мм* с радиусом перехода не менее 2 *мм*.

6.9. На деталях из сплавов В93, В93 п. ч., В95, В95 п. ч. внешние радиусы скругления острых кромок оговариваются в

---

* См. Справочник по авиационным материалам, 1965 г., ч. 1. «Влияние повышенных температур на свойства сплава В95».

чертежах. В тех случаях, когда радиусы не оговорены, производится скругление острых кромок радиусом не менее 2 *мм* или снятие фасок $2 \times 45°$ с последующим скруглением острых кромок радиусом не менее 1 *мм*. Скругление острых кромок деталей с толщиной менее 4 *мм* производится радиусом, равным $\frac{\delta - 1}{2}$, где δ—толщина детали. Если на детали предусмотрен припуск на подгонку, то скругление острых кромок выполняется после снятия припуска.

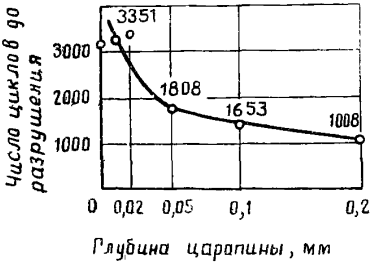

Рис. 1. Влияние глубины царапины на поведение образцов из сплава В95 при повторно-статическом растяжении ($\sigma_0 = 0{,}7\ \sigma_{вн}$; $n = 8 - 9$ *цикл/мин*).

При скруглении острых кромок и снятии фасок (заусенцев) не допускается движение инструмента поперек обрабатываемых кромок во избежание появления поперечных рисок.

6.10. При необходимости местной зачистки следует руководствоваться требованиями по чистоте, изложенными в п. 6.7.

Местную зачистку производить с плавным переходом, например шабером с закругленными углами, шлифовальными кругами на фибровой основе или шлифовальной шкуркой с обеспечением заданной чертежом чистоты.

6.11. Необрабатываемые поверхности прессованных профилей, панелей и штамповок, а также профилей сегментов шпангоутов, поставляемых в соответствии с ТУ, зачистке не подвергаются.

6.12. Поверхность листов, а также наружную поверхность прессованных панелей рекомендуется обклеивать бумагой или другими видами протекторов (поливиниловой пленкой, миткалем и т. п.) для предохранения их от механических повреждений.

6.13. Клеймение и маркировку деталей из сплавов В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч. производить притупленными клеймами на глубину не более 0,2 *мм* цифрами по ГОСТ 2930—62 с доводкой притупления $R \geqslant 0{,}3$ *мм*. Место расположения клейма на детали должно соответствовать указанному в чертежах ОКБ. Клейма не должны ставиться на краю детали, в зонах отверстий, подсечек, малковок, радиусов переходов и других

концентраторов напряжений, а также на тонкостенных полотнах. Желательно клеймение производить краской.

6.14. Нивелировочные точки желательно наносить путем приклейки накладок фольги или с помощью красок.

6.15. Разметку деталей производить чертилкой по краске МК-3 или легким кернением, следы которого после фрезерования должны быть удалены без нарушения размера деталей. Нанесение большого числа точек, образующих линию, не допускается.

7. Клепка и сборка

7.1. Общие требования к качеству выполнения заклепочных соединений, а также методы и средства их выполнения и контроля предусмотрены в инструкции НИАТ ПИ-127—67 «Клепка узлов и агрегатов летательных аппаратов».

7.2. Перед образованием отверстий и перед клепкой должна обеспечиваться плотность прилегания деталей в собираемых узлах или зоне агрегата согласно ТУ на качество сборки конструкции.

7.3. Отверстия под заклепки не допускается располагать в зоне подсечки (на ее сбеге) и в местах скруглений.

7.4. Образование отверстий под заклепку осуществлять сверлением. Во избежание появления трещин запрещается пробивка отверстий под заклепки окончательного размера.

7.5. Чистота поверхности отверстий под заклепки, полученная после сверления, должна быть по ГОСТ 2789—59 не ниже ∇ 5 — в пакетах из сплавов В95, В95 п. ч., В93, В93 п. ч. однородных, а также в смешанных пакетах из разнородных материалов В95, В95 п. ч., В93 и В93 п. ч. в сочетании со сталью или титановыми сплавами; ∇ 4 — в пакетах из дуралюминиевого сплава Д16 и высокопрочных сплавов В95, В95 п. ч., В93 и В93 п. ч. При обработке отверстий в пакетах толщиной более $3d$ (d — диаметр стержня заклепки) чистота их поверхности должна быть не ниже ∇ 6 по ГОСТ 2789—59.

Для обеспечения чистоты поверхности отверстий ∇ 5 в пакетах из сплавов В95, В95 п. ч., В93, В93 п. ч. применять сверла в соответствии с инструкцией НИАТ ПИ-127—67.

7.6. Заусенцы, образующиеся на кромках отверстий со стороны выхода сверла, необходимо удалять. Снятие заусенцев производить зенковкой, имеющей угол при вершине 90—120°, с помощью пневмодрели с насадкой для ограничения глубины фаски типа применяемой при зенковании гнезд.

При затрудненных подходах к местам обработки разрешается удалять заусенцы зенковкой без насадки или инструментом из неметаллических материалов типа «шпателя». Величина фаски, образующейся при удалении заусенцев, не должна превышать 0,2 *мм* (см. инструкцию НИАТ ПИ-127—67).

