Б. Н. ШЕРЕМЕТЕВ

ПЛАНЕРЫ

Под редакцией
кандидата технических наук
Н. Н. Фадеева

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
МОСКВА — 1959

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдая за полетом птиц, люди давно заметили, что, кроме полета при помощи взмахов крыльев, существует еще другой вид полета — парение. Птицы плавно скользят на распластанных крыльях, спускаясь вниз, но могут и взмывать вверх без затраты своей мускульной силы, используя для этого энергию восходящих потоков воздуха или неравномерного ветра. Большие птицы — альбатросы, аисты, орлы и другие — умеют часами висеть в воздухе на распростертых крыльях, не делая ни единого взмаха и в то же время часто забираясь на большую высоту.

Планер является летательным аппаратом, подражающим таким парящим птицам. У него также имеются широко распростертые неподвижные крылья, а все остальные части имеют хорошо обтекаемую воздухом форму, напоминающую формы птицы.

Историческое значение планера заключается в том, что в нем были заложены основные принципы конструкции самолета. Первые самолеты были планерами, на которых устанавливался мотор.

Главным отличием планера от самолета является отсутствие на планере двигателя. Кроме того, конструкция планера проще и легче. Отсутствие мотора разгружает нос. Для того чтобы центр тяжести не оказался благодаря этому слишком позади, сиденье летчика располагается ближе к носу. Удлинение крыльев, т. е. отношение размаха крыла к его хорде (ширине), делается также больше, чем у самолета.

Планеризм — один из увлекательных видов авиационного спорта.

С каждым годом увеличивается сеть планерных кружков и планерных станций ДОСААФ. Тысячи молодых спортсменов овладевают искусством безмоторного полета.

Советские конструкторы создали и создают разнообразные типы учебных, тренировочных и рекордных планеров. Строят несложные учебные планеры и в кружках ДОСААФ.

Предлагаемая книга и предназначена помочь планеристам изучить конструкции планеров, их летные качества.

По некоторым планерам материалы настолько подробны, что позволяют планеристам после небольших дополнительных расчетов изготовить рабочие чертежи и самостоятельно построить планер, внеся при этом усовершенствования в его конструкцию.

Сказанное относится к постройке планеров простейшей конструкции, вроде А-1 или БРО-11.

При наличии благоприятных условий для постройки более сложных планеров необходимо разработать эскизный проект, содержащий:

а) краткое описание конструкции и основные данные планера;

б) общий вид (в трех проекциях);

в) компоновочные чертежи крыла, фюзеляжа с посадочным устройством и оперения;

г) чертежи основных узлов (крепления крыла, оперения, шасси и т. д.);

д) схему управления;

е) схему оборудования;

ж) весовую сводку и центровку планера;

з) аэродинамический расчет (в первом приближении);

и) расчет управляемости и устойчивости (по методу Пышнова);

к) прикидочный расчет на прочность основных элементов планера.

Эскизный проект нового планера следует направлять в Технический комитет при ЦК ДОСААФ СССР.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРА

Планер состоит из следующих основных частей: крыла с органами поперечного управления — элеронами, фюзеляжа, или фермы, хвостового оперения, управления и посадочного устройства — шасси (рис. 1).

Крыло является важнейшей частью планера, создающей подъемную силу, необходимую для удержания планера в воздухе.

К крылу предъявляются следующие основные требования:

— получение высокой подъемной силы при малом лобовом сопротивлении;

— высокая прочность при малом весе и достаточная жесткость на изгиб и кручение, гарантирующая устойчивость крыла против вибраций и против чрезмерного искажения его формы;

— простота и удобство производства, эксплуатации, ремонта и осмотра.

С точки зрения аэродинамики наиболее выгодным является:

— среднее расположение крыла;

— форма крыла в плане, приближающаяся к форме эллипса;

— применение профилей с большой подъемной силой, малым профильным сопротивлением и малым перемещением центра давления при достаточной относительной толщине профиля, т. е. большим отношением высоты профиля к хорде (10—18%);

— умеренный угол поперечного V (не более 4°).

Наибольшее распространение имеет однолонжеронная конструкция крыла (рис. 2). Лонжерон, расположенный в наиболее толстой части крыла (25—35% хорды от передней кромки), воспринимает изгибающий момент. Передняя часть крыла, выполненная в виде коробки или трубы, сопротивляется скручиванию. Примером двухлонжеронных крыльев могут служить крылья планеров А-1 (см. рис. 16) и А-2 (см. рис. 33).

С целью увеличения подъемной силы крыла (при парении или для облегчения взлета) на крыле планера устанавливаются закрылки, представляющие собой отклоняющиеся вниз поверхности на задней кромке центральной части крыла.

Для уменьшения подъемной силы и увеличения угла планирования при посадке устанавливаются интерцепторы, располагаемые на верхней или на обеих поверхностях крыла ближе к передней его кромке.

Фюзеляж, или ферма, представляет собой корпус планера, соединяющий в одно целое все части планера. В фюзеляже размещаются экипаж планера, управление и оборудование. В случае применения вместо

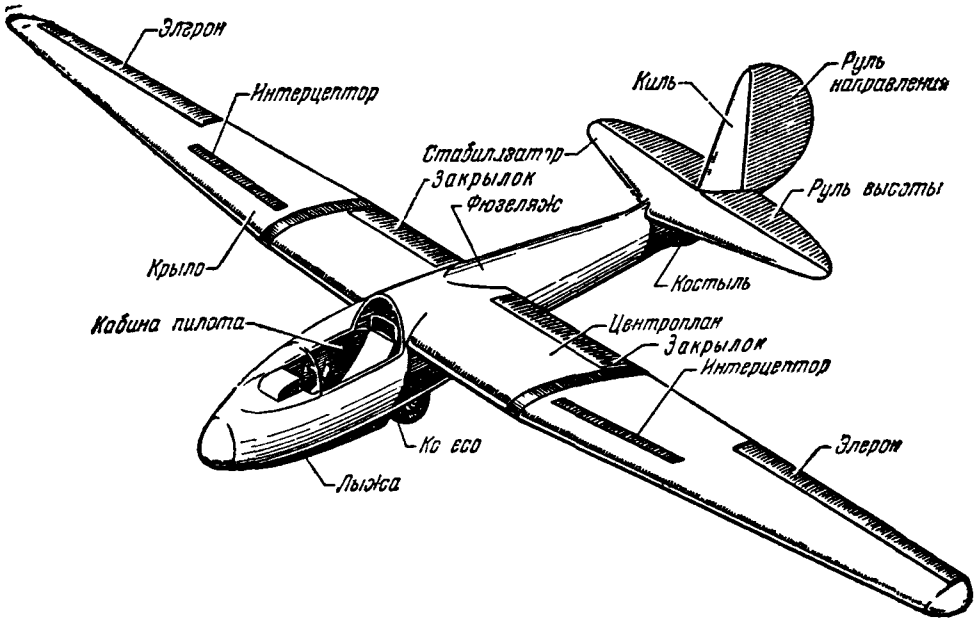


Рис 1 Устройство планера

фюзеляжа плоской фермы место пилота закрывается легким обтекателем, образующим кабину У балансирного планера фюзеляж может отсутствовать, так как пилот держится обычно на локтях или си-

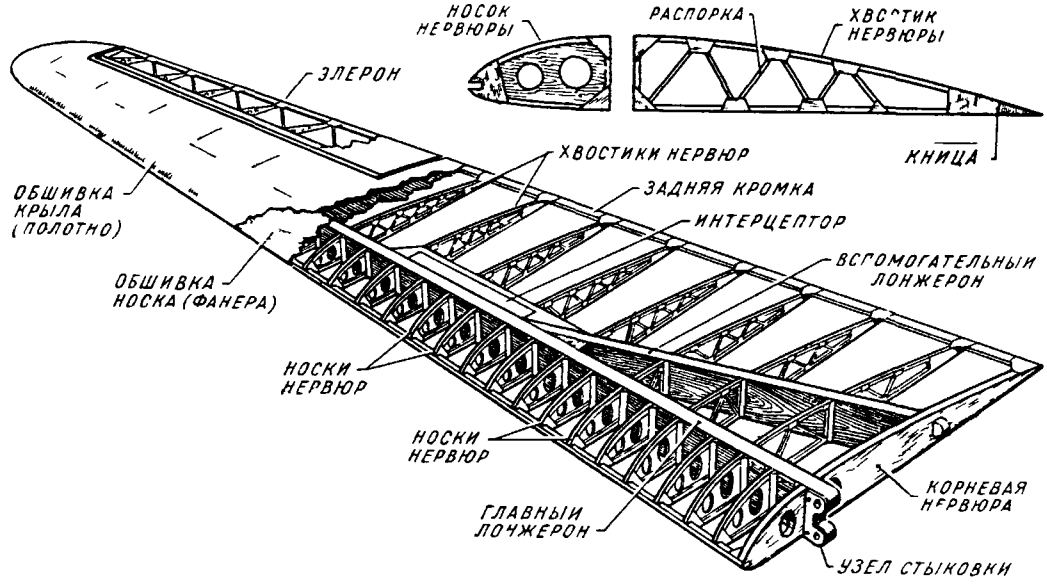


Рис 2 Конструкция крыла планера

дит верхом на лямке в вырезе крыла, причем ноги его висят в воздухе (рис 3)

Хвостовое оперение разделяется на горизонтальное и вертикальное Первое состоит из стабилизатора и руля высоты, второе — из киля и руля направления Хвостовое оперение служит для уравновешивания сил, действующих на планер в полете, для сообщения ему устойчивости и управления планером

Стабилизатор и киль закреплены на планере неподвижно и придают ему продольную и путевую устойчивость, они автоматически вос-

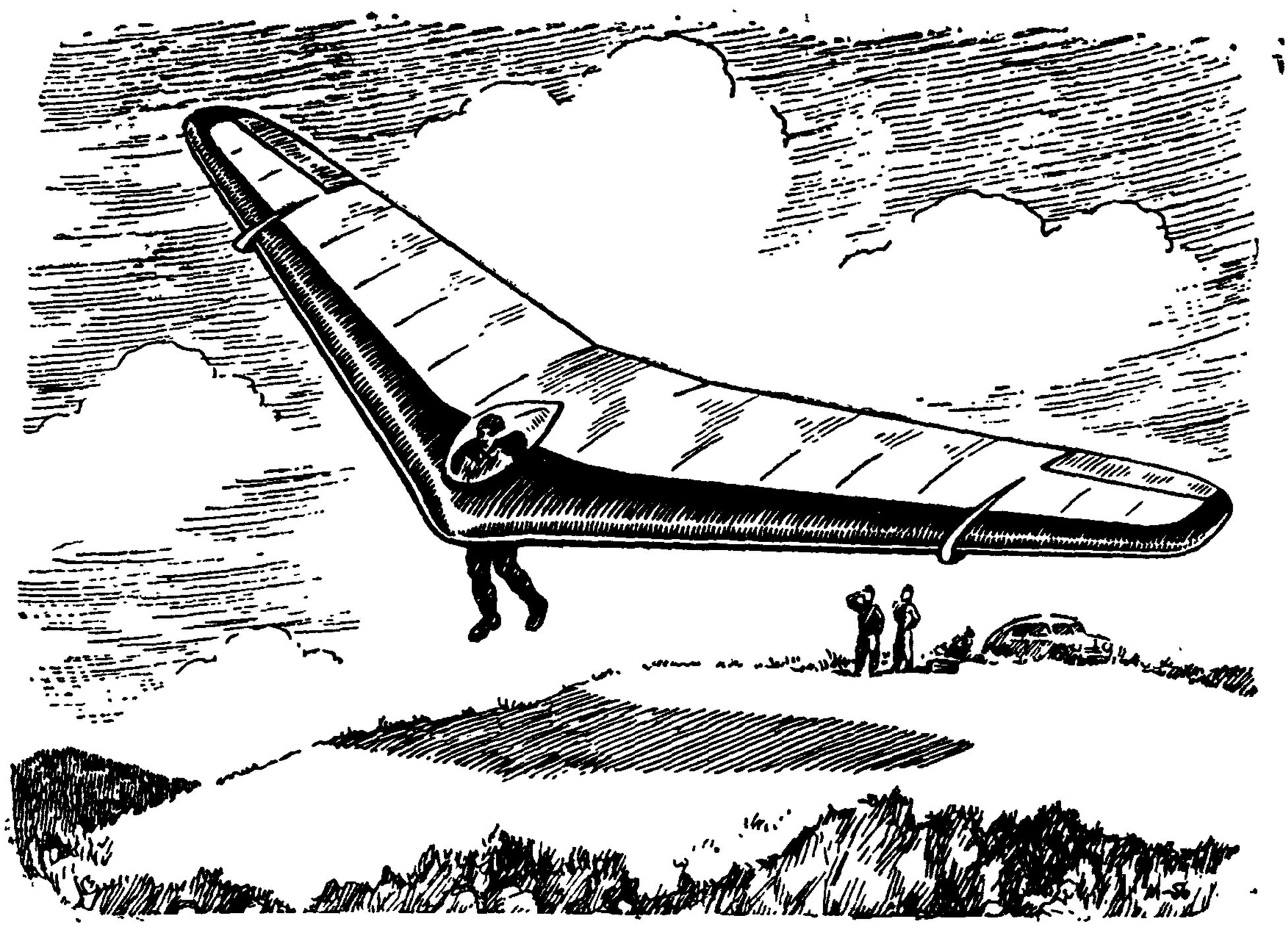


Рис. 3. Балансирный планер «Летающее крыло»

станавливают режим полета в случае его нарушения, например при порыве ветра.

Рули высоты, направления и элероны служат для изменения положения планера в воздухе, или, как говорят, для изменения режима полета, т. е. являются органами управления планером.

Руль высоты служит для изменения угла атаки и искривления траектории вверх или вниз, т. е. для управления планером в продольном направлении. При отклонении руля высоты вверх встречный воздушный поток будет давить на него вниз, хвост опустится, угол атаки крыла возрастет, подъемная сила крыла тоже возрастет и искривит траекторию полета планера кверху. При отклонении руля высоты вниз происходит обратное явление, т. е. траектория полета искривится книзу.

Руль направления предназначен для поворота планера вправо или влево. Его действие сходно с действием руля лодки. При отклонении руля вправо воздушные силы давят на него и отклоняют хвост влево, заставляя нос планера поворачивать вправо, и наоборот.

Элероны служат для создания крена, необходимого при выполнении разворотов и для вывода планера из крена. При отклонении, например, правого элерона вверх, а левого — вниз планер получает крен вправо. В ту же сторону отклоняется подъемная сила крыла и искривляет траекторию вправо.

Триммеры представляют собой небольшие поверхности, устанавливаемые на задней кромке рулей и элеронов. На планере обычно триммер ставится только на руле высоты для снятия нагрузки с ручки управления на любом режиме полета.

Большие нагрузки на ручку управления, утомляющие пилота в длительном полете, могут возникнуть при следующих обстоятельствах:

1. При полете на большой скорости. Полет с большой скоростью может быть длительным при буксировке планера самолетом. В этом случае планер может получить большой прирост подъемной силы, которая, как известно из аэродинамики, пропорциональна квадрату скорости полета. Чтобы не увеличивать нормальное превышение

планера над самолетом и не порвать буксирный трос, пилот вынужден все время отжимать ручку от себя. Если буксировочный замок на планере расположен слишком низко, так что сила тяги от троса проходит ниже центра тяжести планера, то последний стремится еще больше увеличить свой угол атаки, и отжимать ручку необходимо еще сильнее.

2 При полете с очень передней центровкой Пилот на одноместном планере и передний пилот на двухместном планере

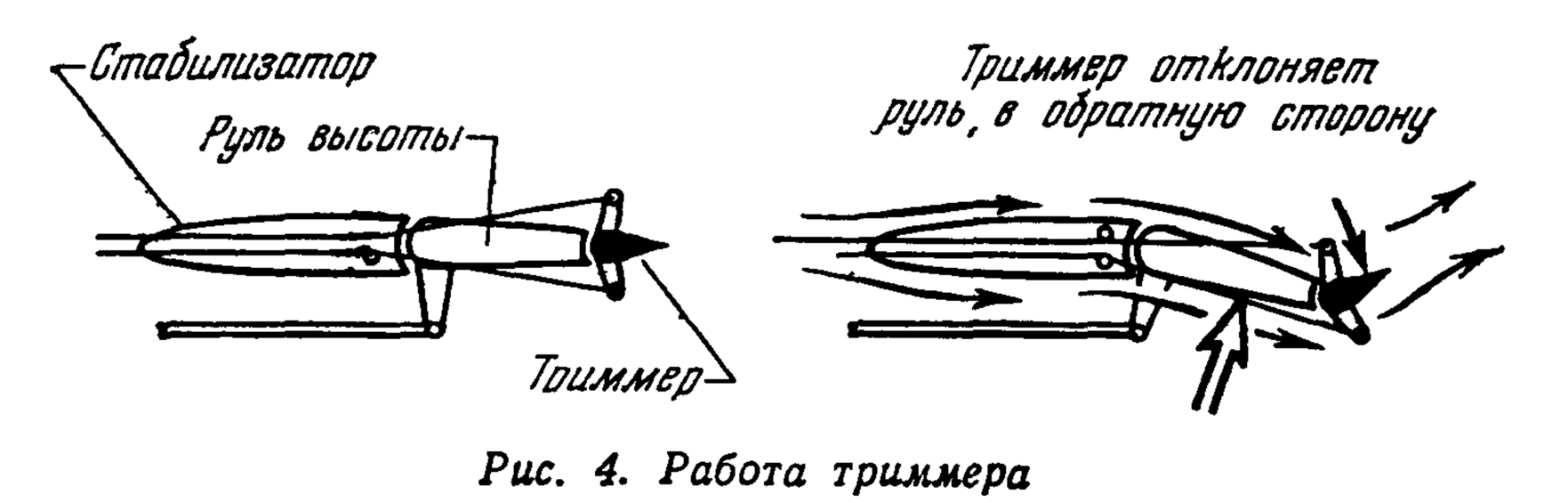


Рис. 4. Работа триммера

размещены впереди центра тяжести Вес пилота с парашютом уравновешивает вес хвоста планера в том случае, если он равен весу, принятому в расчете (80±10 *кг*).

Представим себе, что вес пилота с парашютом равен 100 *кг*. В этом случае центр тяжести переместится вперед, нос планера будет перевешивать и планер будет «висеть на ручке», т. е, пилот должен будет держать ручку в течение всего полета, сильно притягивая ее к себе.

Принцип действия триммера, снимающего усилие на ручке, ясен из рис. 4. Предположим, что планер кабрирует (т. е. стремится поднять нос); чтобы воспрепятствовать этому, руль высоты опущен вниз, как показано на правом рисунке Отклоненный в обратную сторону триммер под действием воздушного потока помогает рулю оставаться в опущенном положении и уменьшает тем самым нагрузку на ручке управления.

Управление планером подразделяется на основное и вспомогательное Основное управление состоит из управления рулем высоты и элеронами (ручного управления) и управления рулем направления (ножного управления) Вспомогательное управление состоит из управления щитками или закрылками, интерцепторами, триммерами, буксирным замком и замком самопуска.