7.7. На сопрягающихся поверхностях пакетов, где по тех-

нологическому процессу не предусмотрена разборка элементов конструкции, разрешается заусенцы не удалять (перечень таких мест утверждает Главный технолог и Зам. главного конструктора).

7.8. Гнезда под потайные головки заклепок образовывать:

а) зенкованием при толщине наружной детали (обшивки), превышающей высоту закладной головки;

б) штампованием с обязательным подогревом деформированной зоны при толщине наружной детали (обшивки) меньшей или равной высоте закладной головки заклепки, но не более 1,0 *мм* (см. инструкцию НИАТ ПИ-127—67);

в) штампованием в обшивке (с обязательным подогревом деформируемой зоны) и зенкованием в каркасе при толщине последнего больше высоты закладной головки заклепок (см. инструкцию НИАТ ПИ-127—67). Чистота поверхности зенкованных гнезд должна быть не ниже ▽5 (ГОСТ 2789—59).

7.9. При изготовлении клепаных конструкций применять заклепки дуралюминиевые или стальные в соответствии с отраслевыми нормалями. Стальные заклепки применять только оцинкованные или кадмированные.

7.10. При клепке пакетов стальными заклепками обязательно применять шайбы из алюминиевых сплавов, которые должны быть предусмотрены в чертежах изделия.

7.11. При клепке разнородных пакетов во всех случаях, где позволяет конструкция, замыкающие головки заклепок рекомендуется располагать со стороны деталей из стали или титановых сплавов.

7.12. Образование замыкающих головок заклепок производить прессовым способом клепки во всех случаях, где это позволяют форма и габариты изделий.

При невозможности использования прессовой клепки разрешается применение ударного способа клепки с последующим тщательным визуальным осмотром в доступных местах конструкции, зон поверхностей пакета вокруг головок заклепок на отсутствие трещин.

В местах, где невозможно применение прессовой клепки, толщина склепываемых пакетов не должны превышать 3,5 d (d — диаметр стержня заклепки).

7.13. Под замыкающие головки заклепок разрешается выполнять местную цековку. Радиус цековки не менее 2 *мм*. Острые кромки наружного контура цековки притупить радиусом не менее 1 *мм* или снятием фаски $1 \times 45°$.

7.14. Для обеспечения требуемого качества заклепочных соединений необходимо тщательно выполнять все операции технологического процесса клепки.

7.15. При сборке узлов подгонка стыкуемых поверхностей должна производиться таким образом, чтобы величина монтажных напряжений не превышала 10 *кгс/мм*^{2}.

8. Болтовые соединения

8.1. В процессе сборки узлов и агрегатов необходимо тщательно пригонять стыкуемые поверхности, не допуская перекоса деталей, контролируя их щупом.

Величина допустимого зазора между стыкуемыми плоскостями указывается в чертежах, при этом вызываемые напряжения сборки не должны превышать 10 *кг/мм*^{2}.

8.2. В случае крепления болтами (в том числе втулками и болт-заклепками) разрешается устанавливать их с посадкой: скользящей, ходовой, легкопрессовой, прессовой, а также плотной с постановкой болтов и болт-заклепок на сырой грунт ФЛ-086 или на смазках АМС3, ПВК или пушечной смазке (съемные болты) в соответствии с инструкцией № 829—62, что должно быть отражено в чертежах.

8.3. При постановке болтов, втулок с натягом, а также при сборке изделий допустимое усилие натяга не должно вызывать напряжений (расчетных с учетом покрытия болта и втулок, применяемых в соединениях) более 10 *кгс/мм*^{2}.

8.4. Чистота поверхности отверстий под втулки и болты — не ниже $\nabla 6$ по ГОСТ 2789—59. Чистота отверстий в пакетах из разнородных материалов допускается на класс ниже.

Острые кромки окончательно обработанных отверстий притупить снятием фаски под углом $1 \times 45°$. Размер фаски указывается в чертежах. Если на детали предусмотрена местная цековка под крепеж (болты, гайки, болт-заклепки), то цековку выполнять в соответствии с п. 7.13 данной инструкции.

8.5. Отверстия в деталях под винты (болты) анкерных гаек выполнять как для заклепок, кроме мест, особо оговоренных в чертеже и предусматривающих более высокую чистоту. Отверстия выполнять на 1 *мм* больше диаметра гайки, что необходимо отразить в чертеже.

8.6. В чертежах должны быть оговорены болты, шпильки и прочие детали крепежа, затяжка которых должна производиться тарированными ключами с ограничителями.

Момент затяжки указывается в чертежах.

8.7. В болтовых соединениях следует исключать возможность несимметричного затягивания деталей.

8.8. Запрессовка подшипников должна производиться плотной посадкой с минимальным натягом, указанным в чертеже.

8.9. В картах технологических процессов на сборку узлов и агрегатов отразить требования настоящей инструкции.

9. Формообразование деталей
(правка, гибка, закрутка)

9.1. Общие положения

9.1.1. Настоящий раздел распространяется на детали типа профилей разъема, поясов лонжеронов, сегментов шпангоутов, силовых рам и т. д., изготавливаемых из штамповок, поковок и прессованных профилей, а также обшивок из монолитных панелей, из прессованных и катаных заготовок.

9.1.2. Под правкой понимается технологическая операция обработки металлов давлением для придания детали (заготовке) требуемой точности.

Правка включает гибку, разгибку, разводку, посадку, закрутку и т. д. Правка выполняется как для подготовки заготовки к механической обработке, так и для окончательной доводки детали до заданных форм и размеров.

9.1.3. Под закруткой понимается технологическая операция обработки металлов давлением для придания поворота сечений детали относительно друг друга по винтовой линии при уменьшении шага.

9.1.4. Монолитные панели условно разбиваются на два класса: ребристые и вафельные.

Ребристые панели — панели, имеющие ребра жесткости в одном направлении.

Вафельные панели — панели, имеющие ребра жесткости в двух направлениях.

Под полотном панели подразумевается элемент, образующий ее контур, а под ребром жесткости — элемент, обеспечивающий ее жесткость.

9.1.5. Прогиб, скрутка, база — величины, характеризующие деформацию.

Прогиб всегда связывается с базой, на которой он замеряется. Значения прогиба и базы (рис. 2) соответственно определяются величинами f (*мм*) и a (*мм*).

Скрутка — угловая величина φ (*град*), численно равная углу между осями сечений детали (плазовых сечений), отстоящих друг от друга на фиксированном расстоянии a (*мм*), называемом базой (см. рис. 2*б*).

9.1.6. Подсечку и малковку элементов деталей из прессованных профилей рекомендуется производить обработкой давлением. Подсечку и малковку элементов деталей, изготавливаемых из штамповок, поковок и панелей, производить в основном путем механической обработки.

9.1.7. Перед гибочными, правильными и закруточными операциями необходимо снимать заусенцы, а острые кромки скруглять радиусом не менее 1 *мм*.

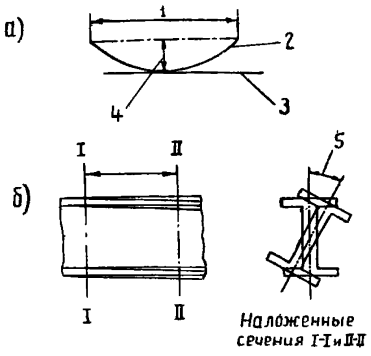

Рис. 2. Графическое изображение прогиба, скрутки и базы:
а—прогиб; *б*—скрутка;
1—база «*а*»; *2*—контур; *3*—касательная; *4*—прогиб «*f*»; *5*—скрутка «φ»

Риски, царапины, закаты и забоины, попадающие в зону деформации, не допускаются.

9.1.8. Местные подсечки глубиной более 3 *мм*, а также отверстия, попадающие в зону деформации, должны выполняться после гибочно-правильных и закруточных операций.

9.2. Методы правки, гибки и закрутки; применяемое оборудование и инструмент

9.2.1. Правка общего или местного прогиба заготовок перед механической обработкой осуществляется методом свободной гибки на гидравлических прессах или растяжением на правильно-растяжных станках.

9.2.2. Окончательная правка (доводка) общего или местного прогиба деталей из поковок, штамповок и профилей осуществляется методом свободной гибки на гидравлических прессах методом посадки или разводки полки (стенки) в специальных штампах, устанавливаемых на гидравлический пресс, и разводкой ручным молотком.

9.2.3. Окончательная правка (доводка) общего или местного прогиба деталей из монолитных панелей осуществляется методом свободного изгиба на прессах типа ПП-250 и СПП-160 и обдувкой дробью.

9.2.4. Правка общей или местной скрутки заготовок и деталей осуществляется закруткой на закруточных (крутильных) станках или стендах, а также методом свободного внецентренного изгиба на правильных гидравлических прессах.

9.2.5. Гибка деталей из штамповок, поковок и профилей осуществляется методом гибки-прокатки, свободной гибкой, гибкой в штампах, а для прессованных профилей также обтяжкой с растяжением, разводкой и посадкой полки.

9.2.6. Гибка обшивок из монолитных панелей осуществляется методом обдувки дробью на установках типа УФПД

и БДУ, методом свободной гибки на гидравлических или механических прессах, гибкой-прокаткой, поперечной гибкой в передвижку.

9.2.7. Закрутка деталей из поковок, штамповок и профилей производится на закруточных (крутильных) станках или стендах.

9.2.8. С разрешения ОКБ допускается силовая сборка обшивок из монолитных панелей. Допустимые монтажные напряжения не должны превышать 10 *кгс/мм*^{2} (п. 8.3).

9.2.9. Техническое состояние оборудования должно удовлетворять паспортным данным, инструкции по эксплуатации оборудования и инструкции по технике безопасности.

9.2.10. Выбор оборудования производится согласно техническим данным пресса (станка) по расчету необходимого усилия деформирования и габаритам деталей.

9.2.11. Прессы типа ПП-250, И-136 и другие (кроме СПП-160), используемые для свободной гибки, должны быть оборудованы линейками с указанием хода плунжера (траверсы). Цена деления — 1 *мм*.

Контроль процесса деформирования по показаниям манометра производится в том случае, если пресс оборудован ограничителем хода плунжера.