Принципиальная схема основного управления показана на рис 5. Ручка управления связана с рулем высоты и элеронами так, что при

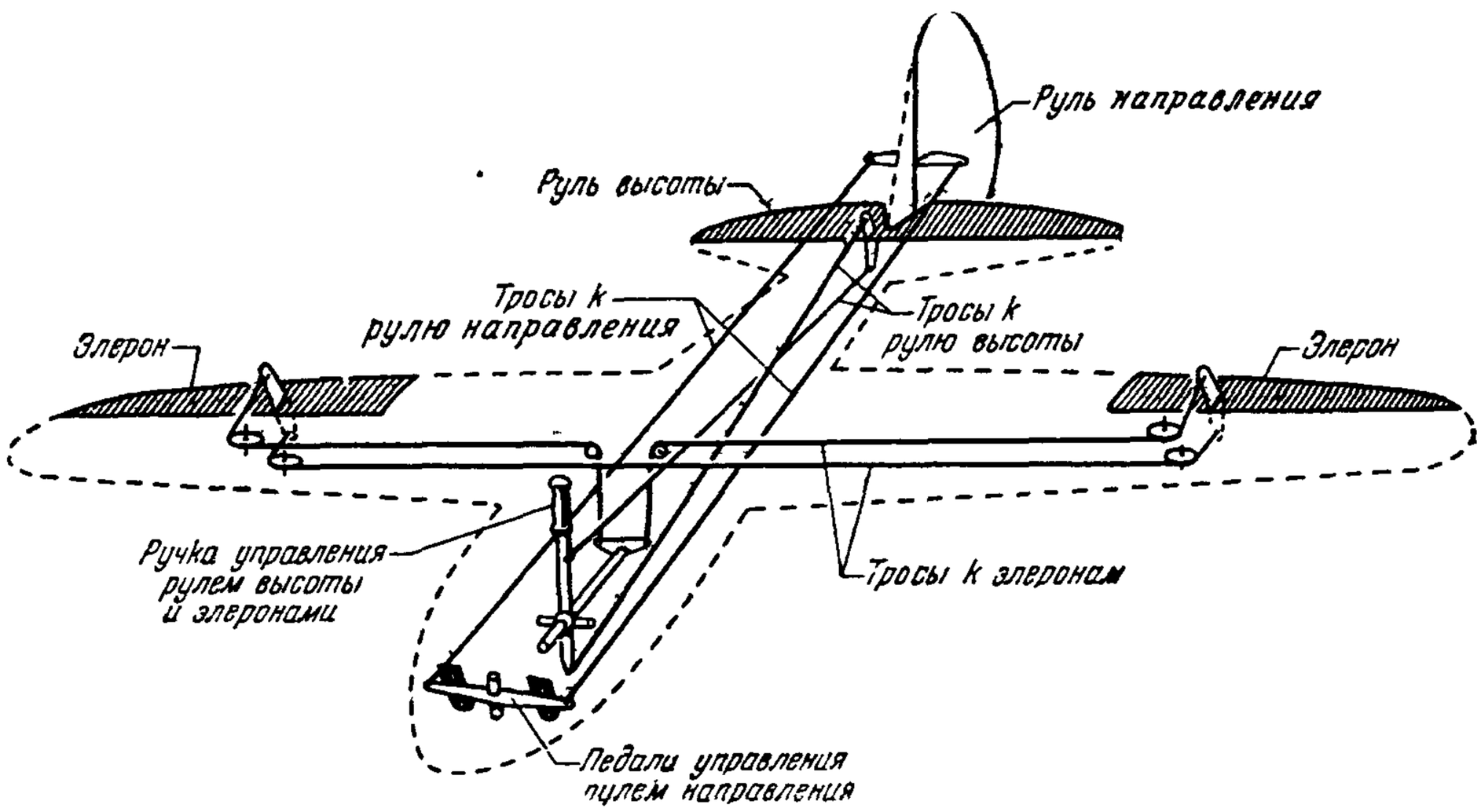


Рис 5 Схема управления планером

отклонении ручки пилотом на себя руль высоты поднимается, заставляя тем самым планер искривить свою траекторию вверх. При даче ручки от себя руль высоты опустится, хвост планера поднимется и планер искривит траекторию вниз.

При отклонении ручки вправо левый элерон опустится вниз. а правый поднимется вверх, в результате чего подъемная сила левого полукрыла возрастет, а правого уменьшится. Это заставит планер накрениться вправо. Если пилот даст ручку влево, то произойдет обратное явление и планер накренится влево.

Управление рулем направления осуществляется ножными педалями. При отжиме правой педали руль направления отклонится вправо и планер завернет вправо. Если «даст левую ногу» то планер повернет влево.

Следует отметить, что направление отклонения планера совпадет с направлением отклонения ручки: ручка вправо — крен вправо, ручка от себя — планер опускает нос. Но отклонение педали дает противоположное отклонение планера: движение правой педали вперед вызывает отставание правого крыла.

В полете приходится действовать одновременно несколькими органами управления.

Вспомогательное управление по конструкции и по принципу работы сходно с основным управлением. Закрылки, интерцепторы, триммеры приводятся в движение при помощи рычагов (ручек), расположенных на левом борту фюзеляжа. Ручки управления буксировочным замком и замком самопуска устанавливаются на приборных досках или вблизи ручки управления. Остальное управление состоит из качалок, роликов, тяг и тросовой проводки, заключенной частично в боуденовскую оболочку.

Направление движения ручек управления закрылками и интерцепторами совпадает с направлением движения главной ручки, т. е для уменьшения скорости каждую ручку нужно потянуть «на себя»; при этом интерцепторы открываются, а закрылки опускаются.

Посадочное устройство состоит обычно из лыжи, представляющей собой деревянный брусок, окованный листовой сталью. Лыжа имеет резиновую или пружинную амортизацию. Кроме лыжи, современные планеры снабжаются также колесным шасси, состоящим большей частью из одного колеса, располагаемого позади лыжи. Наличие колеса очень облегчает взлет планера и его перевозку и вероятно станет обязательным почти для всех планеров. Планеры с высоким аэродинамическим качеством снабжаются убирающимся в полете колесом или обходятся совсем без шасси (см. описания планеров А-11 и А-9). Посадка при этом производится непосредственно на нижнюю усиленную часть фюзеляжа. Планеры этого типа снабжаются тележками для перевозки; иногда тележки сбрасываются лишь после взлета.

В хвостовой части фюзеляжа устанавливается костыль с резиновой или рессорной амортизацией.

Оборудование планеров, за исключением планеров первоначального обучения, состоит из комплекта аэронавигационных приборов. Электрооборудование, включающее в себя посадочную фару, хвостовой и бортовые огни, лампы подсвета приборной доски и другое, устанавливается на планерах, предназначенных для ночных полетов. Зачастую планеры снабжают приемной, а иногда и передающей радиостанцией. Для высотных полетов устанавливают кислородное оборудование. На двухместных планерах иногда устанавливают оборудование для обучения слепым полетам, состоящее из сдвижного колпака или занавесок.

Каждый планер-паритель должен быть снабжен багажником или бортовой сумкой для: формуляра карт, вымпелов, бортпайка, аптечки

и т. д. Наземное оборудование состоит из тележки, чехлов, подставок, швартовочных тросов, струбцин для закрепления рулей и т. п.

ПОЛЕТ ПЛАНЕРА

Как может взлетать и держаться в воздухе аппарат, не имеющий мотора?

Существуют следующие способы взлета планера:

1. Запуск резиновым шнуровым амортизатором, при котором планер как бы выстреливается из большой резиновой рогатки.

2. Взлет с помощью лебедки, на барабан которой наматывается трос, прикрепленный к планеру (автостарт, тракторостарт, электростарт и т. п.); способ напоминает запуск воздушного змея.

3. Старт с помощью самолета-буксировщика.

Во время запуска планер приобретает скорость за счет тяги амортизатора или троса. После прекращения действия этой тяги, чтобы не потерять скорости и не упасть, пилот должен опустить немного нос планера. Под действием силы тяжести планер начнет спускаться и скользить по наклонной траектории вниз, не теряя скорости.

Рассмотрим силы, действующие на планер при таком скользящем (планирующем) полете в спокойном воздухе по прямой траектории с постоянной скоростью (рис. 6).

На планер действует два рода сил: силы тяжести и силы давления воздуха. Равнодействующая G сил тяжести проходит через центр тяжести C планера и направлена вертикально вниз. Как известно из механики, для возможности прямолинейного и равномерного движения необходимо равновесие сил, т. е. необходимо, чтобы равнодействующая R сил давления воздуха проходила также через точку C и была равна и прямо противоположна силе G. Разложим каждую из этих сил на две силы, направленные по траектории и перпендикулярно к ней. Сила Y, направленная перпендикулярно к пути, называется подъемной силой, сила Q, направленная по пути против движения, — лобовым сопротивлением. Слагающие силы G—силы G_y и G_x—равные по величине и противоположны силам Y и Q. Рассмотрим эти четыре силы.

Подъемная сила Y уже не равна силе тяжести G, как это было при взлете, а меньше ее. Она уравновешивает только слагающую G_y силы тяжести. Планер, следовательно, уже не может держаться в воздухе, не теряя высоты, и будет спускаться. Сила G_x является силой, направленной по пути полета. Она заменяет силу тяги и сообщает планеру скорость, необходимую для полета. Для появления этой силы необходим наклон траектории.

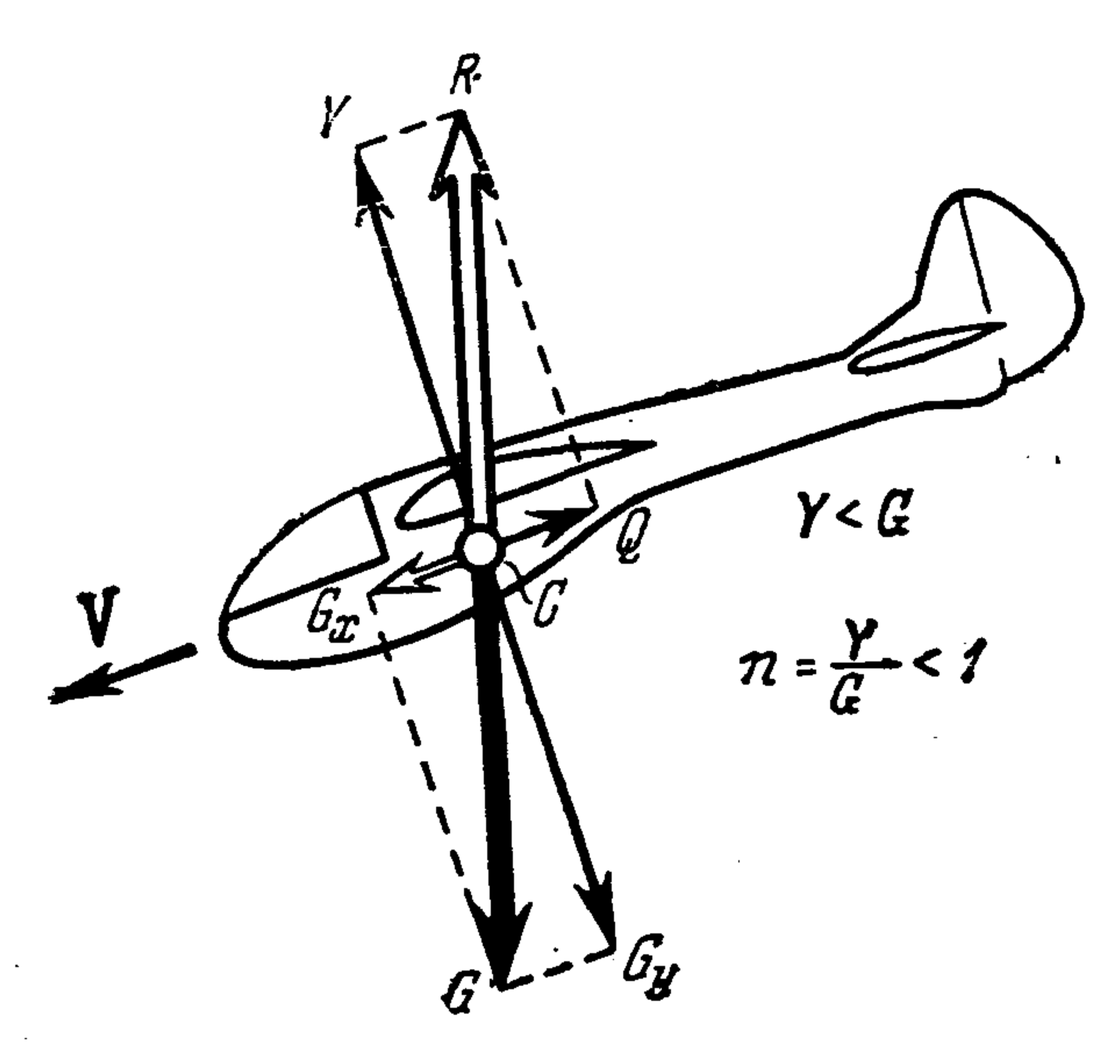


Рис. 6. Планирующий полет планера

Итак, планер не может самостоятельно (подобно самолету) лететь горизонтально или набирать высоту, не теряя скорости. Однако при некоторых метеорологических условиях планер может не только летать горизонтально, но и подниматься на высоту нескольких тысяч метров, держаться в воздухе десятки часов и пролетать многие сотни

километров. Такой полет, во время которого планер, не теряя скорости, летит горизонтально или набирает высоту, называется парящим полетом, или парением. Парящий полет есть тот же планирующий полет, но только в восходящем потоке, вертикальная скорость которого равна или превышает скорость снижения планера.

Восходящие потоки образуются у склонов гор (потоки обтекания). Они возникают также вследствие неравномерного нагревания земной поверхности (тепловые или термические потоки) и образуются вследствие иных динамических явлений в атмосфере. Признаком восходящего потока часто служат кучевые и другие облака, образующиеся вследствие конденсации водяного пара при его подъеме в холодный слой атмосферы. Эта конденсация освобождает скрытую теплоту парообразования и дает дополнительный подогрев воздуха, что обычно усиливает «подсасывающее действие» облака.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛАНЕРОВ

Все планеры за рубежом условно подразделяют на два типа в зависимости от источников энергии, которыми они пользуются при полете:

— скользящие планеры, которые могут только скользить вниз (планировать), используя свою потенциальную энергию (энергию положения);

— парящие планеры, использующие энергию воздушных потоков и способные совершать парящие полеты.

У нас такое разделение и сама терминология теперь не приняты, так как между этими двумя типами нет резкой разницы. Скользящие планеры, имеющие большую скорость снижения, также способны парить при достаточно мощном восходящем потоке. Рассмотрим классификацию планеров по другим признакам.

I. По назначению:

А. Учебные — для первоначального обучения.

Б. Тренировочные — для тренировки лиц, уже умеющих летать.

В. Рекордные — для достижения того или иного рекорда.

Г. Экспериментальные — для исследования новых схем и устройств, нового оборудования и материалов, способов взлета и т. п.

II. По числу мест:

А. Одноместные.

Б. Двухместные — большей частью с двойным управлением.

В. Многоместные.

III. По основному материалу постройки:

А. Деревянные.

Б. Смешанные (обычно с трубчатым сварным фюзеляжем и деревянным крылом и оперением).

В. Цельнометаллические.

IV. По конструкции:

А. По конструкции корпуса:

1. Безфюзеляжные — у балансирных планеров (см. рис. 3).
2. Ферменные — применяются обычно для учебных планеров.
3. Фюзеляжные — наиболее распространенная конструкция.
4. Бесхвостые — тип, редко применяемый.

Б. По схеме крыла:

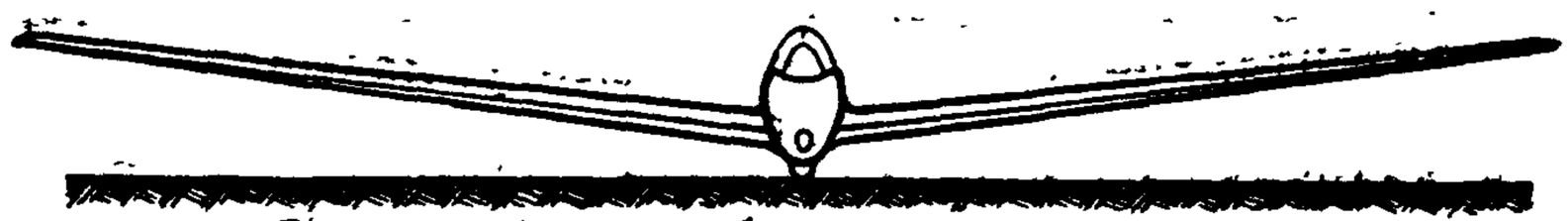
1. По способу крепления крыльев:

а) с подкосами — нижними или (редко) верхними;

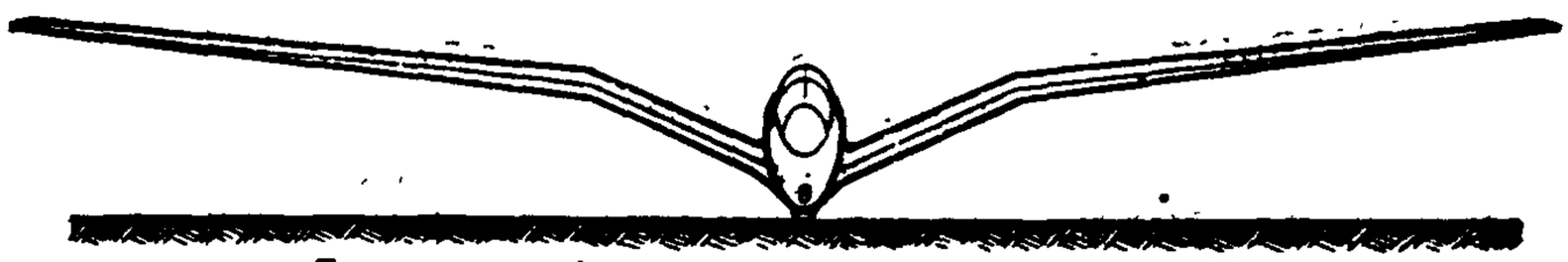
б) с расчалками — проволочными или ленточными;

в) свободнонесущие — самый распространенный тип.

Первые два типа крепления крыла употребляются в конструкциях учебных планеров.



Планер-низкоплан с большим поперечным „V"



Планер-низкоплан с крылом типа „чайки"

Рис. 7. Расположение крыла у низкоплана

2. По расположению крыла:

а) парасольные — крыло помещается на стойках или подкосах над фюзеляжем;

б) высококрылые — крыло расположено у верхнего края фюзеляжа или непосредственно над ним;

в) среднекрылые — крылья укреплены у середины высоты фюзеляжа;

г) низкокрылые — крылья расположены у нижнего края фюзеляжа.

Схема «а» применяется иногда у двухместных планеров. Схемы «б» и «в» являются самыми распространенными среди тренировочных и рекордных планеров. Схема «г» применяется редко, так как низкое расположение крыла неудобно при посадке; в этом случае крыльям дают большое поперечное V или придают форму «чайки» (рис. 7).

ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРОВ

К планеру в зависимости от назначения предъявляется ряд требований — к его летным и эксплуатационным данным и прочности. Конструкция каждого планера при возможной простоте и дешевизне должна обладать минимальным весом.

Для получения возможно малого веса необходимо, чтобы:

— все части планера, воспринимающие усилия, были полностью нагружены, а неработающие части — максимально облегчены;

— применяемые материалы имели малый удельный вес при большой прочности, а материалы с большим удельным весом (сталь) обладали очень высокой прочностью;

— не было излишнего запаса прочности, приводящего к перетяжелению конструкции.

Рассмотрим технические требования, предъявляемые к одноместным и двухместным планерам различного назначения.

Учебный одноместный планер первоначального обучения предназначен для первоначального обучения полетам при помощи резинового амортизатора или наземного механизированного старта. Планер должен использоваться главным образом в планерных кружках и на планерных станциях. Программа первоначального обучения, помимо теоретической подготовки, включает работу с планером, начиная с балансировки на земле при установке планера носом против ветра на специальном штыре и кончая полетами с разворотами на 90°.

Для успешного обучения необходимо предъявить к конструкции планера следующие требования:

— безопасность полета;

— простоту управления;

— малый вес;
— удобство транспортировки;
— быстроту сборки и разборки;
— малую стоимость планера.

Безопасность полета обеспечивается прочностью, хорошей устойчивостью, послушностью планера рулям на всех режимах полета, отсутствием тенденции к самопроизвольному скольжению на крыло и переходу в штопор. Кроме того, желательно, чтобы были затруднены ввод планера в пикирование и «передир», т. е. увеличение угла атаки, переходящее затем в сваливание на нос; если же передир получается, то проваливание не должно носить резкий характер. Ученик должен быть также хорошо защищен от ударов в случае аварийной посадки.

Простота управления состоит в том, что планер не должен быть слишком вялым и в особенности излишне чутким к отклонению рулей и элеронов. Вялый в управлении планер требует от ученика больших движений ручкой, а чуткий, наоборот, будет сильно реагировать на малейшие движения органов управления и таким образом усиливать ошибки в управлении. Кроме того, необходимо чтобы ученик имел перед собой ориентир, показывающий положение планера относительно горизонта. Таким ориентиром может служить верхний обвод носа кабины, трубка указателя скорости или даже специально поставленная рейка, параллельная оси фюзеляжа. Большая скорость полета затрудняет ученика на всех этапах обучения, и поэтому минимальная скорость полета не должна превышать примерно 40 *км/час*. Отсюда вытекает требование малой нагрузки на крыло.

Малый вес конструкции, колесное посадочное устройство или удобная тележка, быстрая сборка и разборка планера имеют большое значение в эксплуатации учебного планера и играют решающую роль в «полезной отдаче» машины.

Материалами для постройки планера являются: сосна, березовая фанера, углеродистая сталь, дуралюмин в небольшом количестве и хлопчатобумажная ткань. Стоимость материалов для постройки учебного планера составляет бо̀льшую часть стоимости планера. Поэтому необходимо стремиться к замене дорогих авиаматериалов более дешевыми, например применять, где возможно, ель вместо сосны, ольховую фанеру вместо березовой, клеевые составы для покрытия вместо аэролака и специальную бумагу вместо ткани.

Примером планера для первоначального обучения является планер БРО-11, описываемый ниже.

Двухместный учебный планер предназначен для обучения планеристов вывозным методом. Запуск планера должен производиться с помощью механизированного старта (лебедкой) или на буксире за самолетом.

Технические требования к планеру этого типа были разработаны техническим комитетом планерной секции ДОСААФ в 1953 г.

Главнейшими из них являются:

а) скорость снижения — не более 1 *м/сек;*

б) максимальное аэродинамическое качество — не менее 18;

в) посадочная скорость — не более 50 *км/час;*

г) вес пустого планера — не более 180 *кг;*

д) сиденья пилотов — оборудуются под наспинные парашюты;

е) пилоты должны быть защищены от встречного потока и иметь хороший обзор с обоих пилотских мест;

ж) необходимо наличие колесного шасси и интерцепторов.

Среди построенных планеров еще нет ни одного, полностью удовлетворяющего этим требованиям.

Одноместный акробатический планер предназначается для тренировки планеристов-спортсменов в высшем и сложном пилотаже и для полетов в сложной метеорологической обстановке. Примером такого планера служит планер А-13 (см. рис. 117).

Рекордный планер строится обычно в небольшом числе экземпляров и предназначается для установления новых рекордов и участия в планерных состязаниях.

Для каждого типа такого планера составляются особые технические условия как на проектирование, так и на изготовление конструкции.

Рекордные планеры имеют обычно большой размах (16—20 *м*), высокое аэродинамическое качество (30 и выше) и значительный вес конструкции (220—380 *кг*). Материалы для постройки допускаются любые, недефицитные и неимпортные. Планером этого класса является планер А-11 (см. рис. 116).

К рекордным планерам относятся также планеры стандартного класса. Технические требования к этим планерам утверждены Международной авиационной федерацией (ФАИ) в феврале 1957 г. Обязательными требованиями к планерам стандартного класса являются:

а) ограничение размаха до 15 *м;*

б) запрещение механизации крыла (закрылков, зависающих элеронов и других устройств);

в) воздушные тормоза и интерцепторы для ограничения скорости пикирования допускаются любой системы; использование хвостового парашюта для торможения не разрешается;

г) не разрешается убирающееся в полете шасси; колесо должно быть зафиксировано и снабжено тормозом для уменьшения длины пробега;

д) запрещается пользование сбрасываемым (водяным) балластом;

е) прочность планера должна допускать полеты в облаках.

Помимо этих обязательных условий, планер должен быть простым по конструкции, дешевым в производстве и по стоимости материалов, легко и быстро собираться и разбираться.

Планер стандартного класса предназначается для выполнения парящих полетов в простых метеоусловиях и полетов в облаках. При условии серийного производства стандартный планер может стать массовым для планерных соревнований, организуемых ДОСААФ, и зарубежных соревнований планеров этого класса.

Стандартный планер может быть создан на базе доработки конструкции легких парителей БРО-12 и БК-4 (см. рис. 114 и 115).

МАТЕРИАЛЫ

В настоящее время основным материалом конструкции планера является дерево. Но в планеростроении, так же как в свое время и в самолетостроении, совершается переход от деревянных конструкций к конструкциям смешанным и цельнометаллическим.

Объясняется это затруднениями в заготовке древесины и фанеры надлежащего качества и следующими преимуществами металлической конструкции:

а) легкая возможность получения необходимых материалов;

б) наличие предпосылок для серийного производства, так как многие заводы имеют оборудование для металлообработки;

в) устойчивость металлической конструкции против влияния погоды и ее долговечность (срок эксплуатации металлического планера примерно вдвое больше срока службы деревянного планера);

г) повышенная безопасность для пилота в аварийных случаях;

д) совершенство выполнения аэродинамических форм и др.

Наряду с преимуществами металлические конструкции имеют и недостатки. Наиболее существенными из них являются:

— высокая стоимость изготовления опытных образцов; цена металлического прототипа в 2—2,5 раза выше цены деревянного прототипа;

— цельнометаллическое производство требует изготовления солидной оснастки, поэтому оно будет дешевле деревянного только при постройке большой серии;

— ремонт поврежденного планера более сложен и должен производиться на специальном заводе.

Материалы для постройки планера весьма разнообразны. Главнейшими из них являются: дерево, сталь, дуралюмин и хлопчатобумажная ткань. Дерево (преимущественно сосна) употребляется в виде брусков, реек и фанеры (переклейки). Склейка древесины и фанеры производится казеиновым (В-105 или В-107) или смоляным (ВИАМ-Б3) и другими клеями с частичным применением гвоздей и шурупов. От качества склейки и самого клея зависит надежность деревянной конструкции. При склейке казеиновым клеем необходимо применять антисептики, т. е. вещества, предохраняющие дерево от гниения. Сохранность деревянной конструкции зависит в большой мере от покрытия (например, масляным лаком) и от хорошего дренажа и вентиляции.

Механические свойства и удельные веса древесины и фанеры приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

АВИАДРЕВЕСИНА

(при влажности 15%)

Порода дерева	Временное сопротивление, *кг/см²*		Вес единицы объема *г/см³*
	сжатию вдоль волокон	растяжению вдоль волокон	
Сосна	350	830	0,52
Ель	320	750	0,47
Ясень	400	1100	0,71
Дуб	400	1000	0,70
Бук	390	930	0,65
Береза	450	1200	0,73
Липа	270	600	0,48

Таблица 2

АВИАФАНЕРА

Толщина, *мм*	Число слоев	Средний вес единицы объема, *г/см³*	Временное сопротивление при разрыве, *кг/см²*		
			вдоль волокон рубашки	под углом 45°	поперек волокон рубашки
Березовая фанера					
Склеенная белковыми клеями					
от 1,0 до 4,0	3	0,70	700	150	400
Склеенная бакелитовой пленкой					
1,0	3	0,80	750	300	450
1,5 и 2,0	3	0,80	750	250	450
2,0	5	0,80	750	350	650
2,5	3	0,80	750	250	450
2,5	5	0,80	750	300	600
3,0 и 4,0	3	0,80	750	250	410
3,0 и 4,0	5	0,80	750	300	600

Толщина, *мм*	Число слоев	Средний вес единицы объема, *г/см³*	Временное сопротивление при разрыве, *кг/см²*		
			вдоль волокон рубашки	под углом 45°	поперек волокон рубашки
Ольховая фанера					
от 1,0 до 4,0	3	0,60	490	100	280
Склеенная бакелитовой пленкой					
от 1,0 до 4,0	3	0,70	490	100	280

Сталь применяется в конструкции планера для изготовления стыковых узлов, фюзеляжей (сваренных из труб), деталей управления, подкосов, болтов, гаек, шайб и т. п. Сильно нагруженные узлы и детали изготовляются из хромансилевой стали с дальнейшей термической обработкой (закалкой) Углеродистая сталь идет на неответственные узлы и детали.

Для защиты от коррозии (разъедания, ржавчины) детали подвергают оцинковке или окрашивают

В табл 3 приводятся механические качества наиболее употребительных марок стали.

Таблица 3

СТАЛИ

(удельный вес $\gamma=7{,}85$)

Наименование	Марка	Полуфабрикат	Состояние материала	Временное сопротивление, *кг/мм²*	
				растяжению сжатию	срезу
Углеродистая, конструкционная	20 или 20А	Листы, полосы и трубы	Отожженный или нормализованный	40—50	30
Хромо-марганцево-кремнистая (хромансиль)	30ХГСА	Листы, прутки и трубы	Отожженный, нормализованный, термообработанный	55— 75 70—130 90—160	— — 64—120
Углеродистая, пружинная	ВС ОВС	Проволока	Специальная термическая обработка	90—190 130—200	— —

Дуралюмин является очень ценным авиационным материалом, так как прочность его равна прочности мягкой стали, а по удельному весу он почти в три раза легче ее Дуралюмин, так же как и сталь, становится более прочным после термической обработки, легко обрабатывается режущим инструментом и штампуется. Основными мерами предохранения дуралюмина от коррозии являются плакировка (покрытие его тонкой пленкой чистого алюминия) или анодирование (нанесение на поверхность пленки окисла, который предохраняет материал от дальнейшего окисления).

Механические свойства трех марок дуралюмина даны в табл 4

Таблица 4

ДУРАЛЮМИН
(удельный вес $\gamma=2{,}8$)

Марка	Полуфабрикат	Состояние материала	Временное сопротивление, *кг/мм²*	
			растяжению, сжатию	срезу
Д-1	Прутки	Термически обработан	35—42	25
Д-16	Листы и ленты	Отожжен (М)	18—22	
		Термообработан (Т)	40—43	28
	Профили	Нагартован (ТН)	35—42	—
Д-6	Трубы	Термически обработан	42—44	—

Для обтяжки крыльев и оперения планера применяется легкое хлопчатобумажное полотно или перкаль, мадаполам или бязь (последние для учебных планеров, как более дешевые ткани).

После обтяжки ткань покрывается два-три раза аэролаком второго покрытия. Покрытие уменьшает намокание ткани, увеличивает натяжение и повышает ее прочность.

Среди остальных материалов необходимо упомянуть бронзу, резину, пластики (органическое стекло, текстолит, пенопласт), лаки и краски.

НАГРУЗКИ НА ПЛАНЕР В ПОЛЕТЕ

Рассмотрим природу нагрузок на планер в полете на примере нагрузки крыла.

На рис. 8 показан планер, который летит по горизонтальной прямой. Для выполнения такого полета необходимо соблюдать равенство подъемной силы Y весу планера G. Такой полет не может быть продолжительным, так как в отличие от установившегося планирования (см рис. 6) слагающая сила отсутствует и лобовое сопротивление Q постепенно уменьшает скорость полета Подъемная сила при этом начнет уменьшаться, условие $Y=G$ нарушится и планер начнет снижаться. Однако, увеличивая по мере уменьшения скорости угол атаки планера, летчик на некоторое время сохранит величину подъемной силы и горизонтальное направление полета. Отношение подъемной силы крыла к весу планера называется коэффициентом перегрузки, или просто перегрузкой. В данном случае она равна 1. В установившемся прямолинейном планировании она несколько меньше 1.

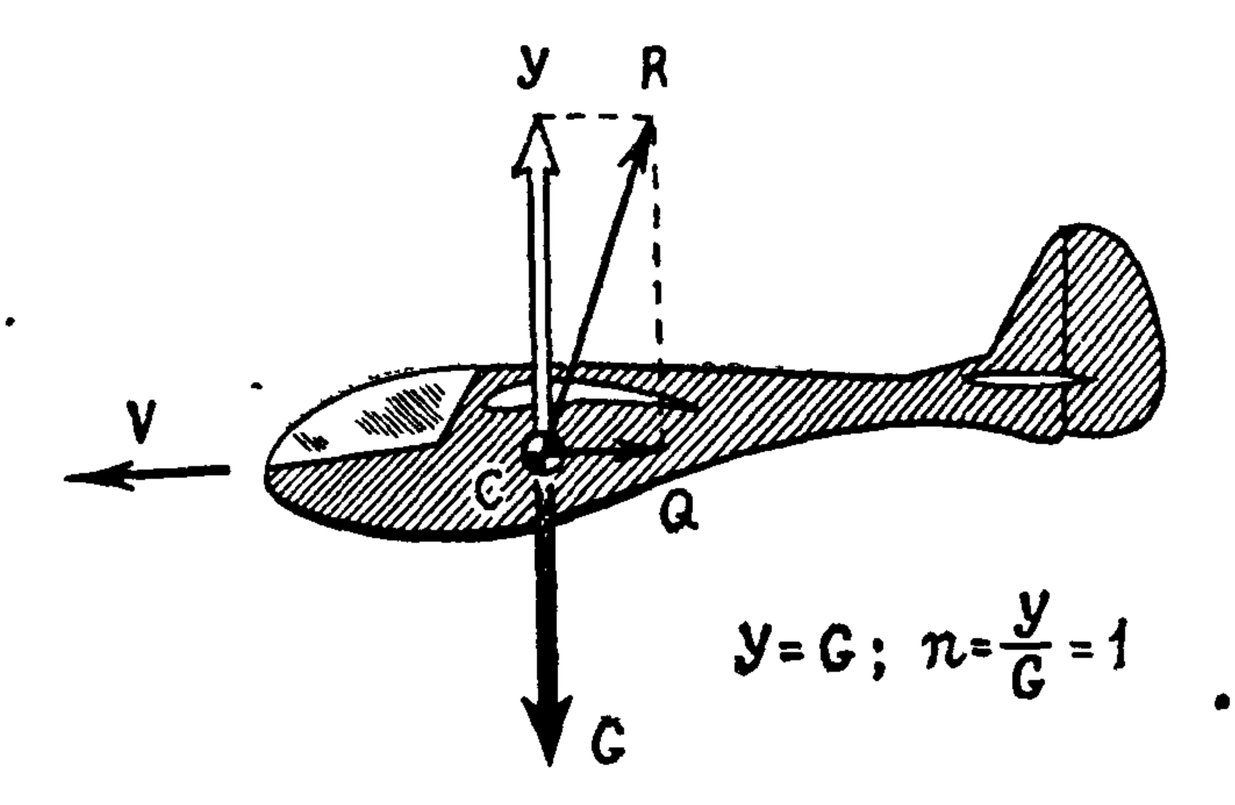


Рис. 8. Горизонтальный полет планера по прямой

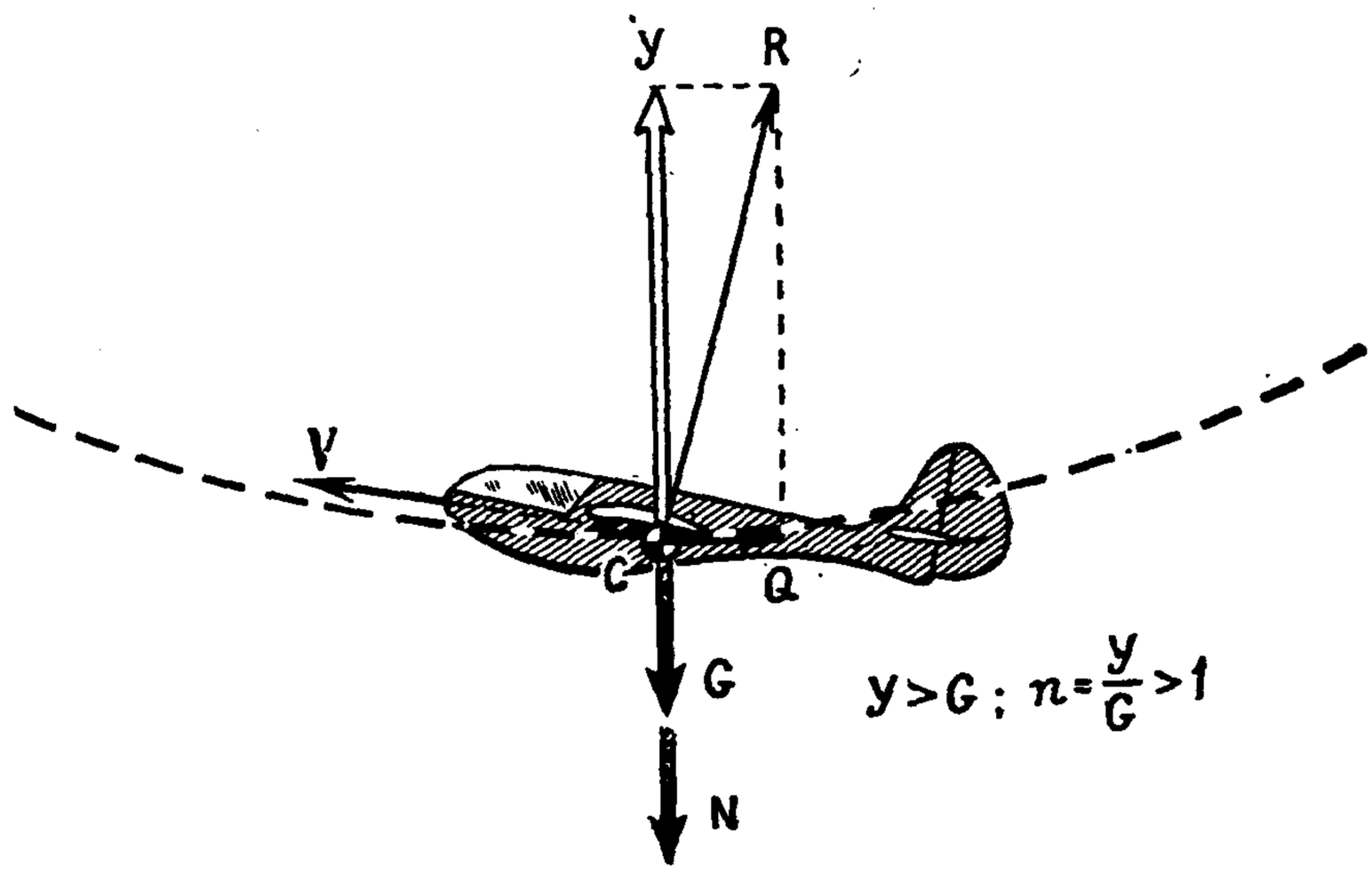


Рис. 9. Полет планера по кривой

При искривлении траектории вверх, например при выходе планера из пикирования на большой скорости, подъемная сила становится значительно больше веса планера (рис. 9), так как она уравновешивает вес и центробежную силу. Наибольшее значение этого коэффициента кладется в основу расчетов прочности.

При виражах также перегрузка получается более 1. При искривлении траектории вниз перегрузки могут доходить до отрицательных величин. Кроме перегрузок при маневрах, планер испытывает перегрузку при входе в восходящий поток или при выходе из него.

У современных планеров перегрузки, полученные в полете, достигают 4—5 крат. Это показывает, что в том положении, в котором чарисован планер на рис. 9, $Y=G+N=5G$, т. е. как бы вес всех частей планера, включая и вес пилота, стал в пять раз больше. Отсюда следует, что при расчетах на прочность как крыла планера, так и других частей конструкции необходимо исходить не из нормальной нагрузки в горизонтальном полете и тем более в установившемся планировании, а из максимальной, какая только возможна в полете для данного типа планера и которая равна нагрузке в горизонтальном полете, умноженной на перегрузку в полете.

Если нормальная нагрузка на крыло равна хотя бы 400 *кг* и наибольшая перегрузка в полете достигает 5, то это значит, что при такой перегрузке крыло будет нагружено силой 400 *кг*$\times$5=2000 *кг*.

Однако прочность любой конструкции должна быть такой, чтобы при наибольшей возможной перегрузке обеспечить ее даже от частичного разрушения и от «остаточных» деформаций, т. е. от деформаций, остающихся после снятия нагрузки. Для этого вводится еще так называемый коэффициент безопасности, равный отношению разрушающей нагрузки к наибольшей возможной нагрузке.

Если в нашем примере принять коэффициент безопасности равным 2, то конструкцию крыла надо сделать такой, чтобы она могла сломаться лишь под действием силы, равной 2000 *кг*$\times$2=4000 *кг* или больше ее.

Коэффициент безопасности 1,5—2 в авиастроении очень мал по сравнению с прочими отраслями машиностроения (4—5 и более). Это объясняется тем, что чем больше запас прочности, тем больше вес конструкции, а вес ухудшает летные данные планера. Прочность планера должна быть достаточной, но не излишней. Для того чтобы гарантировать такую прочность, необходимо знать нагрузки, действующие на планер в различных условиях полета. Указания для оп-

ределения различных нагрузок, необходимых для расчета частей планеров различного типа, и соответствующие коэффициенты безопасности даны в «Нормах прочности».

Число, показывающее, во сколько раз должна быть увеличена нормальная нагрузка для того, чтобы получилась разрушающая сила, называется коэффициентом разрушающей статической перегрузки, или разрушающей перегрузкой. Разрушающая перегрузка, предписываемая «Нормами прочности», равна максимальной эксплуатационной перегрузке, умноженной на коэффициент безопасности. В приведенном примере разрушающая перегрузка равна $\frac{4000}{400} = 5 \cdot 2 = 10$.

В «Нормах прочности» приводятся также разбивка планеров на группы и классы в соответствии с их назначением и расчетные случаи, т. е. ряд положений планера, соответствующих наиболее тяжелым условиям работы его основных частей.

Построенные планеры должны пройти статические испытания в соответствии с «Нормами прочности». При статических испытаниях каждый элемент конструкции планера должен разрушиться при нагрузке не меньшей, чем требуется по нормам прочности. Избыток прочности можно определить, разделив действительную разрушающую нагрузку на разрушающую нагрузку, предписываемую «Нормами прочности». Избытком прочности называется превышение этого отношения над единицей и выражается обычно в процентах. Если бы в нашем примере статические испытания обнаружили, что конструкция разрушается при перегрузке 12 вместо 10, требуемой «Нормами прочности», то она имела бы избыток прочности в $\left(\frac{12}{10} - 1\right) 100\% = 20\%$.