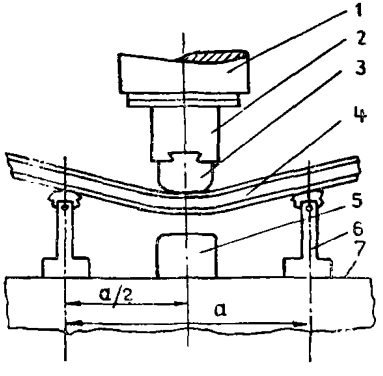

Рис. 3. Схема правки (гибки) на прессах типа ПП-250:

1—плунжер пресса; *2*—поворотный адаптер; *3*—пуансон; *4*—деталь; *5*—ограничитель хода; *6*—опора; *7*—нижняя плита пресса

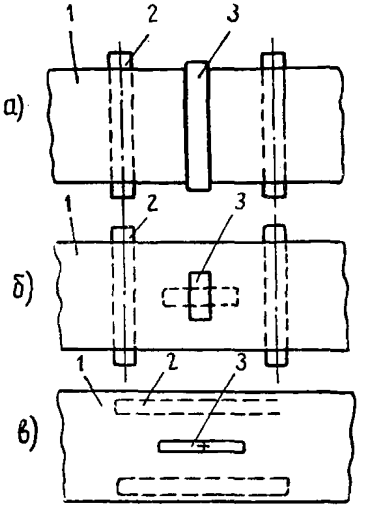

Рис. 4. Приемы правки монолитных панелей (вид со стороны плунжера):

а—общего прогиба по размаху; *б*—местного прогиба (вспучины); *в*—прогиба по ширине;
1—деталь; *2*—опора; *3*—пуансон

9.2.12. Закруточные (крутильные) станки и стенды должны быть оборудованы указателями скрутки часового типа с ценой деления 0,5°/*пог. м.*

9.2.13. Прессы типа ПП-250 должны быть оборудованы ограничителем хода плунжера. В качестве ограничителя хода плунжера может применяться брус, установленный под плунжер на стол пресса.

9.2.14. Правка и местная подгибка на прессах типа ПП-250 и СПП-160 производятся на двух опорах путем последовательного нажатия пуансоном на деталь. Схема правки показана на рис. 3. Приемы правки монолитных панелей показаны на рис. 4.

9.2.15. Типовая конструкция опор показана на рис. 5.

Примечание. При правке деталей (заготовок) из профилей, поковок и штамповок конструкция ручья опор и пуансона выбирается по форме сечения профиля с припуском на сторону 1 *мм* таким образом, чтобы в деформацию включались все массивные части сечения профиля. Например, как показано на рис. 6.

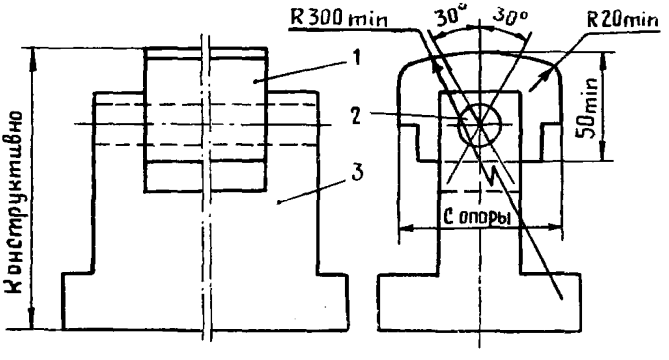

Рис. 5. Типовая конструкция опоры для правки панелей к прессам типа ПП-250:

1—пятка; *2*—шарнир с ограничителем поворота; *3*—стойка

Для предотвращения «среза» детали при правке и гибке рекомендуется расстояние между опорами выбирать не менее 5 высот изгибаемого сечения с учетом фактического места касания детали с опорами и пуансоном. Для предотвращения «смятия» поверхности детали ширина опоры и пуансона должна быть не менее

$$C_{\text{опор}} \geqslant \frac{H^2}{6b},$$

$$C_{\text{пуанс}} \geqslant \frac{H^2}{3b},$$

где H — высота изгибаемого сечения;
b — длина опоры (пуансона).

Пятка опоры изготавливается из алюминиевых сплавов.

Чистота рабочей поверхности пятки не менее ▽ 5. Царапины, риски и забоины на рабочей поверхности пятки не допускаются.

9.2.16. Типовая конструкция пуансона показана на рис. 7. Длина пуансона при правке деталей из штамповок, поковок и профилей и при правке общего прогиба по размаху монолитных панелей должна быть на 30—50 *мм* больше наибольшей

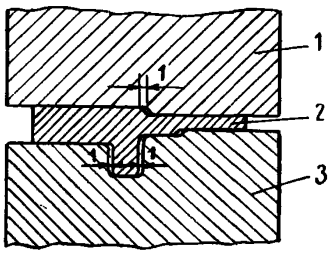

Рис. 6. Сечение совмещенное:
1—пуансон; *2*—профиль; *3*—опора.

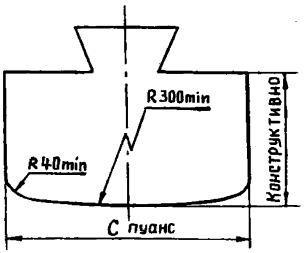

Рис. 7. Типовая конструкция пуансона к прессу ПП-250.

ширины полки (ширины панели). При правке местного прогиба монолитных панелей или при правке прогиба по ширине длина пуансона должна быть не менее 200 *мм*, но не более длины опор.

Пуансон изготавливать из алюминиевых сплавов. Чистота рабочей поверхности пуансона не менее ▽ 5. Царапины, риски и забоины на рабочей поверхности пуансона не допускаются.

9.2.17. Гибка ребристых панелей на гибочных прессах производится на двух опорах (призмах) путем нажатия пуансоном на места, подлежащие гибке.

9.2.18. Типовая конструкция призмы и пуансона при гибке на гибочных прессах типа И-135 показана на рис. 8.

Призма и пуансон изготавливаются из малоуглеродистой стали. Чистота рабочей поверхности призмы и пуансона должна быть не менее ▽ 5. Расстояние между опорами призмы должно быть не менее 6 толщин полотна панели.

9.2.19. При гибке ребристых панелей на гибочных прессах желательно применять пакет-рессору со стороны призмы и технологическую прокладку со стороны пуансона. Пакет-рессора собирается из полос материала В95Т1 (лист толщиной 1 *мм*) и должна иметь суммарную толщину не менее 10 *мм*, ширину и длину, превосходящие размеры призмы на 50 и 100 *мм* соответственно.

Технологическая прокладка изготавливается из материала Д16Т (*лист толщиной 3 мм*) или авиационной фанеры толщиной не менее 3 *мм*.

9.2.20. При разнотолщинности полотна ребристых панелей выравнивание толщины производится за счет прокладок из материала Д16Т или авиационной фанеры. Для этих же целей можно использовать ступенчатый пуансон или наклон траверсы гибочного пресса.

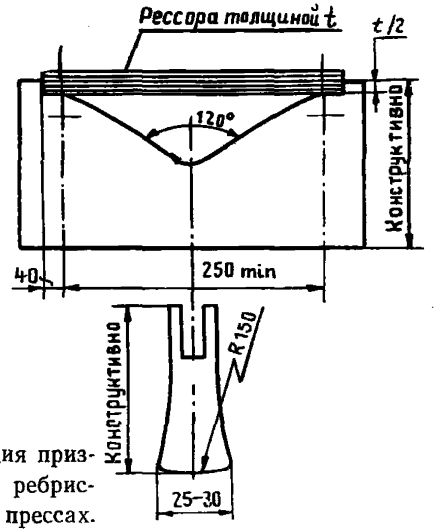

Рис. 8. Типовая конструкция призмы и пуансона при гибке ребристых панелей на гибочных прессах.

9.2.21. При гибке-прокатке ребристых панелей «на ребро» и вафельных панелей на станках типа КГЛ необходимо применять технологическую накладку из материала Д16Т (лист толщиной 2 *мм*) с габаритами в плане не меньше, чем габариты детали.

9.2.22. При гибке-прокатке ребристых панелей «на ребро». а также вафельных панелей на станках типа КГЛ необходимо применять заполнитель, если радиус гибки менее 300 высот ребра жесткости.

9.2.23. При гибке-прокатке ребристых панелей «на ребро» на станках типа КГЛ применять заполнитель типа «гусеница», состоящий из набора брусков, соединенных тросиком.

9.2.24. При гибке-прокатке вафельных панелей, имеющих высокие и тонкие ребра (панели фюзеляжа и крыла), применять заполнитель (из эпоксидных смол типа ТЛК-Э) или металлические вкладыши, распираемые тандерами, и т. д.

9.2.25. При гибке-прокатке вафельных панелей, имеющих низкие и толстые ребра (панели киля и оперения), применять наполнитель в виде прокладок из авиационной фанеры.

9.2.26. При местной разводке или посадке в штампах насечка на рабочей части инструмента не допускается. То же относится к зажимным устройствам закруточных (крутильных) станков и стендов.

9.2.27. Для местной ручной разводки и правки хлопунов применяется дюралевый или комбинированный молоток весом до 6 *кг*.

Диаметр пятки молотка должен быть не менее 35 *мм*, пятка должна иметь слегка выпуклую поверхность с чистотой не менее ▽7. Царапины и забоины на рабочей поверхности молотка не допускаются. Качество поверхности молотка проверяется мастером не реже одного раза в смену.

9.2.28. При разработке технологического процесса гибки или правки обдувкой дробью руководствоваться положениями РТМ 1171 НИАТ.

9.2.29. При наличии на детали (заготовке) из поковки, штамповки и профилей нескольких видов поводок правка производится в следующей последовательности:

— правится скрутка,
— правятся прогибы,
— правятся углы.

9.2.30. При гибочных, правильных и закруточных работах смазки не применяются.

9.3. Допустимые нормы деформирования

9.3.1. Правка, гибка и закрутка деталей (заготовок) из поковок, штамповок, прессованных профилей и монолитных панелей может производиться в отожженном, свежезакаленном и в искусственно-состаренном состоянии (Т1).

Примечание. Гибка-правка обдувкой дробью производится только в состоянии Т1.

9.3.2. Пластическую деформацию в свежезакаленном состоянии производить в течение первых 6 *час* после закалки. (Сплав В95 наибольшей пластичностью после закалки обладает в течение первых 2 *час*).

9.3.3. В отожженном и свежезакаленном состоянии холодную деформацию производить по технологии, принятой для сплавов типа дуралюмин.