Статические испытания служат практической проверкой прочности планера. Статические испытания заключаются в том, что проверяемая часть планера статически нагружается до своего разрушения. Нагрузка производится по положениям, указанным в «Нормах прочности», воспроизводящим распределение усилий во время полета.

Статические испытания производятся на специальных приспособлениях, позволяющих производить нагрузку и способ крепления испытуемого агрегата так, как это имеет место в действительности на планере.

Для опытных учебных планеров и легких тренировочных парителей, построенных в одном экземпляре, разрешается производить статические испытания по сокращенным программам испытаний отдельных узлов и агрегатов. Остальные опытные планеры и планеры, предназначенные для серийного производства, проходят статические испытания в полном объеме. Программы испытаний должны быть согласованы с управлением инженерно-авиационной службы ЦК ДОСААФ СССР.

УЧЕБНЫЕ ПЛАНЕРЫ

ПЛАНЕР А-1 (У-с4)

В течение многих лет планер А-1 (или У-с4, т. е. «учебный, серии 4») являлся самым распространенным учебным планером. Помимо первоначального обучения, планер А-1 использовался для парения над склонами в потоках обтекания. Прототипом А-1 был планер «Стандарт-2», созданный в 1930 г. инженером О. К. Антоновым.

Планер А-1 является родоначальником ряда планеров различного назначения. Парители П-с1 и П-с2 («Упар»), пилотажно-буксировочные планеры Б-с4 и Б-с5, двухместные учебные планеры У-с5, У-с6 и А-2 сохранили все характерные черты конструкции планера А-1, вплоть до одинаковых узлов и деталей.

Конструкция А-1 непрестанно совершенствовалась на основе изучения опыта эксплуатации планеров этого типа, строившихся большими сериями.

Планер А-1 представляет собой четырехподкосный моноплан с высокорасположенным крылом (рис. 10 и 11). Фюзеляж заменен плоской центральной фермой и хвостовой балкой, несущей хвостовое оперение. Балка соединена шарнирно с центральной фермой и вместе с килем расчалена к крылу четырьмя проволочными расчалками.

Особенностью конструкции планера А-1 является возможность складывания хвоста вбок, вдоль размаха крыла, без нарушения при этом регулировки тросов управления рулями. Складной хвост облегчает эксплуатацию машины, упрощает заводку ее в ангар, облегчает перевозку и уменьшает необходимое место для ее хранения, если, как это обычно бывает на планерных станциях, планер оставляют в собранном виде.

Второй особенностью планера А-1 является съемный обтекатель пилотского места.

Центральная ферма и управление планера

Центральная плоская деревянная ферма является основной частью конструкции планера. К ней прикреплены сиденье пилота с поясом, узлы крепления крыла, подкосов и хвостовой балки, запускной крюк, полоз лыжи и посты управления планером.

Ферма (рис. 12) изготовляется из набора сосновых брусков сечением 30×40 *мм* и 25×40 *мм*. Нижний изогнутый брусок лыжной части склеивается из трех планок сечением 10×40 *мм*. В местах стыка

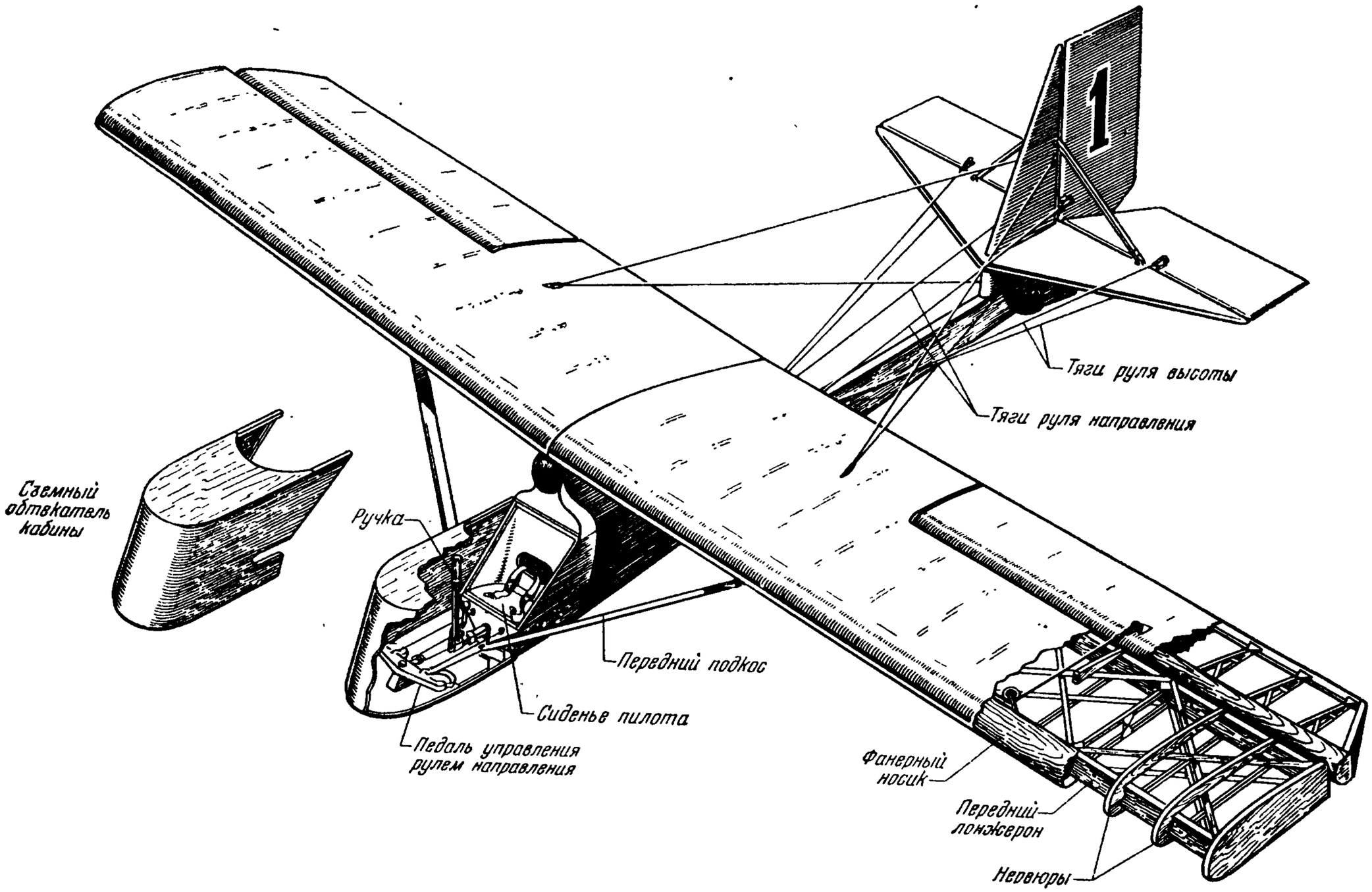


Рис. 10. Планер А-1 конструкции О. К. Антонова

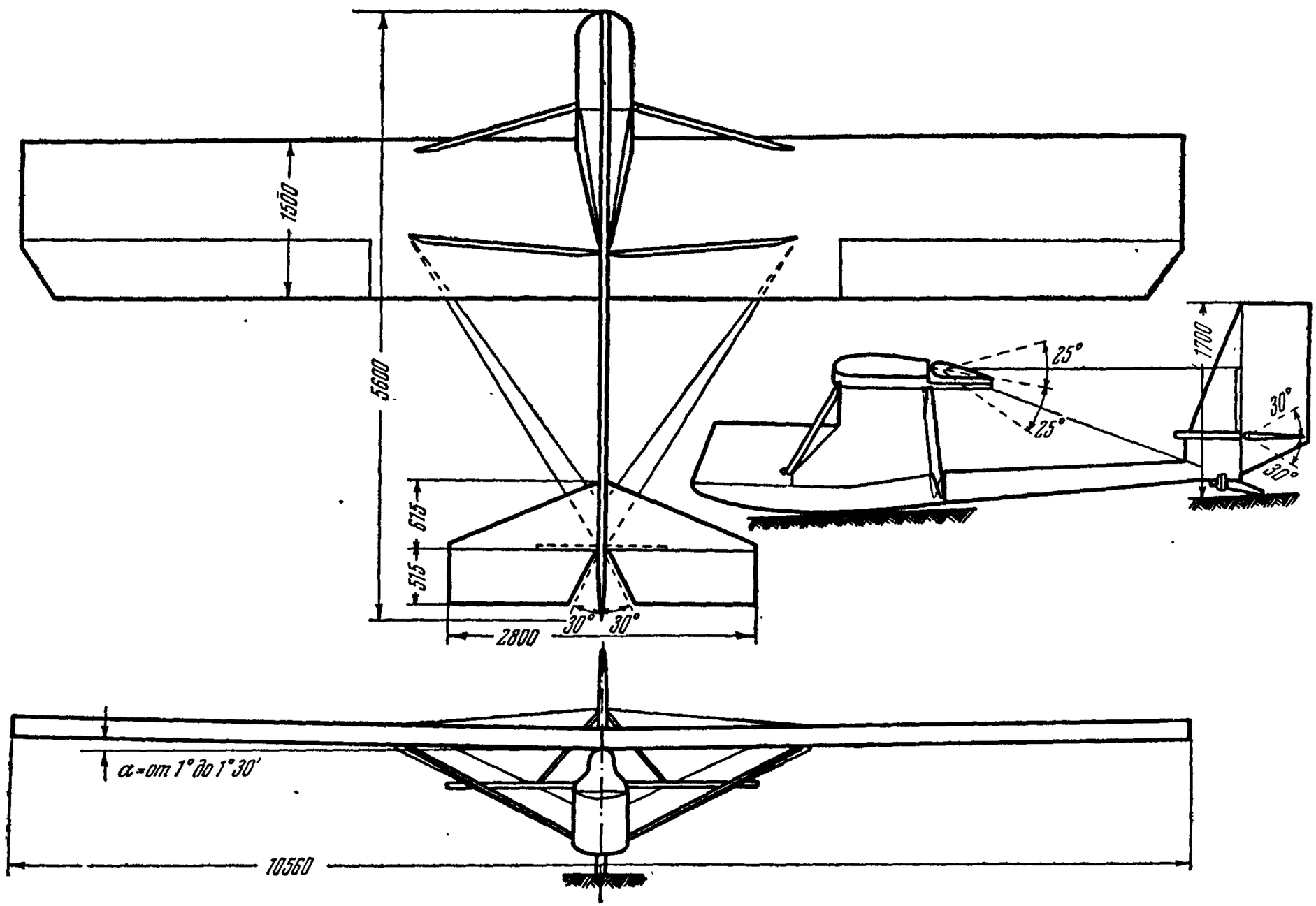


Рис. 11. Схема планера А-1

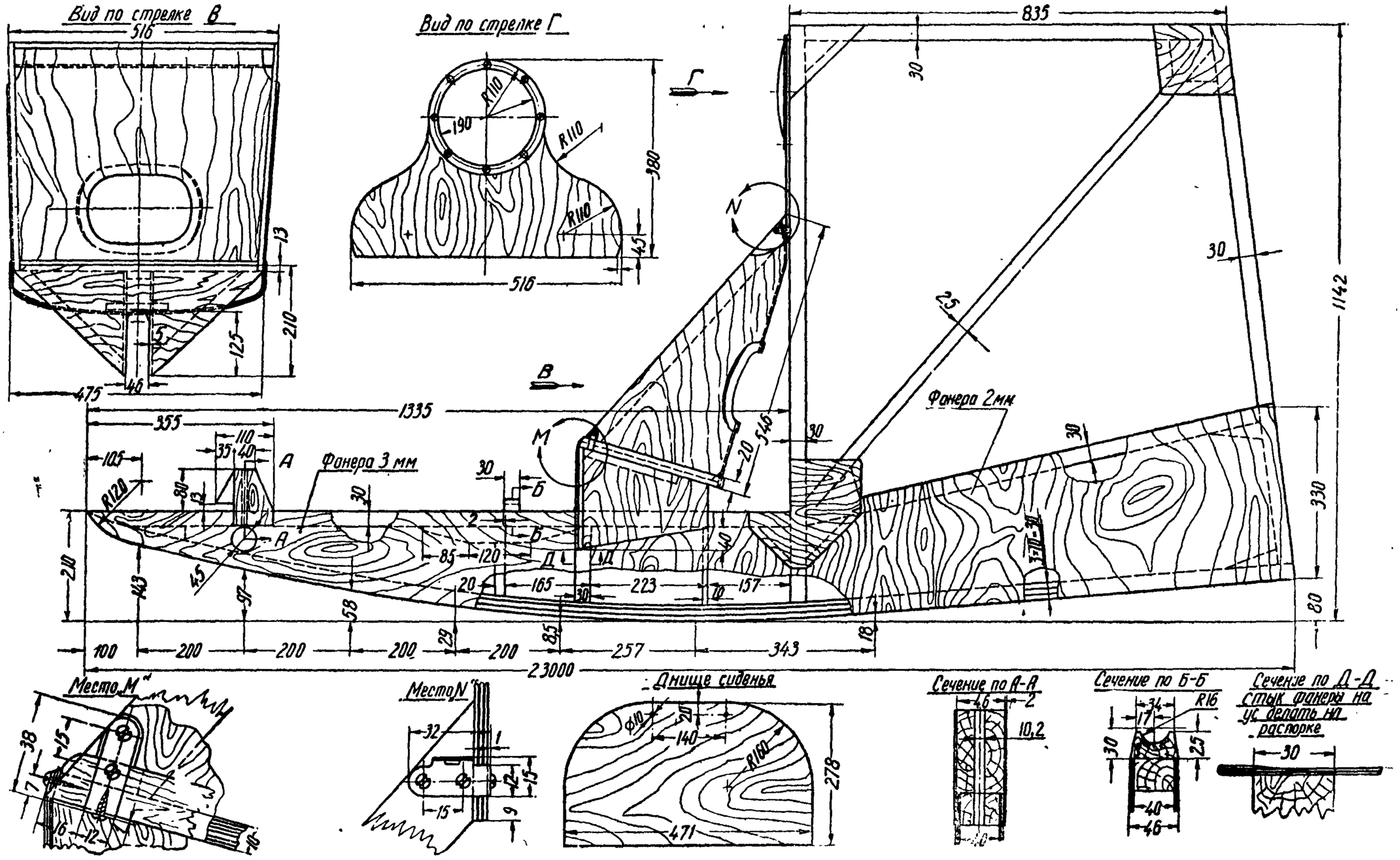


Рис. 12. Планер А-1. Центральная ферма и сиденье пилота

задней части лыжи поставлен ряд бобышек и реек. В случае применения двухколесного шасси (см. рис. 25) на лыже, позади передней стойки фермы, устанавливается дополнительно ясеневая бобышка с отверстием для оси шасси. Бобышка, приклеенная сверху лыжи, служит подставкой под педальную качалку; в передней части этой бобышки сделана выемка для пола съемного обтекателя.

Стойки и диагональный раскос фермы соединены сверху кницами из 2-*мм* фанеры. Нижняя часть фермы, образующая лыжу, зашита 3-*мм* фанерой. Центральный узел фермы усилен дополнительно накладками из 5-*мм* фанеры.

Сиденье пилота собирается отдельно и устанавливается на ферме после монтажа управления. Оно состоит из 10-*мм* фанерного днища, обшивки бортов, нижней части спинки (из 2-*мм* фанеры) и верхней части спинки (из 5-*мм* фанеры) с круглой подушечкой.

Обшивка бортов сиденья усилена с боков и сверху планками сечением 10×30 *мм* и соединена с днищем сиденья при помощи клея и шурупов.

Сиденье усилено наружной фанерной лентой, бобышкой треугольного сечения и четырьмя стальными уголками, из которых верхние имеют ушки для прикрепления съемного обтекателя. В нижней части спинки сиденья вырезано большое овальное отверстие для пропуска пояса, окантованное фанерной накладкой.

Сиденье крепится к ферме на шурупах с помощью опоры, состоящей из двух 5-*мм* стенок и кронштейна, представляющего собой треугольную рамку из 3-*мм* фанеры, окантованную двумя рейками. Между стенками вклеена планка 15×46 *мм*.

На рис. 13 показана установка на ферму металлических узлов и постов управления. На верхних концах стоек фермы установлены два стыковых узла для навески крыла. Каждый узел состоит из двух согнутых из стальных пластин вилок с наваренной сверху 1,5-*мм* стальной накладкой, и каждый узел крепится 5-*мм* болтом и трубчатой заклепкой (пистоном) диаметром 6 *мм*.

Крепления подкосов состоят из 2-*мм* стальных пластин, согнутых под углом 57°, с наваренными шайбами. Каждое крепление установлено на двух 5-*мм* болтах и на 6-*мм* пистоне. Два крепления объединены с передним подшипником вала управления и два — с нижним узлом крепления хвостовой балки.

Хвостовая балка крепится к ферме с помощью двух одинаковых стальных узлов, состоящих из двух щек, сваренных с ушком. Каждый узел закрепляется на ферме тремя 6-*мм* пистонами и имеет отверстие для стяжного болта диаметром 10 *мм*, проходящего через оба узла и предназначенного для соединения хвостовой балки с фермой.

Запускной крюк состоит из 2-*мм* П-образной обоймы с отогнутым назад языком, подкрепленным от разгибания приваренной к нему 2-*мм* стальной пластинкой.

Оковка лыжи, сваренная из 1-*мм* и 2-*мм* стальных полос, вместе с дополнительной сосновой рейкой сечением 12×44 *мм* привинчивается к нижней стороне лыжи с помощью 4-*мм* потайных шурупов.

Пилотский пояс (поясной ремень самолетного типа) крепится двумя стальными проволоками диаметром 2 *мм*, закрепленными на переднем пистоне верхнего узла крепления хвостовой балки.

Монтаж управления на ферме и детали управления показаны на рис. 14. Ручное управление, установленное на ферме, состоит из ручки с валом управления, ручки самопуска, жестких тяг управления элеронами, подвесного ролика и передаточных качалок.

Ручка управления выполнена из стальной трубы диаметром 25—23 *мм*. На верхний конец ручки надета резиновая рукоятка. При

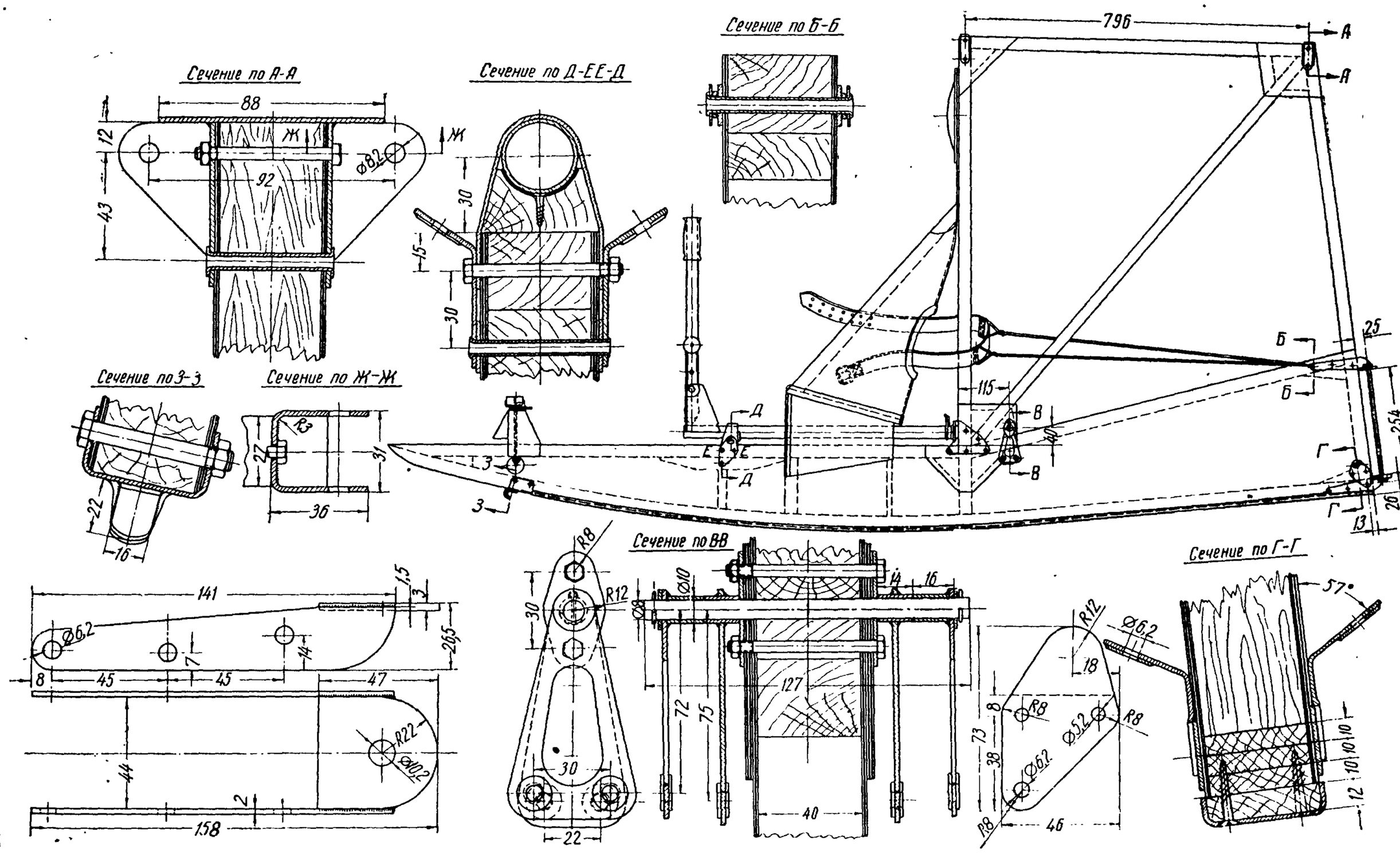
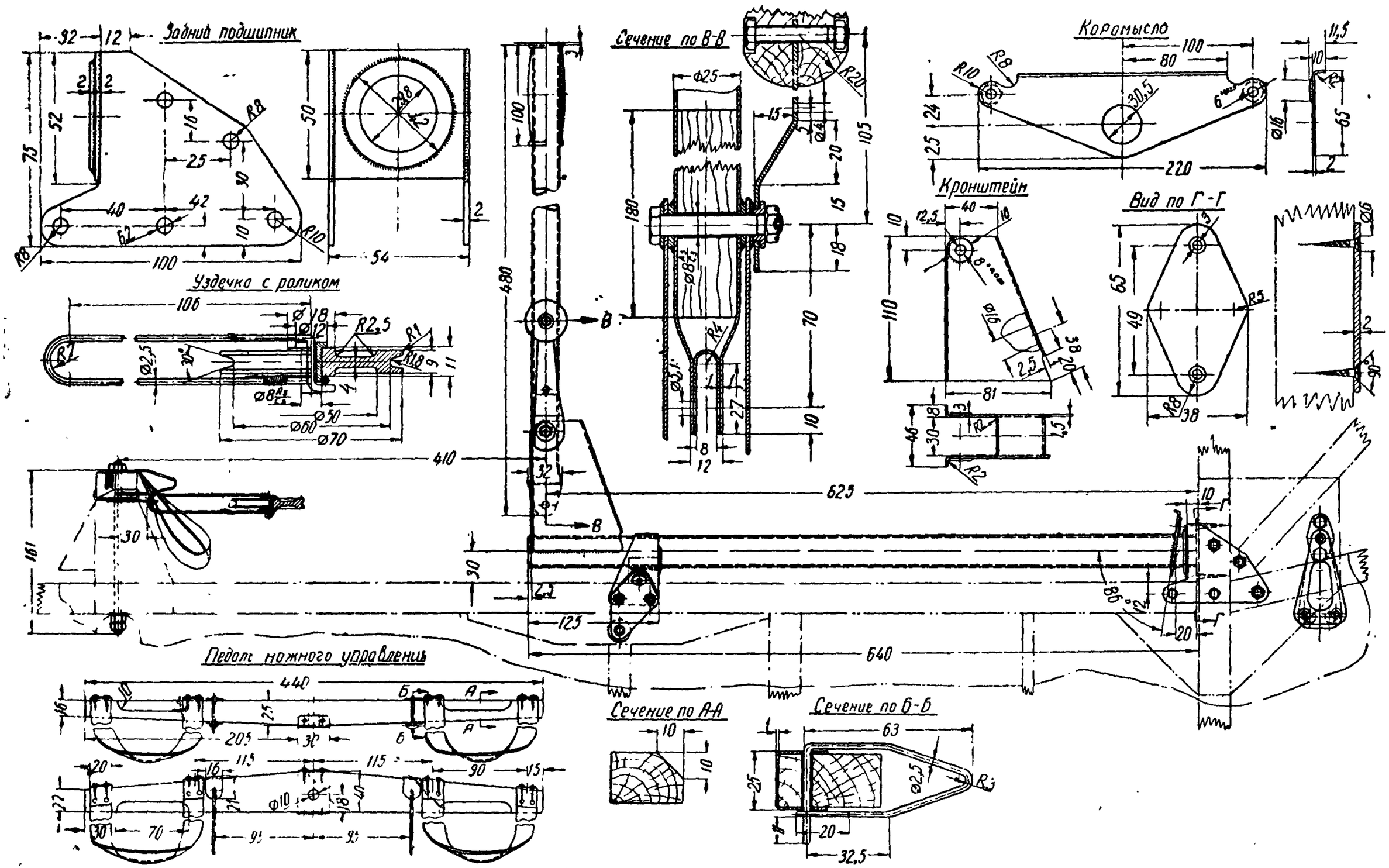


Рис. 13. Планер А-1. Монтаж металлических узлов и постов управления на центральной ферме


Задний подшипник
Уздечка с роликом
Педаль ножного управления
Сечение по В-В
Коромысло
Кронштейн
Вид по Г-Г
Сечение по А-А
Сечение по Б-Б

отклонении ручки на себя и от себя она вращается на 8-*мм* болте и через проводку управления приводит в движение руль высоты. При отклонении ручки в стороны поворачивается вал управления с коромыслом, которое с помощью жестких тяг отклоняет элероны. Нижний конец ручки сплющен, и в него вварена вилка из 1-*мм* стальной пластины. В месте вращения труба ручки усилена двумя приваренными шайбами толщиной 2,5 *мм* и ясеневым бужем длиною 180 *мм*, забитым в трубу. Вал управления состоит из стальной трубы диаметром 30—27 *мм* с приваренными к ней кронштейном ручки, упорным полукольцом и коромыслом.

Вал вращается на двух подшипниках. Передний подшипник расположен на верхней полке лыжи и состоит из ясеневой подкладки с полукруглым вырезом, обоймы из 1-*мм* латуни, прикрепленной потайным шурупом к ясеневой подкладке (сечение по *Д-ЕЕ-Д*, рис. 13).

Задний подшипник (рис. 14) сварен из двух щек и поперечной квадратной стенки, усиленной приваренной шайбой, с отверстием, служащим для поддержки трубы вала. Щеки подшипника одновременно усиливают центральный узел деревянной фермы.

Задний обрез трубы вала упирается в стальную подкладку, укрепленную двумя шурупами на передней стойке фермы (вид по *Г-Г*, рис. 14). Движению вала вперед препятствует упорное полукольцо, упирающееся в заднюю стенку переднего подшипника.

На шарнирном болте ручки управления укреплена на специальной втулке ручка самопуска, соединенная 1-*мм* стальной проволокой с механизмом самопуска, смонтированным на хвостовой балке. Ручка представляет собой рычаг из стальной пластины с деревянной головкой.

Жесткие тяги управления элеронами состоят из стальных труб диаметром 12—10 *мм* с регулируемыми вильчатыми наконечниками.

Подвесной ролик (рис. 14) с уздечкой из проволоки марки ОВС установлен на серьге под педальной качалкой. Через ролик проходит обратный трос к рулю высоты.

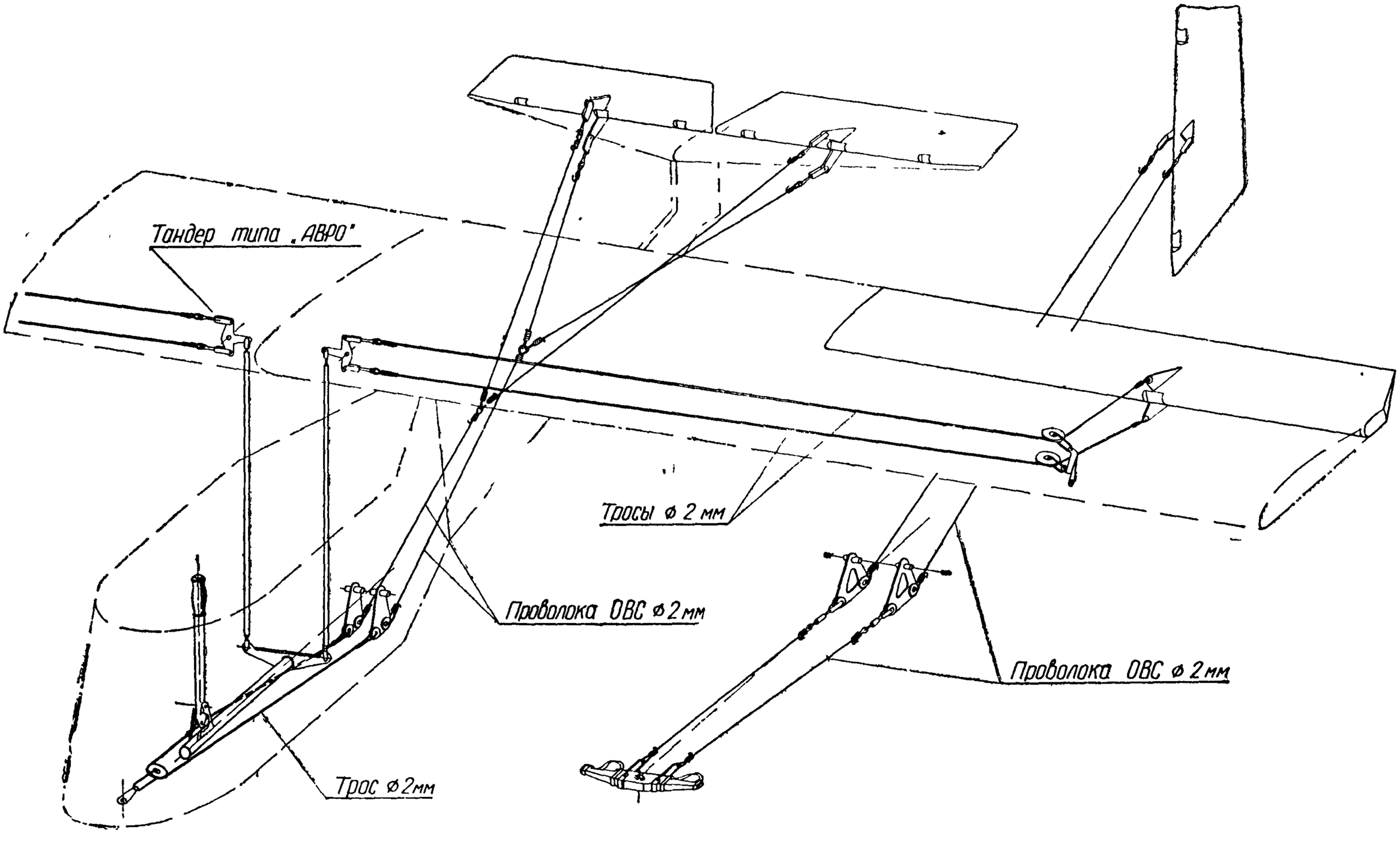
Передаточные качалки (рис. 13), заменяющие ролики в местах перегибов проволочных тяг к рулю высоты и направления, представляют собой одноплечие рычаги из 2-*мм* стали с приваренными втулками из трубок диаметром 10—8 *мм*. В отверстия на качалках, служащих для присоединения проволочных тяг, вставлены развальцованные пистоны для увеличения площади смятия под ушками тяг.

Все качалки (две для проволоки управления к рулям высоты и две для тяг руля направления) вращаются на общей оси, представляющей собою 8-*мм* валик с приваренным к нему фланцем. Фланец дополнительно закреплен на ферме двумя 5-*мм* болтами, проходящими через фасонную шайбу, имеющую форму фланца.

Установленное на ферме ножное управление состоит из педальной качалки и двух передаточных качалок. Педальная качалка выполнена из ясеневого бруска. Она вращается на 8-*мм* болте, проходящем через бобышку на верхней полке лыжи. Для уменьшения трения на качалку надета снизу обойма из 0,5-*мм* стали. На концах качалки прибиты брезентовые петли, поддерживающие ноги пилота снизу.

Остальные детали управления и его проводка показаны на схеме управления (рис. 15). Проводка управления на прямых участках состоит из стальной проволоки марки ОВС диаметром 2 *мм* с тандерами (стяжками).

Все деревянные части фермы покрывают масляным лаком и масляной краской. Обтяжка фермы производится мадаполамом, покрываемым аэролаками первого и второго покрытий. Металлические детали покрывают в горячем виде черным асфальтовым лаком или оцинковывают.


Тандер типа „АВРО"
Тросы ⌀ 2 мм
Проволока ОВС ⌀ 2 мм
Проволока ОВС ⌀ 2 мм
Трос ⌀ 2мм

Крыло

Крыло (рис. 16) имеет прямоугольную форму в плане и делится на два полукрыла с постоянным по размаху профилем. Конструкция крыла проста и удобна для сборки.

Основою каждого полукрыла служит так называемая «коробка лонжеронов», состоящая из переднего и заднего лонжеронов, соединенных шестью распорками и диагональными расчалками из фанерных лент (рис. 17).

Лонжероны крыла имеют коробчатое сечение и состоят из двух сосновых полок сечением 10×30 *мм* с подклеенными усиливающими рейками такого же сечения, двух стенок из 1-*мм* фанеры, семи стоек и бобышек. На рис. 17 показана конструкция лонжерона, причем для наглядности масштаб лонжерона по размаху взят в пять раз меньше масштаба по высоте.

Распорки имеют форму прямоугольных рамок. Торцовые распорки собраны из реек сечением 10×18 *мм*, а средние — из реек сечением 10×15 *мм*, соединенных кницами из 1-*мм* фанеры.

Диагональные ленточные расчалки из 2-*мм* фанеры расположены в верхней и нижней плоскостях коробки лонжеронов. Перед креплением ленточных расчалок к полкам лонжеронов средние части расчалок предварительно вымачивают в воде, что способствует хорошему натяжению лент после их высыхания. Чтобы обеспечить размещение стыковых узлов, расчалки первого нижнего креста несколько сдвинуты к концу крыла. Кроме диагональных лент, на коробке лонжеронов ставят еще дополнительную ленту в месте крепления к заднему лонжерону проволочной расчалки хвоста планера.

На собранную коробку лонжеронов надеты 16 нервюр крыла, прикрепленных к лонжерону гвоздями (рис. 18). Две торцовые нервюры крепятся по концам крыла, а одна нервюра с усиленным хвостиком ставится у корня элерона.

Нормальные и усиленная нервюры легко нанизываются на коробку лонжеронов, так как не имеют в средней части раскосов и стенок. Нижняя часть этих нервюр состоит из одной полки сечением 6×8 *мм*, которая прикрепляется небольшими бобышками к диагональным фанерным расчалкам.

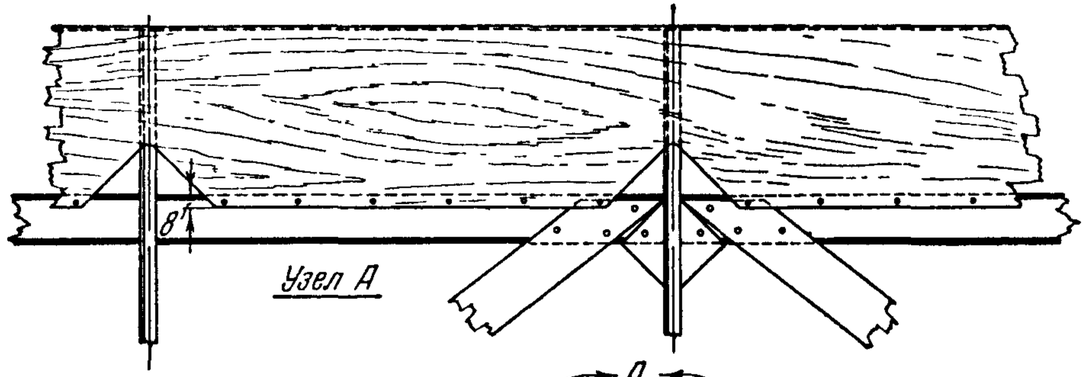
Остальные деревянные части крыла состоят из расчалок, подкрепляющих полки торцовых нервюр, реек сечением 6×15 *мм*, образующих рамки для смотровых лючков, выравнивающих реек, фанерных лент, усиливающих полки торцовых нервюр и хвостовую часть усиленной нервюры, заднего стрингера (ребра) крыла с кницами и лобовой обшивки. Выравнивающие рейки сечением 6×6 *мм* ставятся на нижней полке переднего лонжерона, на элеронной части заднего лонжерона и на лонжероне элерона.

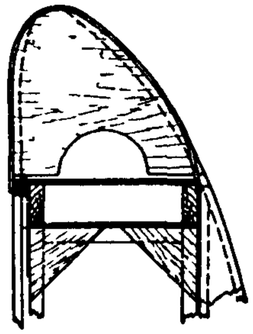
Металлические узлы и детали крыла состоят из узлов крепления крыла к ферме, трехплечих рычагов управления элеронами, узлов крепления подкосов и расчалок хвоста, узлов подвески роликов и шарниров подвески элеронов.

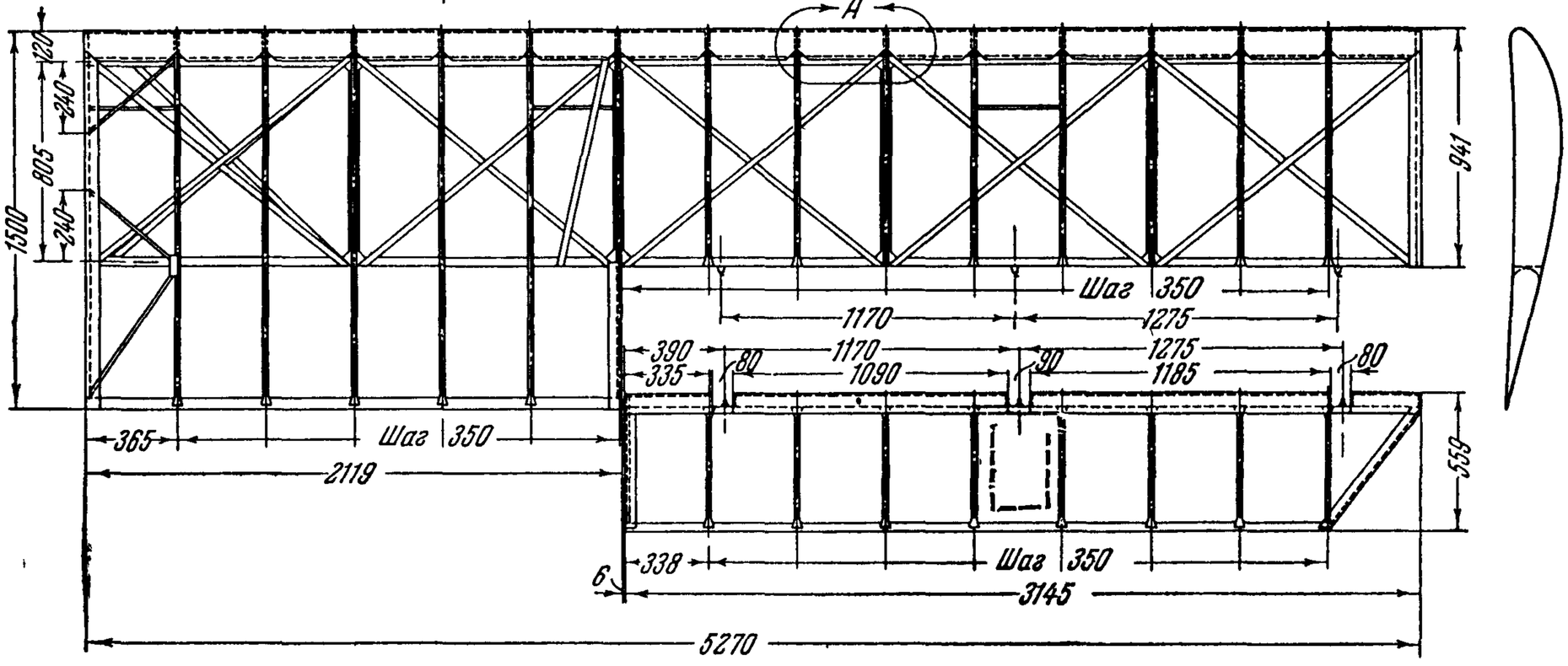
Узлы изготовлены из углеродистой стали марки 20. Монтаж металлических узлов на лонжеронах крыла и конструкции узлов показаны на рис. 19 и 20.