9.3.4. В отдельных случаях, по разрешению Главного металлурга, все перечисленные выше операции пластической деформации деталей из сплавов В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч. могут выполняться в течение 10 суток после закалки. В этом случае детали должны находиться в условиях, исключающих возможность возникновения коррозии. Крупногабаритные детали сложной конфигурации из сплава В93, В93 п. ч., для которых не представляется возможным произвести необходимую пластическую деформацию в течение 10 суток после закалки,

по согласованию с Главным металлургом разрешается подвергать операциям правки, гибки, малковки, кручению и подсечки в течение 60 суток после закалки. В этом случае деформирование производится по нормам для искусственно-состаренного материала.

9.3.5. Деформирование заготовок и деталей в отожженном и свежезакаленном состоянии производится при комнатной температуре. Деформирование заготовок (деталей) в искусственно-состаренном состоянии производится как при комнатной температуре, так и с подогревом до температуры 120—140°.

9.3.6. Гибка, правка и закрутка заготовок (деталей) в состоянии Т1 может осуществляться как с общим (нагревается вся заготовка), так и с местным нагревом.

Деформирование при любом нагреве необходимо заканчивать при температуре на заготовке не менее 100°. Если это условие не может быть выполнено без подогрева инструмента, то необходим его подогрев.

Нагревать заготовки (участок заготовки) можно несколько раз, но общая продолжительность нагрева не должна превышать 10 *час*. Температура нагрева заготовки не должна превышать 150°.

Печи и устройства для нагрева должны быть оборудованы надежной системой автоматического регулирования и регистрации температур.

Контроль за режимами нагрева и состоянием нагревательных печей и устройств осуществляет БЦК.

9.3.7. При правке и гибке деталей обдувкой дробью руководствоваться нормами, изложенными в РТМ 1171 НИАТ. После правки или гибки обдувкой стальной литой дробью деталь после деформирования (до анодирования) должна быть химически обработана по режиму: травление в 20%-ной азотной кислоте в течение не менее 20 *мин* с последующей промывкой в горячей воде и сушкой теплым воздухом. Время между обдувкой дробью и химической обработкой должно быть не более 10 суток при хранении деталей в условиях, исключающих возможность возникновения коррозии.

9.3.8. Допуски на размеры, укладывающиеся в ТУ, можно доводить до требований чертежа правкой в состоянии Т1 без подогрева.

9.3.9. Правку прогиба и скрутку профилей в состоянии Т1, имеющих толщину полки не более 16 *мм*, допускается производить в холодном состоянии, если отклонения (по прогибу и скрутке) не выходят за пределы, указанные в ТУ на полуфабрикаты. При толщине полки профиля от 17 до 45 *мм* правку в холодном состоянии производить в том случае, если прогиб на 1 *пог. м* составляет 1 *мм* и не превышает по всей длине

5 *мм,* а скрутка на 1 *пог. м* составляет 2° и не превышает по всей длине 3°.

9.3.10. При толщине полки профиля до 16 *мм,* имеющего отклонения по прогибу и скрутке больше указанных в ТУ, а также при толщине полки более 45 *мм* правку производить только с подогревом.

9.3.11. Правку саблевидности можно производить в холодном состоянии на раскатных роликовых станках, в специальных оправках, на прессах или вручную на оправках ударами молотка в соответствии с п. 9.2.27.

9.3.12. Правку искажений углов профилей разрешается производить в холодном состоянии, если они изготовлены в соответствии с допусками, приведенными в ОСТ1 90061—72.

9.3.13. Правку законцовки профилей-стрингеров (за исключением части, прилегающей к переходной зоне, длиной 50 *мм*) и профильной части (за исключением участка, прилегающего к переходной зоне, длиной 50 *мм*) в состоянии Т1 разрешается производить перед механической обработкой, между операциями механической обработки и после нее только с подогревом.

9.3.14. Правку на прессах производить через специальные прокладки (из баленита или алюминиевых сплавов).

Прокладки изготавливать по форме профиля и помещать их под профиль и ползун пресса.

При правке и скрутке необходимо, чтобы деформировались все части сечения профиля.

9.3.15. Поводки типа хлопунов разрешается устранять методом рихтовки на гидравлических прессах со скоростью не выше 0,3 *м/сек,* а также вручную.

Устранение поводок типа хлопунов вручную производить в соответствии с п. 9.2.27 данной инструкции.

Эти операции необходимо производить в свежезакаленном состоянии в течение первых 6 *час* после закалки.

Для крупногабаритных деталей из сплавов В93 и В93 п. ч. допускается выполнение этих операций без подогрева в течение 3 суток.

В случае необходимости устранения хлопунов через 3 суток после закалки, а также в закаленном и искусственно-состаренном состоянии применять подогрев.

Для тонкостенных деталей (с толщиной стенки до 10 *мм*) из сплавов В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч. допускается устранение хлопунов без подогрева.

Для облегчения устранения хлопунов на полотнах рекомендуется там, где возможно, предусматривать технологические отверстия.

9.3.16. Гибку профилей с толщиной полок не более 4 *мм* допускается производить в состоянии Т1 без подогрева, если относительная стрела прогиба на 1 *пог. м* не более 13 *мм.*

Гибку профилей производить плавно на роликовых станках или гидропрессах с применением прокладок по форме профиля. Местный перегиб выполнять с подогревом. Перегиб, подлежащий обратной правке при комнатной температуре, не должен превышать 2% исправляемого прогиба. Перекрутка в обратную сторону допускается до 0,5° остаточной деформации. Разрешается обратная деформация с подогревом. Величина обратной деформации в этом случае устанавливается Главным металлургом или Главным технологом завода. Гибку профилей сегментов шпангоутов производить в отожженном состоянии.