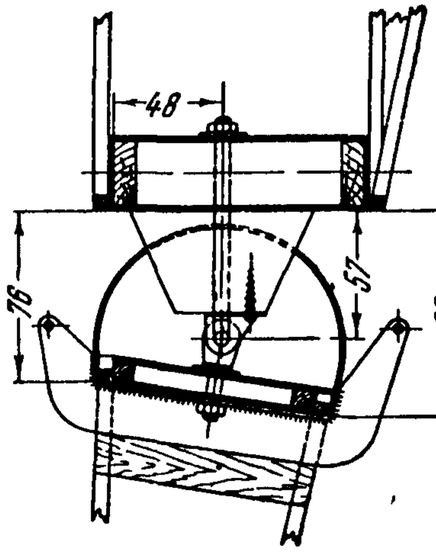
Элероны (рис. 16) имеют прямоугольную форму в плане со скосом на конце для предохранения наружных концов элеронов от повреждения при опускании крыла на землю. Элерон подвешен к крылу на трех шарнирах.

Элерон собирается заодно с крылом, и его нервюры являются хвостовыми частями нервюр крыла. После постановки заднего ребра крыла


8
Узел А




А
120
240
805
240
1500
941
Шаг 350
1170
1275
390
335
80
1170
1090
90
1275
1185
80
365
Шаг 350
2119
559
338
Шаг 350
6
3145
5270


48
76
57

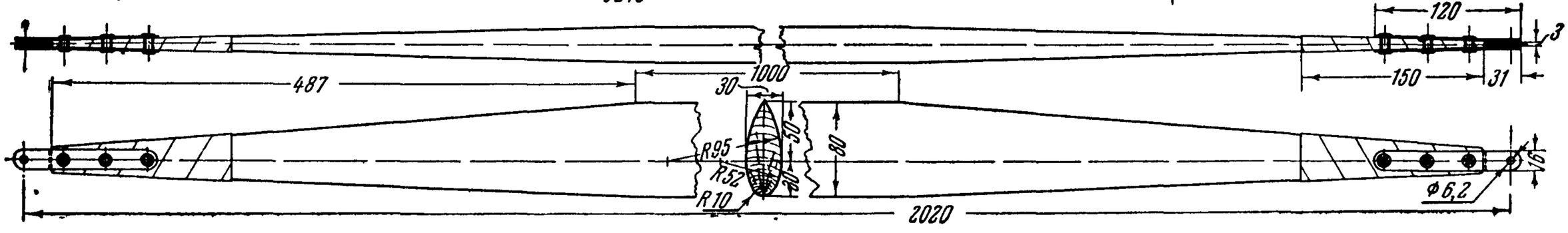

120
3
487
1000
150
31
30
R95
R52
R10
50
40
80
16
Ф6,2
2020

Рис. 16. Планер А-1. Каркасы крыла и элерона и подкос крыла

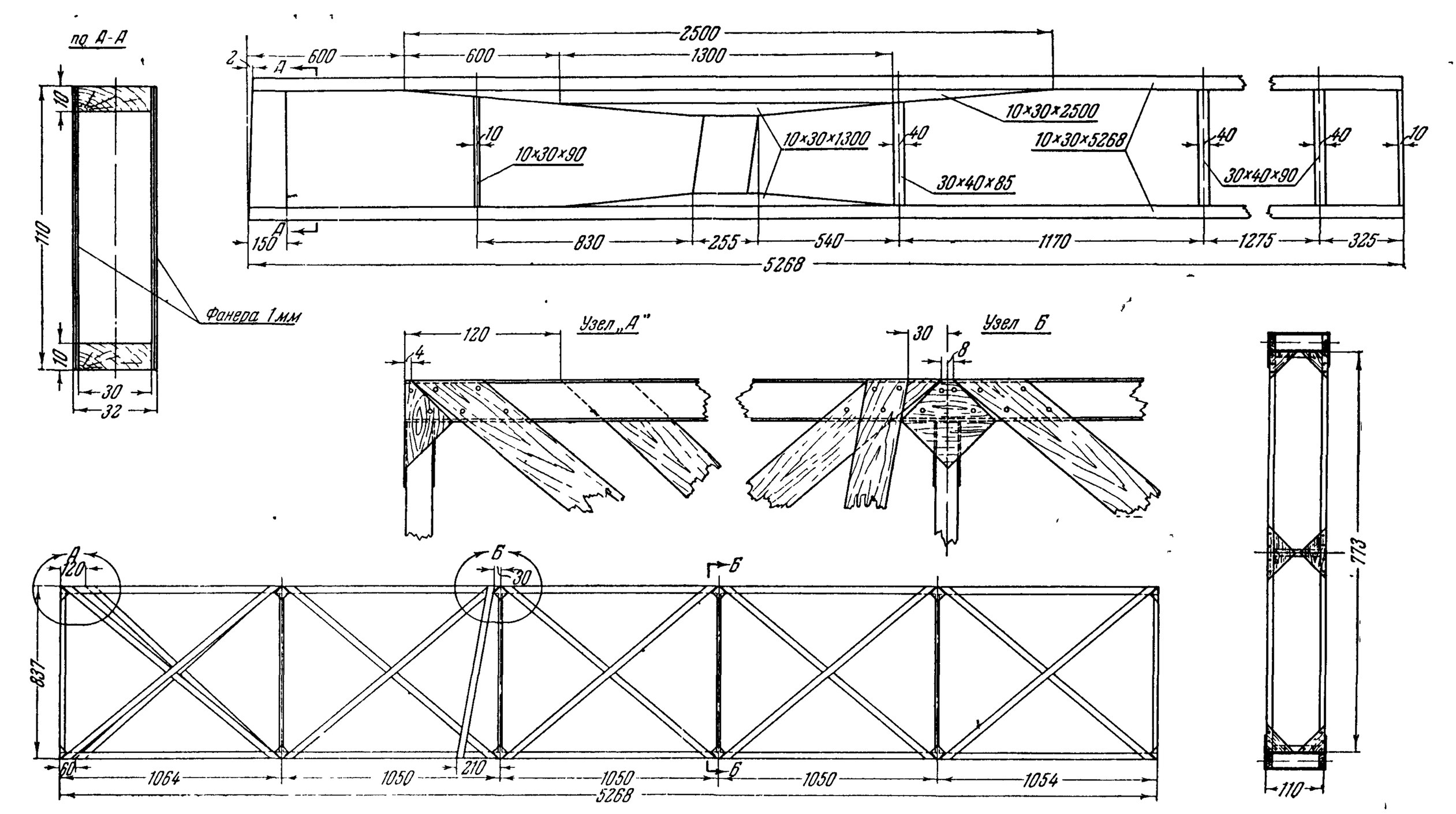


Рис. 17. Планер А-1 Лонжерон крыла и коробка лонжеронов

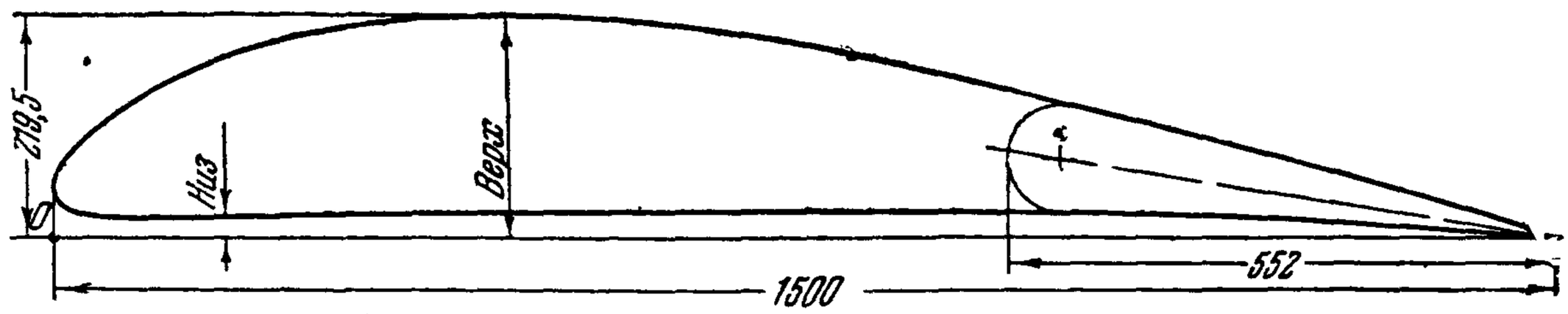


Таблица для построения профиля нервюры крыла

Расстояния от точки 0	0	10	20	30	50	70	90	120	170	220	270	370	450	520	670	820	970	1120	1270	1370	1450	1500
Верх	47	74,5	87,5	97,5	114,5	128,5	140	155	176	191,5	204	217	219,5	217	203	177,5	143,5	106	67,5	40	18	3
Низ	47	30	25,5	22,5	20	20	20	21	21,5	22	23	25	26,5	27,5	28	27,5	27	24,5	17	10,5	4	0

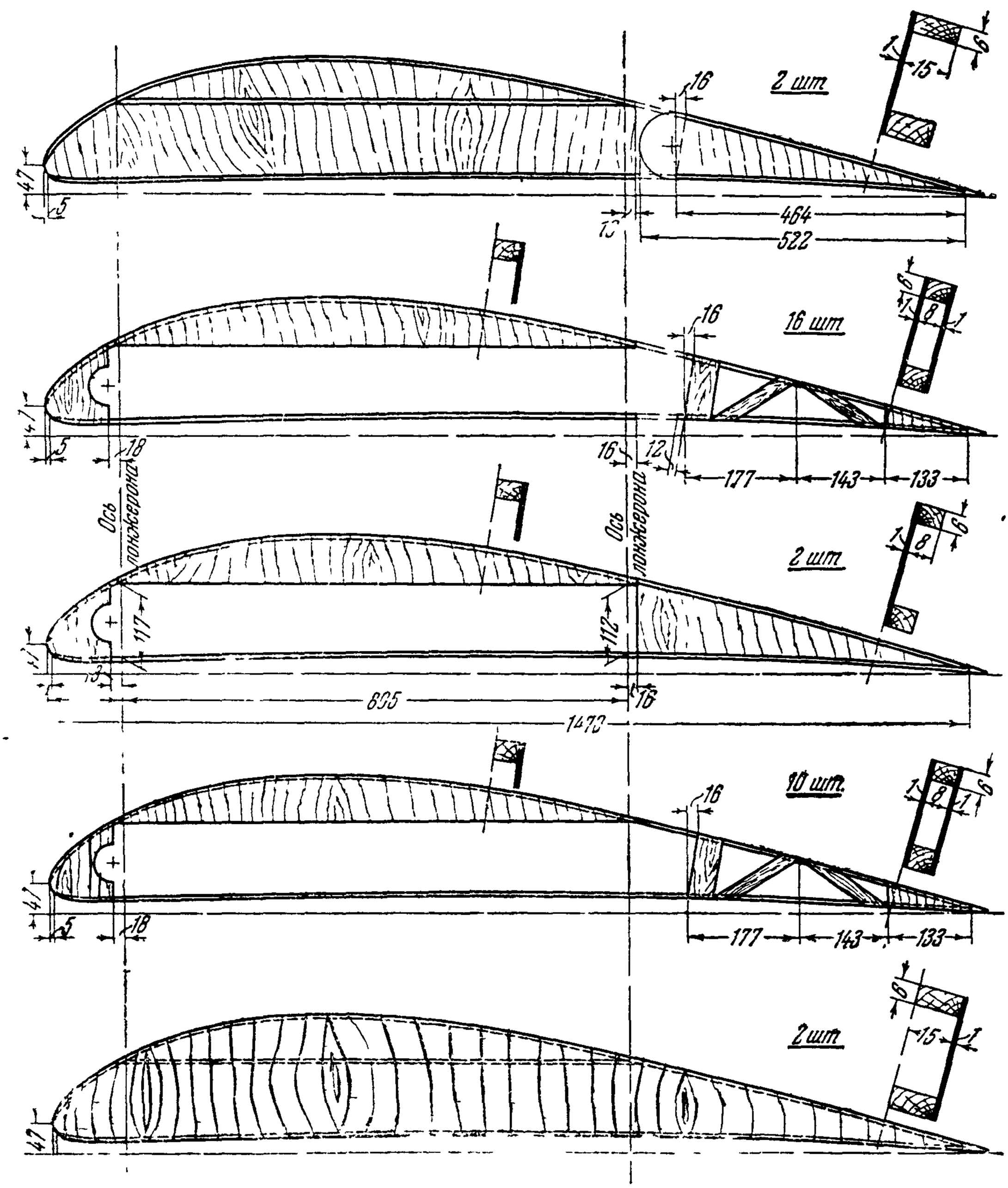


Рис 18. Планер А-1. Нервюры крыла

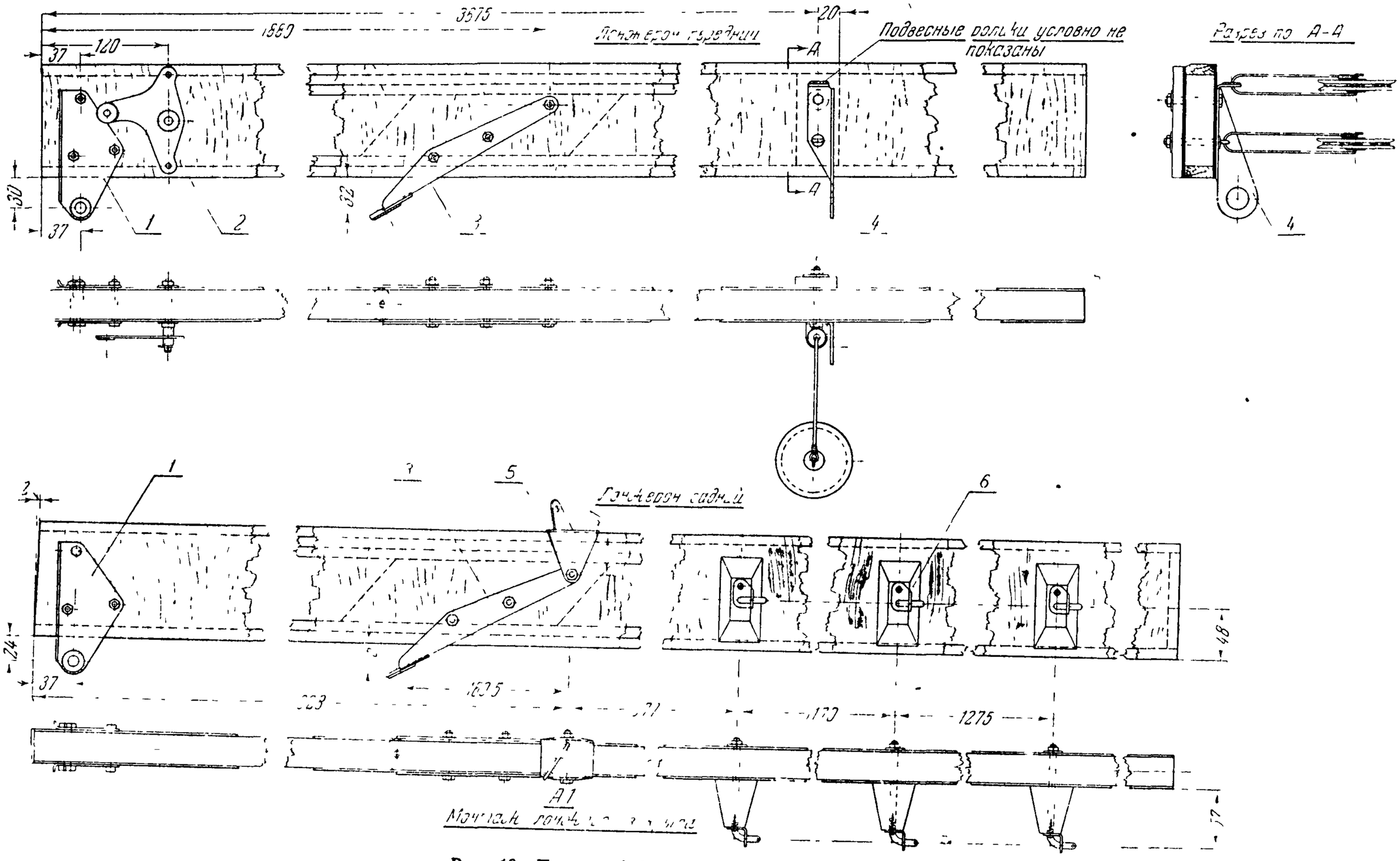


Рис 19 Планер А-1. Монтаж лонжеронов крыла

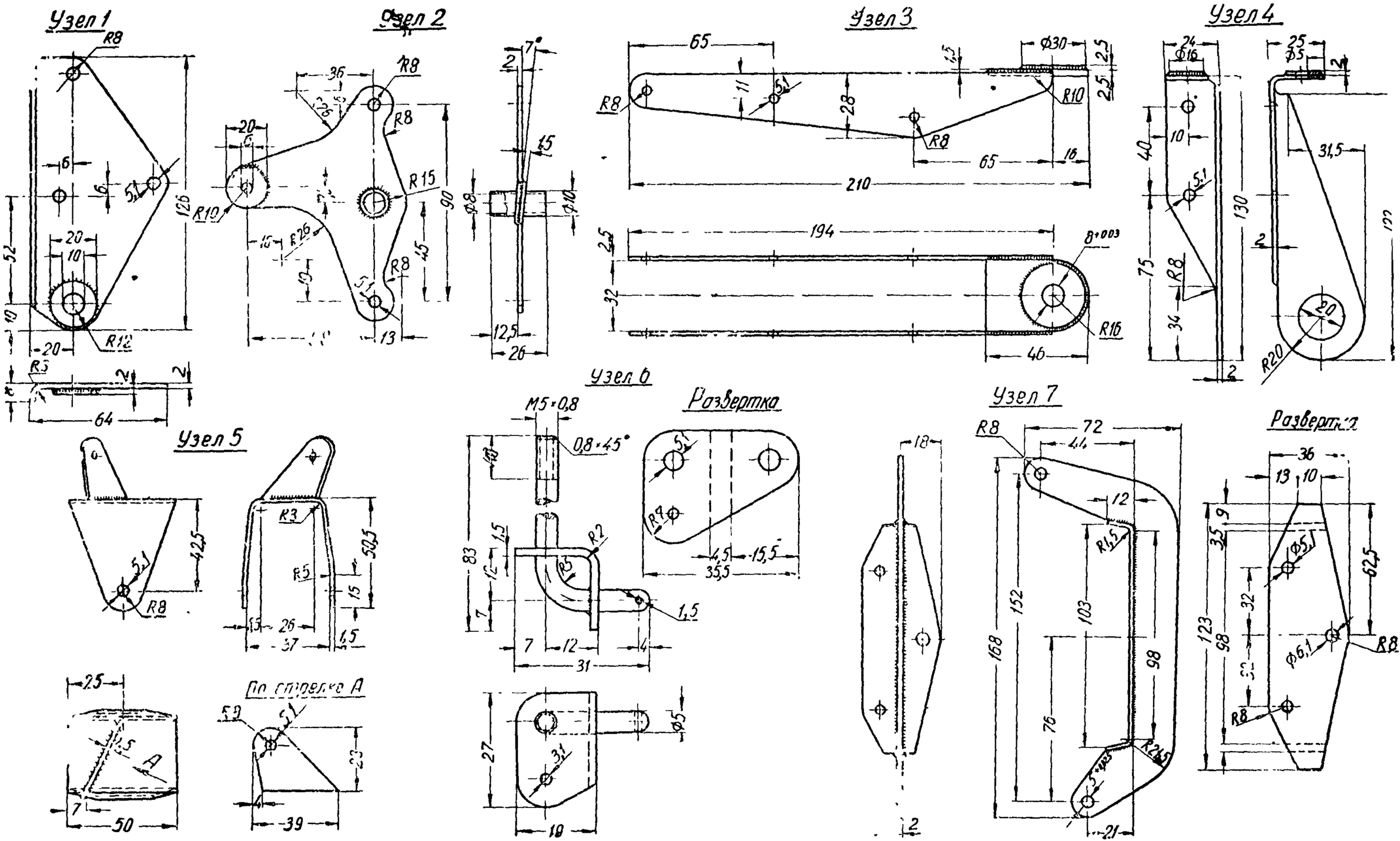


Рис 20 Планер А-1 Металлические узлы крыла и элеронов

и прикрепления нервюр к лонжеронам элерон вместе со вставленным заранее лонжероном элерона отрезается от крыла и обшивается спереди 1-*мм* фанерой, образующей D-образную трубу с восемью перегородками из 5-*мм* фанеры. Эта труба работает на кручение от усилий, которые приложены к плечам кабанчика элерона.

Труба прерывается в местах крепления шарниров элерона, что ослабляет сопротивление элерона кручению, особенно около кабанчика. Для подкрепления этого места весь пролет между нервюрами зашивается с двух сторон 1-*мм* фанерой.