Гибку профилей с толщиной полки более 4 *мм* производить в состоянии Т1 с подогревом либо в свежезакаленном состоянии.

9.3.17. Гибку и доводку панелей разрешается производить в отожженном или свежезакаленном состояниях ручным способом в соответствии с п. 9.2.27.

9.3.18. Допуски на размеры, укладывающиеся в ТУ, можно доводить до требований чертежа правкой панелей в состоянии Т1 без подогрева.

9.3.19. В случае отклонения размеров панелей от требований ТУ правка должна производиться только с подогревом.

9.3.20. При правке панелей необходимо соблюдать осторожность в отношении резких деформаций. Скорость деформации при правке на гидропрессе не должна превышать 0,3 *м/сек.*

9.3.21. Все рекомендации, касающиеся правки, гибки и скрутки профилей, данные для изготовления деталей как с подогревом, так и без подогрева, распространяются и на детали, изготовляемые из поковок, штамповок и плит.

9.3.22. Подсечку и малковку профилей производить в специальных или универсальных штампах, вкладыши подсечного штампа должны иметь скругления рабочих кромок по радиусу. Радиус вкладышей подсечных штампов выбирать в соответствии с таблицей РТМ 734 НИАТ. Минимальный радиус скругления рабочих кромок вкладышей не менее 4,5 *мм,* поверхность скругления кромок вкладышей должна быть шлифованной. Царапины и забоины на штампах не допускаются.

9.2.23. Малковка. Для операции малковки в универсальных штампах штамп должен иметь угловую градуировку для определения угла малковки.

Малковка профилей производится в отожженном, свежезакаленном, а также в искусственно-состаренном состоянии материала с подогревом или без подогрева.

При выборе состояния материала перед малковкой руководствоваться данными табл. 3.

Малковку профилей на тупой и острый угол производить в штампах или вручную. Перед малковкой необходимо проверить настройку штампов путем контрольной малковки образ-

Таблица 3

Состояние материала при деформировании	Толщина малкуемой полки, *мм*	Предельно допустимый угол малки на профиле, *град* (при двусторонней малковке, при разных толщинах полок)	
		открытая малка	закрытая малка
Отожженное, свежезакаленное	До 3	14	18
	3,1—4	13	17
	4,1—5	12	16
Искусственно-состаренное	До 3	3	3
	3,1—5	1,5	2
	5,1—7	1	1,5
Искусственно-состаренное с подогревом	До 3	10	12
	3,1—5	8	10
	5,1—7	6	9

Примечания: 1. В случае разных толщин полок профиля предельно допустимый угол малки должен быть в два раза меньше указанного в таблице

2. При углах малки, бо́льших указанных в таблице, малковка производится в несколько переходов с промежуточными термообработками (отжигами или закалками).

цов, вырезанных из профиля того же номера. Образец контрольной малковки проверить по углу малковки и отсутствию трещин по всей длине образца. В штампах допускается малковка с передвижкой, при этом необходимо соблюдать, чтобы последующий участок малковки перекрывал предыдущий на 25—30 *мм*; изменение направления малковки не допускается.

9.3.24. Торцы заготовки профиля перед малковкой должны тщательно зачищаться, а острые кромки скругляться.

9.3.25. Подсечка профилей производится в отожженном, свежезакаленном, а также в искусственно-состаренном состояниях материала как в холодную, так и с подогревом заготовки.

При выборе состояния материала перед подсечкой руководствоваться данными табл. 4 (см. рис. 9).

Примечание. При величине подсечки больше указанной в таблице подсечку производить в несколько переходов с промежуточными термическими обработками (отжиг или закалка).

9.3.26. Перед проведением подсечки профиля в холодном состоянии необходимо проверить настройку штампа, для чего произвести контрольную подсечку образца, вырезанного из профиля той же партии. Образец контрольной подсечки подвергнуть проверке по высоте подсечки, длине зоны подсечки, на отсутствие трещин.

Таблица 4

Высота (глубина) подсечки h, *мм*		Допуск на высоту подсечки		Толщина горизонтальной полки профиля S, *мм*								Допуск на длину подсечки
				0,8—1,0	1,1—1,5	1,6—2,0	2,1—3,0	3,1—4,0	4,1—6,0	6,1—8,0	8,1—10	
				Минимальная длина зоны подсечки l, *мм*								
1	1,5	+0,3	I область	6	6	8	10	13	16	—	—	±1
1,6	2,0	+0,3	I область	6	8	10	13	16	19	22	28	±1
2,5	3,0	+0,3	I область	8	10	13	16	19	22	25	28	±1
3,5	4,0	+0,4	I область	10	13	16	19	22	25	28	32	±1
5	6	+0,4	I область	13	16	19	22	25	28	32	36	±1
7	8	+0,4	II область	16	19	22	25	28	32	36	40	±2
9	10	+0,5	II область	19	22	25	28	32	36	40	45	±2
11	12	+0,5	II область	22	25	28	III область 32	36	40	45	52	±2
13	14	+0,5	II область	25	28	32	III область 36	40	45	52	60	±2
15	16	+0,5	II область	28	32	36	III область 40	45	52	60	70	±2

Примечание. В пределах области I возможны подсечки профилей из сплавов в искусственно-состаренном состоянии без нагрева. В пределах области II подсечки профилей производятся в искусственно-состаренном состоянии с нагревом заготовки. В области III подсечки профилей производить только в отожженном или свежезакаленном состояниях. Радиус инструмента по нормали 151СТ—53.

Подсечка в двух плоскостях допускается при соблюдении определенного интервала между зонами подсечки. Длина зоны каждой подсечки и радиуса скругления рабочих кромок вкладышей штампа устанавливается для каждого профиля в отдельности (по чертежу). Расстояние между зонами подсечки (от конца первой подсечки до начала второй) при толщине, не превышающей 4 *мм*, принимается не менее 50 *мм*. При большей толщине полки профиля интервал между подсечками должен быть не менее 60 *мм* (нормаль 151СТ—53).

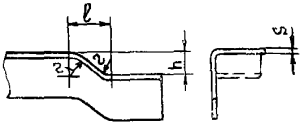

Рис. 9. Основные размеры подсечки.

9.3.27. Приведенные выше допустимые нормы деформирования в холодном состоянии в конкретных случаях могут уточняться по согласованию с ВИАМ, ЦАГИ и КБ.

10. Контроль качества деталей

10.1. На поверхности деталей не допускаются риски и следы механической обработки, ухудшающие чистоту поверхности. При наличии на поверхности деталей указанных дефектов необходимо произвести местную зачистку их с плавным переходом шабером. Глубина зачистки не должна выходить за пределы минусового допуска на толщину стенки детали.

10.2. После анодирования поверхность деталей, подвергаемых правке, гибке, исправлению хлопунов, малковке и подсечке, подвергать тщательному осмотру при помощи лупы не менее 4-кратного увеличения с целью выявления трещин. Подозрительные участки проверяются индукционными дефектоскопами с наклонным датчиком (типа ППД-1, ППД-2, ВД-1ГА, ВДЦ, ДНМ) в соответствии с инструкцией на эксплуатацию прибора.

10.3. Если деталь или участок детали в искусственно-состаренном состоянии материала подвергались подогреву (п. 9.3.6), то в местах подогрева производится проверка качества материала. Результаты проверки заносятся в технологический паспорт на деталь.

Проверка качества материала производится (в зависимости от габаритов детали и требований к чистоте поверхности) одним из двух способов:

— замером твердости на прессе Бринеля,

— замером электропроводности на приборе ИЭ-1.

В случае проверки качества материала по твердости и электропроводности необходимо замеры производить как в зо-

не подогрева детали, так и в зоне, не подвергавшейся подогреву. Снижение твердости не должно превышать 5 ед. по Бринелю. Замер твердости производить до анодирования.

Если качество материала не удовлетворяет требованиям по механическим свойствам, то деталь подвергают повторной термической обработке (закалке и старению).

11. Техника безопасности

11.1. К работе с алюминиевыми сплавами В93, В93 п. ч., В95 и В95 п. ч. допускаются лица, прошедшие аттестацию по данной инструкции и инструктаж по безопасным методам работы на механообрабатывающих станках, при ковке, термической обработке, в гальваническом и анодировочном отделениях, клепке и сборке. Условия безопасности работы при холодной обработке металла, сварке, работе на селитровых ваннах и воздушных печах, а также требования к агрегатам и их эксплуатации и контролю изложены в следующих материалах:

«Временные правила по технике безопасности при холодной обработке металла», НИАТ, 1954 г.;

производственная инструкция НИАТ 580—61 «Точечная сварка изделий из высокопрочных алюминиевых сплавов»;

«Правила техники безопасности и промышленной санитарии при термической обработке сплавов в селитровых ваннах», НИАТ, 1956 г.;

«Воздушные агрегаты для термостойких легких сплавов взамен селитровых ванн», РТИ 842 НИАТ, 1958.

12. Хранение

12.1. Хранение полуфабрикатов, деталей и изделий, изготовленных из сплавов В93, В95, В93 п. ч. и В95 п. ч., производить в соответствии с «Инструкцией по длительному хранению материалов, полуфабрикатов и некоторых готовых изделий» (выпущена 2-м Управлением МАП, 1968) .

12.2. Хранение, межцеховая и межоперационная транспортировка деталей должны осуществляться в условиях, обеспечивающих отсутствие повреждений поверхности деталей.

Примечание. При изготовлении мягких ложементов не рекомендуется применять войлок и другие влагопоглощающие материалы.

Инструкцию составили: *И. Н. Фридляндер, С. И. Кишкина, Е. И. Кутайцева, З. Г. Филиппова, В. И. Хольнова, В. С. Комиссарова, Е. М. Зарецкий, А. И. Пугачев, А. В. Попов, Ю. В. Шевнюк, Л. В. Авдошина, И. А. Шефер, Е. К. Подъемщикова, В. Ф. Кутьинов, С. К. Кушеверский, Б. Ф. Богданов, А. З. Воробьев, В. М. Белецкий*

Зам. начальника ВИАМ В. А. Засыпкин
Начальник лаборатории И. Н. Фридляндер

Корректор **И. И. Паскалов**

Подписано в печать 2/I 1974 г.

Ф. б. $60 \times 90^1/_{16}$—0,88 б. л.=1,75 п. л. Тираж 3000 экз.

Типография ЦАГИ. Зак. № 457