Лонжерон элерона имеет постоянную высоту 90 *мм*. Корытное сечение лонжерона образовано двумя полками сечением 10×10 *мм* и стенкой (расположенной позади) из 1-*мм* фанеры. Между полками, в местах установки кабанчика и ушковых шарнирных болтов, вклеены три бобышки: средняя размером 10×70×190 *мм* и две боковые размером 10×70×100 *мм*. По концам помещены стойки размером 10×10×70 *мм*. Бобышки и стойки заклеены с передней стороны лонжерона пятью кницами из 1-*мм* фанеры.

Конструкция кабанчика элерона показана на рис. 20 (узел 7).

Каркасы крыла и элеронов после покрытия масляным лаком обтягивают мадаполамом и покрывают аэролаками. При обтяжке крыла на нижней его поверхности ставят крышки смотровых лючков для наблюдения за состоянием трехплечих рычагов и роликов.

На обрезе задней кромки между крылом и элероном устанавливают застежки на пистонах, служащие для пристегивания элерона к крылу. Эти застежки предохраняют элероны и управление элеронами от разбалтывания на земле.

Подкосы крыла деревянные, со стальными наконечниками, поставленными на трубчатых заклепках (рис. 16). Концы подкосов оклеивают полотняной лентой. Из четырех подкосов два вынесены вперед, чтобы подкрепить нижнюю часть фермы (лыжу) при ударах спереди и сбоку во время посадки.

Хвостовая балка

Хвостовая балка (рис. 21) служит для крепления хвостового оперения. Она представляет собой коробчатый лонжерон трапециевидной формы. Задний конец балки развит в вертикальном направлении, образуя этим нижнюю часть киля.

Каркас балки состоит из двух полок, переднего ребра киля и его двух лонжеронов, подкоса для крепления костыля, распорок между полками и трех бобышек. Сечения брусков указаны на рис. 21. Каркас обшит 2-*мм* фанерой, причем наружные волокна фанеры направлены вдоль полок с целью увеличения жесткости балки на продольный изгиб.

В передней части балки имеется сквозное вертикальное отверстие для 10-*мм* болта, на котором хвостовая балка может вращаться. Чтобы обеспечить возможность вращения балки, ее переднее ребро закруглено.

На хвостовой балке установлены следующие металлические узлы и детали: узлы крепления к ферме, ушки крепления нижних расчалок хвоста, ушковый болт шарнира руля направления, костыльный узел и самопуск.

Узлы крепления балки к ферме аналогичны узлам, поставленным на центральной ферме (см. рис. 13). Ушки нижних хвостовых расчалок представляют собой согнутые под углом серьги из 2-*мм* стали с двумя отверстиями. Ушки крепятся на балке 8-*мм* болтом. В отверстия для расчалок вклепаны пистоны из стальных трубок диаметром 6—4 *мм*.

Костыль изготовлен из ясеневого бруска и усилен стальной оковкой.

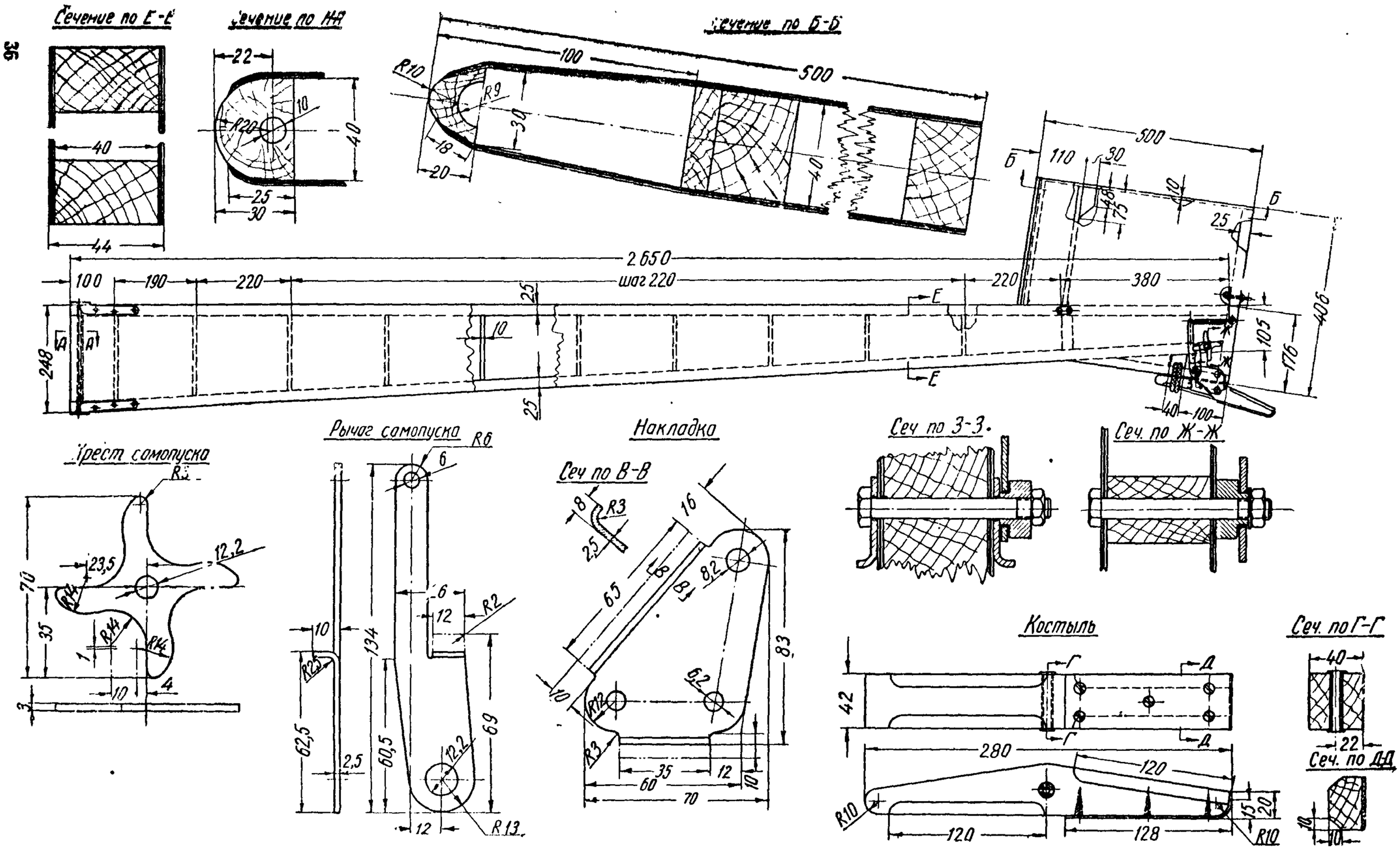


Рис. 21. Планер А-1. Хвостовая балка, костыль и детали самопуска

Узел крепления костыля состоит из двух стальных накладок с отбортованными с двух сторон краями. Костыль вращается между этими накладками на распорной трубке, зажатой 6-*мм* болтом. Передний конец костыля притянут к балке 10-*мм* амортизационным шнуром.

На передний 8-*мм* болт костыльного узла надета ступенчатая втулка, на которой вращается рычажок самопуска, притянутый к задней стенке балки пружиной. Рычажок самопуска связан проволочной тягой с ручкой самопуска, находящейся в кабине пилота, и может отклоняться вперед на некоторый угол. При отклонении рычажок освобождает крест самопуска, который при этом сбрасывает петлю стартового троса, удерживающего хвост планера.

Хвостовое оперение

Хвостовое оперение имеет простые прямолинейные очертания и состоит из стабилизатора, руля высоты, киля с подкосами и руля направления.

Стабилизатор (рис. 22) треугольной в плане формы. Каркас стабилизатора имеет переднее ребро, лонжерон, среднюю распорку, четыре нервюры, ленты расчалок, бобышки, кницы и металлические детали.

Переднее ребро стабилизатора фрезуется из рейки сечением 20×30 *мм*. Лонжерон стабилизатора выполнен из планки 10×40 *мм*, суженной на концах до высоты 8 *мм*. Спереди на лонжерон наклеены бобышки в местах крепления шарнирных болтов и подкосов оперения; позади по оси лонжерона наклеены рейки сечением 10×10 *мм* с фасками. Рейки служат для уменьшения ширины щели между стабилизатором и рулем высоты. Средняя распорка стабилизатора сечением 14×40 *мм* в трех местах уширена до 44 *мм* наклейкой с двух сторон бобышек.

Нервюры выполнены из планок сечением 8×40 *мм*. Фанерные ленты сечением 2×20 *мм* упрочняют конструкцию стабилизатора и работают на растяжение, воспринимая усилия от проволочных тяг управления, приложенных к кабанчикам руля высоты.

Все части каркаса связаны между собой кницами из фанеры толщиной 1 *мм* и 1,5 *мм*. Большие кницы, установленные на средней распорке, служат для подкрепления полотняной обтяжки и для пропускания через них накладок крепления киля.

Металлические детали стабилизатора крепятся к лонжерону. Они состоят из шести ушковых болтов и вилок крепления подкосов. Вилку образуют две листовые накладки из 1-*мм* стали размером 16×62 *мм* с тремя отверстиями. Каждая пара накладок крепится двумя пистонами диаметром 4×6 *мм*.

Руль высоты состоит из двух частей. Каждая часть руля высоты (рис. 22) имеет лонжерон, шесть нервюр, заднее ребро и два боковых ребра, бобышки, кницы и металлические детали.

Лонжерон руля высоты представляет собой планку сечением 10×40 *мм*. В местах крепления кабанчика и шарнирных крючков приклеены бобышки. С передней стороны лонжерона приклеены рейки 10×10 *мм* для уменьшения щели между рулем и стабилизатором. Нервюры состоят из двух полок сечением 6×8 *мм* и стенок из 1-*мм* фанеры. Заднее и боковые ребра имеют сечение 8×30 *мм*. Все кницы выполнены из 1-*мм* фанеры.

Металлические узлы состоят из кабанчика и двух шарнирных крючков. Кабанчик руля высоты выполнен из пластины, вырезанной из листа 2-*мм* стали и приваренной к обойме толщиной 1,5 *мм*, охватывающей сзади лонжерон руля. Кабанчик крепится болтом от шарнирного крючка. Крючки аналогичны шарнирным крючкам элерона (рис. 20).

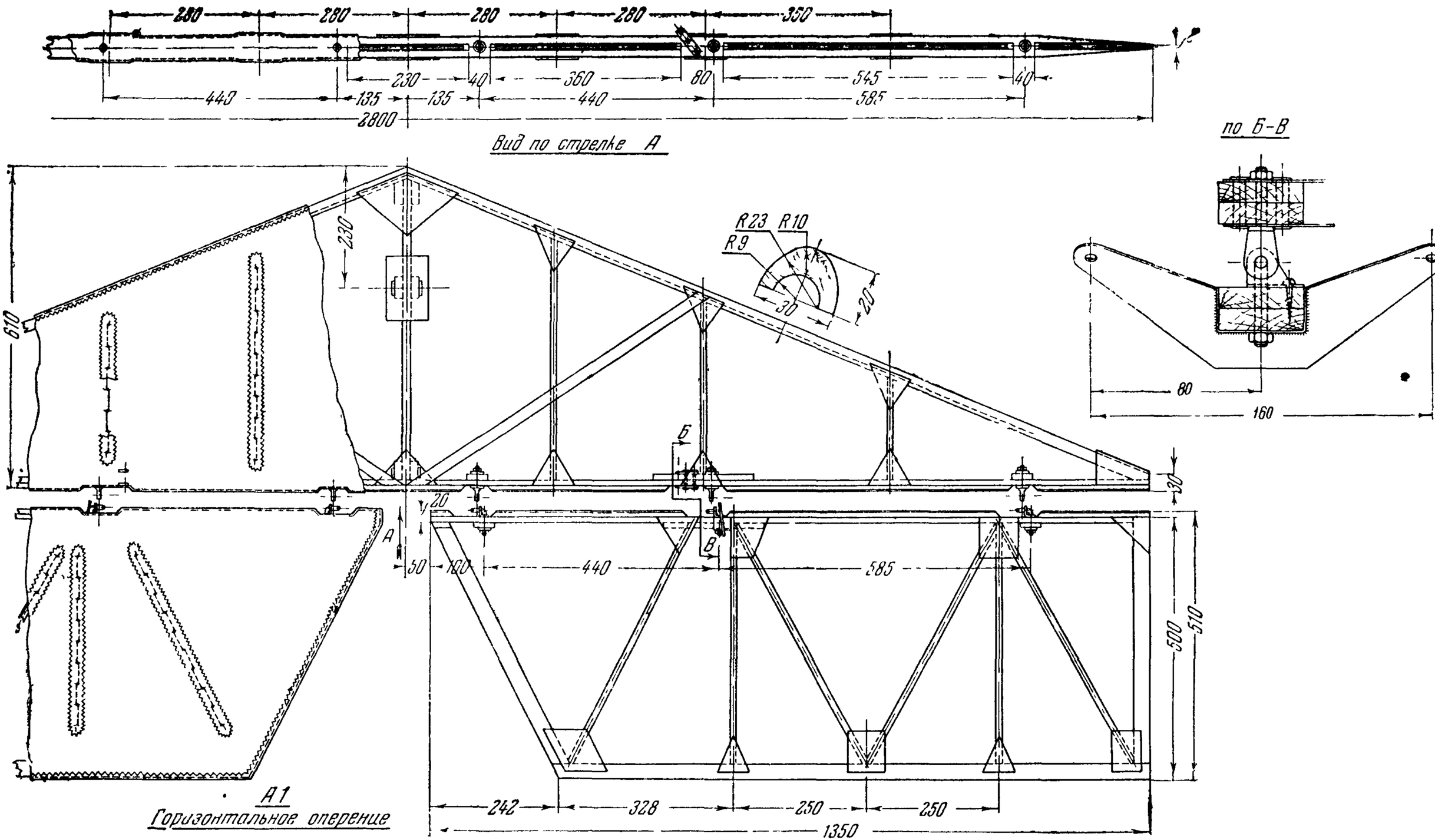


Рис 22 Планер А-1 Горизонтальное оперение

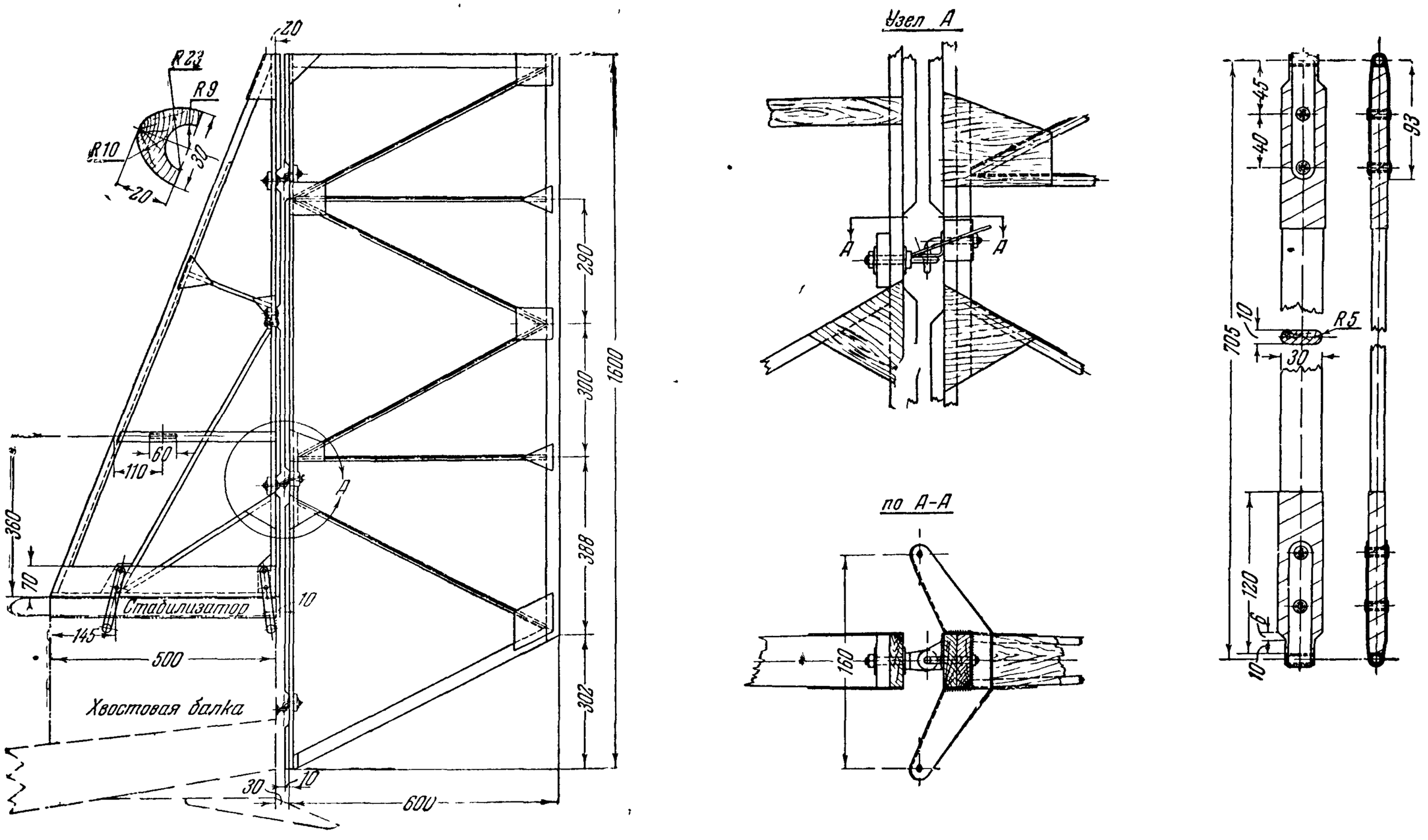


Рис 23 Планер А-1 Вертикальное оперение и подкос оперения

Киль треугольной формы (рис. 23), состоит из лонжерона, переднего ребра, трех нервюр, раскосов, книц и металлических деталей. Лонжерон киля сечением 10×40 *мм* усилен бобышками в местах крепления металлических деталей. Переднее ребро киля такое же, как и у стабилизатора. Нижняя нервюра киля аналогична верхней нервюре киля хвостовой балки. В нижней части киль обшит двумя полосами из 2-*мм* фанеры шириною 70 *мм*. Средняя нервюра состоит из фанерных лент 2×20 *мм* с бобышкой между ними. Верхняя нервюра из 8-*мм* планки крепится на 1-*мм* кницах.

В киле поставлены два раскоса сечением 10×40 *мм*: передний раскос воспринимает вместе с лонжероном усилия от натяжения расчалок хвоста; задний раскос подкрепляет от изгиба лонжерон киля в узле нижнего шарнира. Кница второго раскоса и верхняя кница, согнутая вокруг переднего ребра, имеют 1-*мм* толщину.

Металлические детали киля состоят из четырех 2-*мм* стальных накладок с приваренными шайбами, установленных на киле с помощью развальцованных пистонов из трубок диаметром 6—4 *мм*. Накладки ставятся после обтяжки киля мадаполамом. Накладки проходят через стабилизатор, плотно обхватывают его среднюю распорку и закрепляют стабилизатор на балке с помощью двух 8-*мм* болтов, контрящихся булавками.

Остальные металлические детали крепятся на лонжероне киля до сборки последнего и состоят из двух ушковых шарнирных болтов и двух накладок, укрепленных двумя 6-*мм* пистонами. Накладки образуют вилки для крепления верхних концов подкосов оперения. Задняя накладка имеет две пары ушков, из которых два нижних ушка отогнуты вперед и служат для крепления верхних расчалок хвоста; в отверстиях этих ушков вставлены и развальцованы пистоны из стальных трубок диаметром 6—4 *мм*.

Руль направления (рис. 23) одинаков с рулями высоты и отличается от них только большими габаритами. Сечения реек руля направления, кабанчик и шарнирные крючки такие же, как и на руле высоты.

Все части хвостового оперения лакируют, обтягивают мадаполамом и покрывают аэролаками.

Подкосы оперения (рис. 23) придают неизменность взаимному расположению стабилизатора и киля. Подкосы изготовляют из реек сечением 10×30 *мм* с закругленными гранями и двух наконечников. Наконечники состоят из П-образных обойм из 1-*мм* стали с приваренными обрезками трубок диаметром 8—6 *мм*. Наконечники крепятся к телу подкоса пистонами диаметром 6—4 *мм*.

Расчалка хвоста состоит из четырех 2-*мм* стальных проволок, заделанных в ушки на киле и на балке. На передних концах расчалок имеются тандеры, которые крепятся к ушкам на задних лонжеронах крыла посредством 5-*мм* валиков, законтриваемых булавками.

Съемный обтекатель кабины

Обтекатель представляет собой фанерный ящик прямоугольного сечения с закругленной передней частью. Надетый на ферму, обтекатель образует пилотскую кабину (рис. 24).

Обтекатель создает удобства для обучаемого тем, что помогает ученику по верхней плоской части обтекателя выдерживать заданный угол при полете по прямой, планировании и наборе высоты; предохраняет пилота на случай обрыва амортизатора; облегчает осмотр управления и ремонт передней части фермы и улучшает аэродинамику планера.

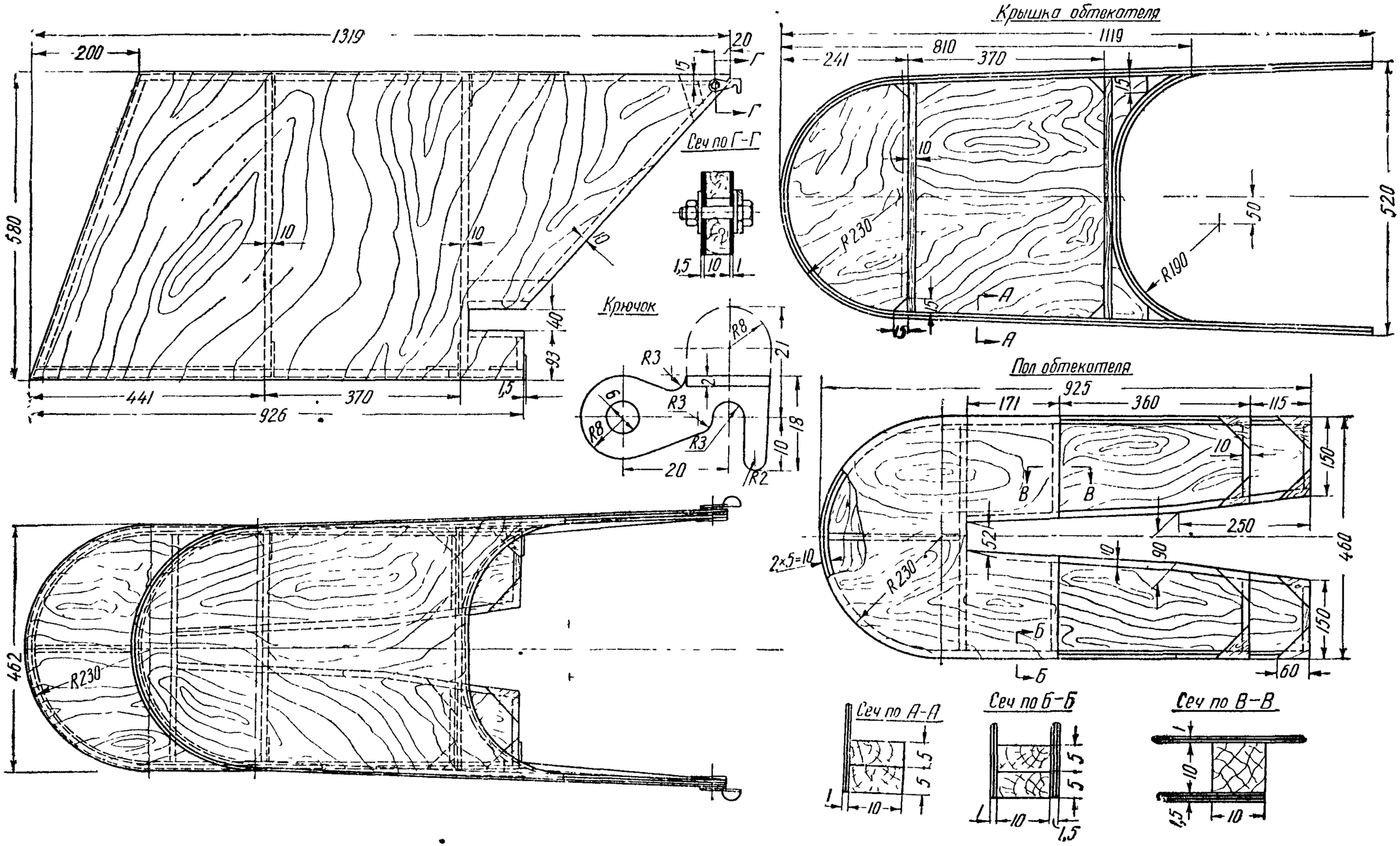


Рис. 24. Планер А-1. Съемный обтекатель пилотской кабины

Нижняя часть обтекателя служит полом кабины. Сзади обтекатель плотно прилегает к бортам сиденья и крепится к ним двумя крючками. Конструкция обтекателя выполнена из реек 10×10 *мм*; обшивка из 1- и 1,5- *мм* фанеры.

Колесное шасси

Для взлета, посадки и перевозки планер может быть снабжен двухколесным шасси (рис. 25). Колесное шасси особенно удобно при первоначальном обучении, так как оно облегчает пробежки и подлеты. Большой ход амортизации предохраняет планер от поломок при грубых посадках ученика.

Два колеса насажены на общую ось, состоящую из толстостенной трубы диаметром 30 *мм*. Чтобы ось не вращалась в горизонтальной плоскости, ее расчаливают двумя 2-*мм* стальными проволоками вперед к одной из бобышек лыжи. На рис. 25 показана амортизация оси шасси, состоящая из шнурового амортизатора диаметром 15—18 *мм*.

Колеса диаметром 300 *мм* изготовляются обычно из дерева с фанерными дисками. Обод колеса оковывается листовой сталью или оклеивается кожей. Существует также одноколесный вариант шасси, предложенный конструкторами А. Добаховым и М. Заярным (рис. 26).

* * *

Большой опыт эксплуатации планера А-1 показал, что по своим летным и эксплуатационным данным он отвечает своему назначению служить в качестве учебной машины. Технология изготовления планера весьма проста и не требует специализированного оборудования и сложной оснастки.

Желательно продолжить работу (прекращенную более десяти лет тому назад) над дальнейшим усовершенствованием конструкции пла-

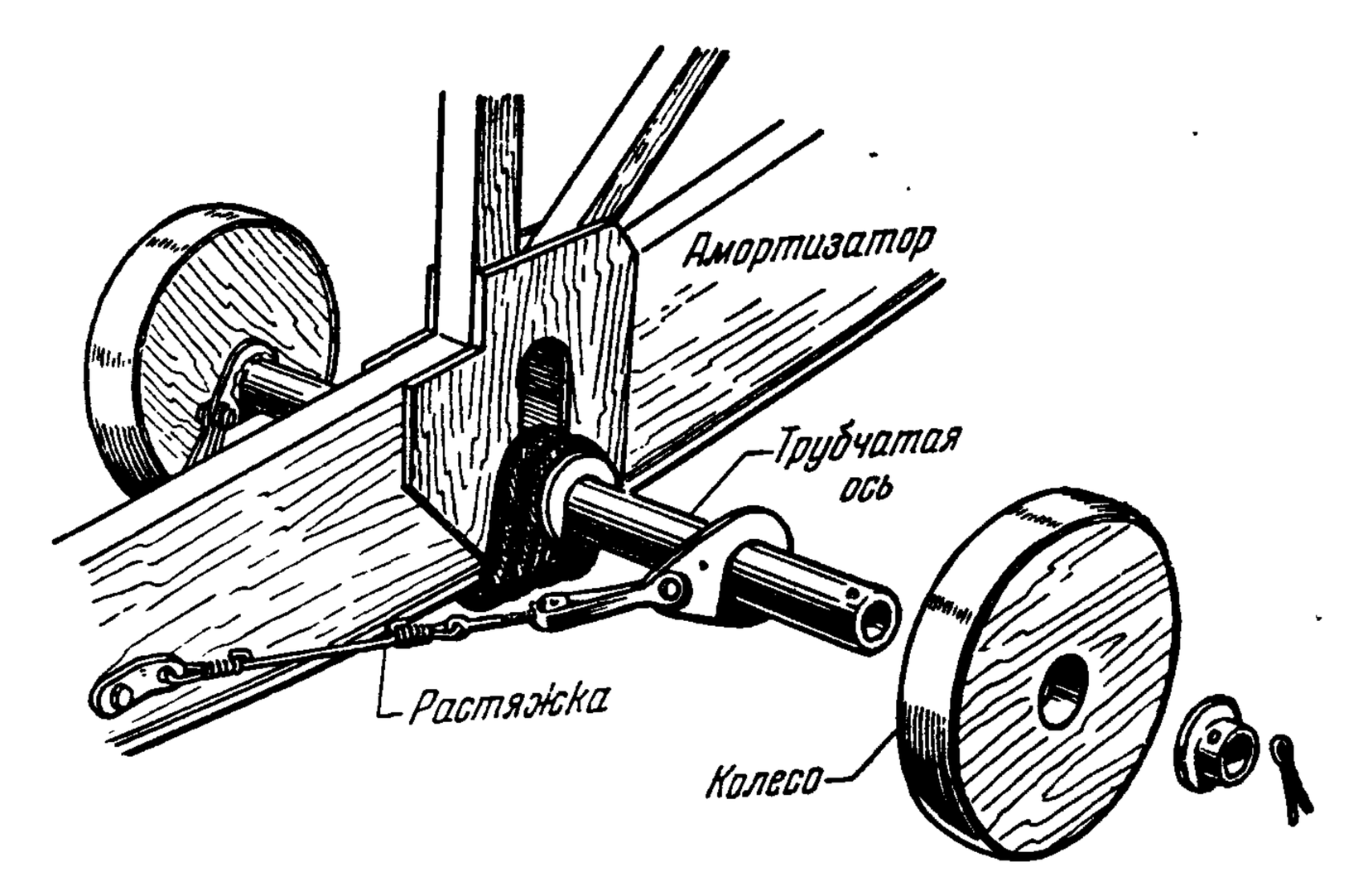


Рис. 25. Планер А-1. Двухколесное шасси

нера А-1. В частности, желательно упростить сборку и разборку планера, разработать стандартное одноколесное шасси, установить замок для буксировки планера лебедкой, уменьшить вес конструкции и т. п. Одновременно надо принять меры к снижению стоимости планера и повышению срока его службы.

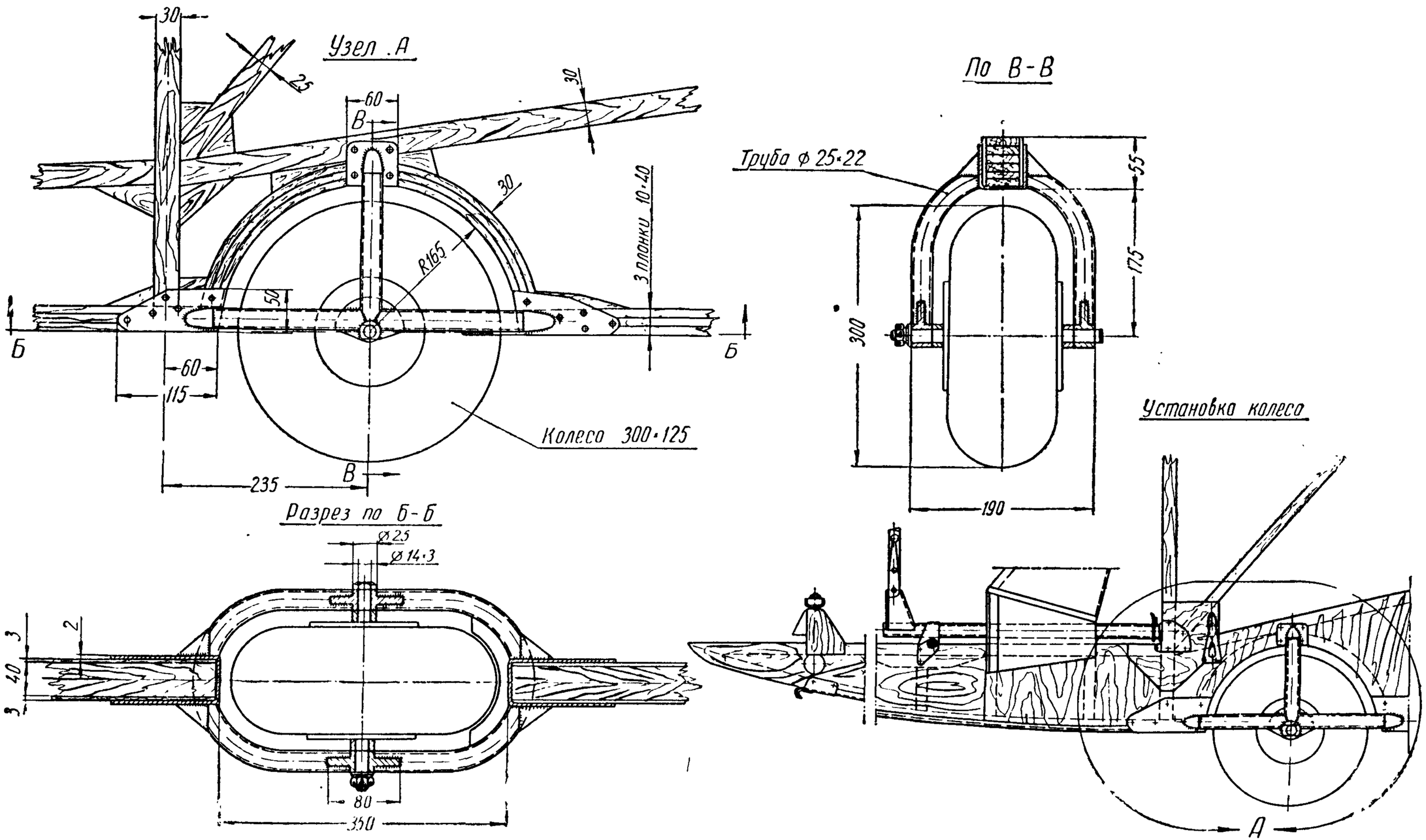


Рис. 26. Планер А-1. Вариант одноколесного шасси

В 1936—1937 гг. инженером О. К. Антоновым были созданы двухместные варианты одноместного учебного планера У-с4, получившие название У-с5 и У-с6. Последний из этих планеров является прототипом планера А-2, построенного в 1942 г.

Планер А-2 предназначается для первоначального обучения планеристов. Запуск планера в воздух может производиться как с помощью лебедки, так и буксировкой его за самолетом.

Планер А-2 (рис. 27) в отличие от планера А-1 имеет двухместную гондолу с двойным управлением, крыло большего размаха, лобовые расчалки между подкосами и увеличенный размер руля направления. Кроме того, планер А-2 оборудован аэронавигационными приборами.

Конструкция планера выполнена из авиационной сосны и фанеры. Обшивка крыла и оперения — полотняная. Металлические узлы изготовлены из углеродистой стали марки 20.

Фюзеляж

Конструкция фюзеляжа такая же, как и у планера А-1.

Для того чтобы поместить второго пилота, ферма планера А-2 имеет бо́льшие длину и высоту, чем у планера А-1. С этой же целью на А-2 вместо диагонального раскоса фермы каждая из двух стоек подкреплена подкосом (рис. 28).

Основные стержни фермы имеют сечение 30×40 *мм*. На нижней части фермы установлены две опоры для сидений пилотов, причем задняя опора немного ниже передней, чтобы свободнее разместить инструктора под крылом.

Нижняя и задняя части фермы, а также верхний узел передних стоек фермы зашиты с двух сторон 2-*мм* фанерой.

На ферме (рис. 28) смонтированы узлы крепления крыла, узлы крепления подкосов, узлы крепления хвостовой балки, два кронштейна роликов, узлы крепления привязных ремней, буксировочный замок, оковка лыжи, посты ручного управления и ножное управление. Конструкция металлических узлов планера А-2 сходна с конструкцией узлов планера А-1, но на планере А-2 узлы сделаны более прочными.

Узлы крепления крыла подобны узлам планера А-1. К ушкам вилок приварены шайбы размером 1,5×20 *мм*.

В связи с тем, что задний лонжерон крыла подходит к ферме под косым углом, ушки скоб у заднего кронштейна согнуты не под прямым, а под косым углом и накладка, соединяющая скобы, не прямоугольная.

Узлы крепления подкосов подобны узлам А-1, но из более толстой стали (2,5 *мм*). Передний узел подкоса имеет второе ушко для крепления нижнего конца расчалки. Каждая пара узлов крепится к подкосу тремя 6-*мм* болтами.

Узлы крепления хвостовой балки такие же, как у планера А-1.

Кронштейны роликов сварены из двух изогнутых пластинок из 1-*мм* листовой стали. Каждый кронштейн поддерживает по два ролика диаметром 40 *мм*, вращающихся на распорной втулке. Через ролики проходят тросы управления рулем высоты. Кронштейны роликов укреплены на ферме двумя болтами диаметром 5 *мм* и 6 *мм*. Шестимиллиметровый болт служит одновременно и осью роликов (см. сечения по Б-Б и по В-В на рис. 28).

Узлы крепления привязных ремней представляют собой П-образно согнутые пластины из 2-*мм* листовой стали с приваренными к ним трубками диаметром 11—8 *мм*. Пластины охватывают подкосы фермы и крепятся каждая двумя 4-*мм* болтами.

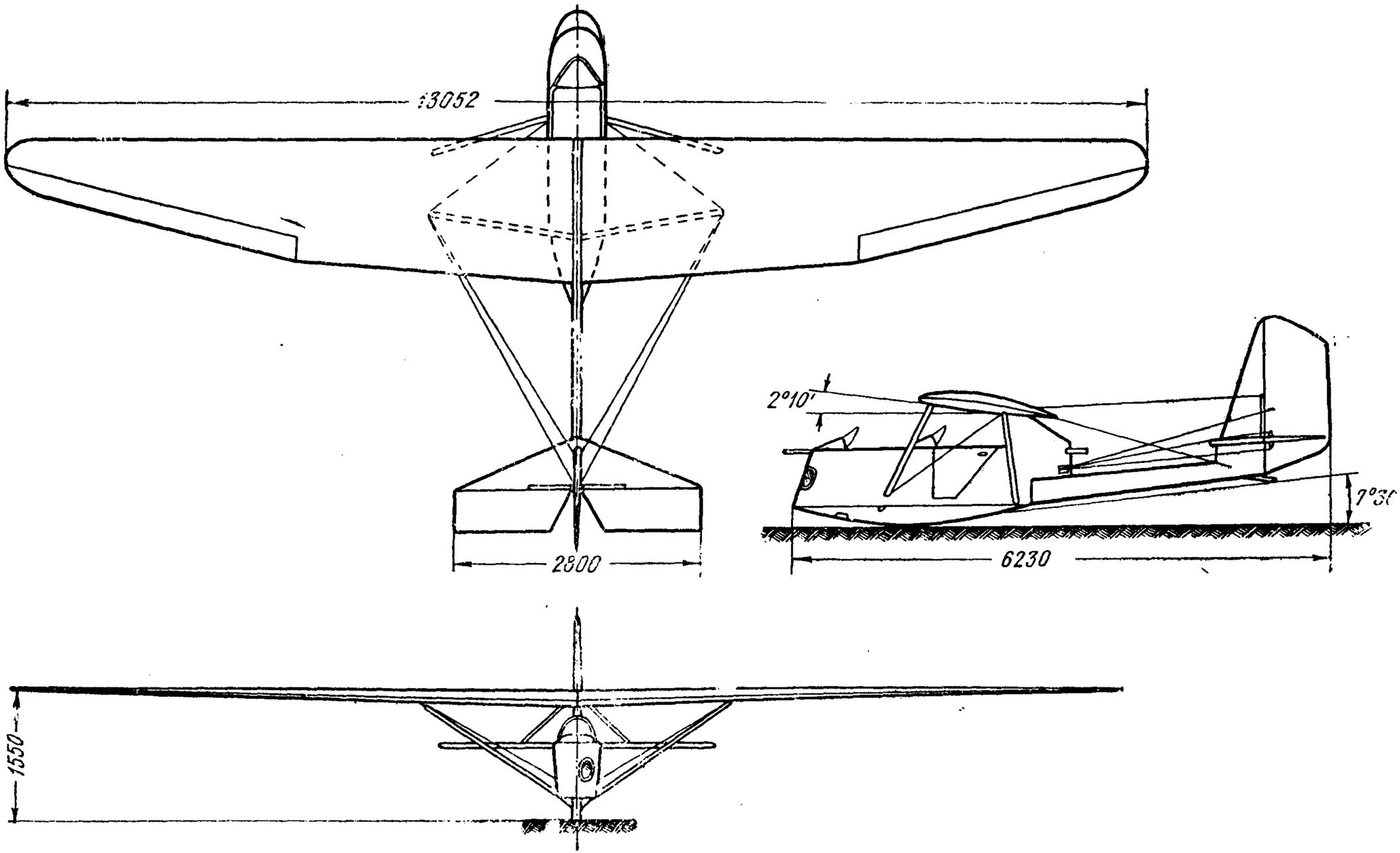


Рис. 27. Двухместный учебный планер А-2 конструкции О. К. Антонова

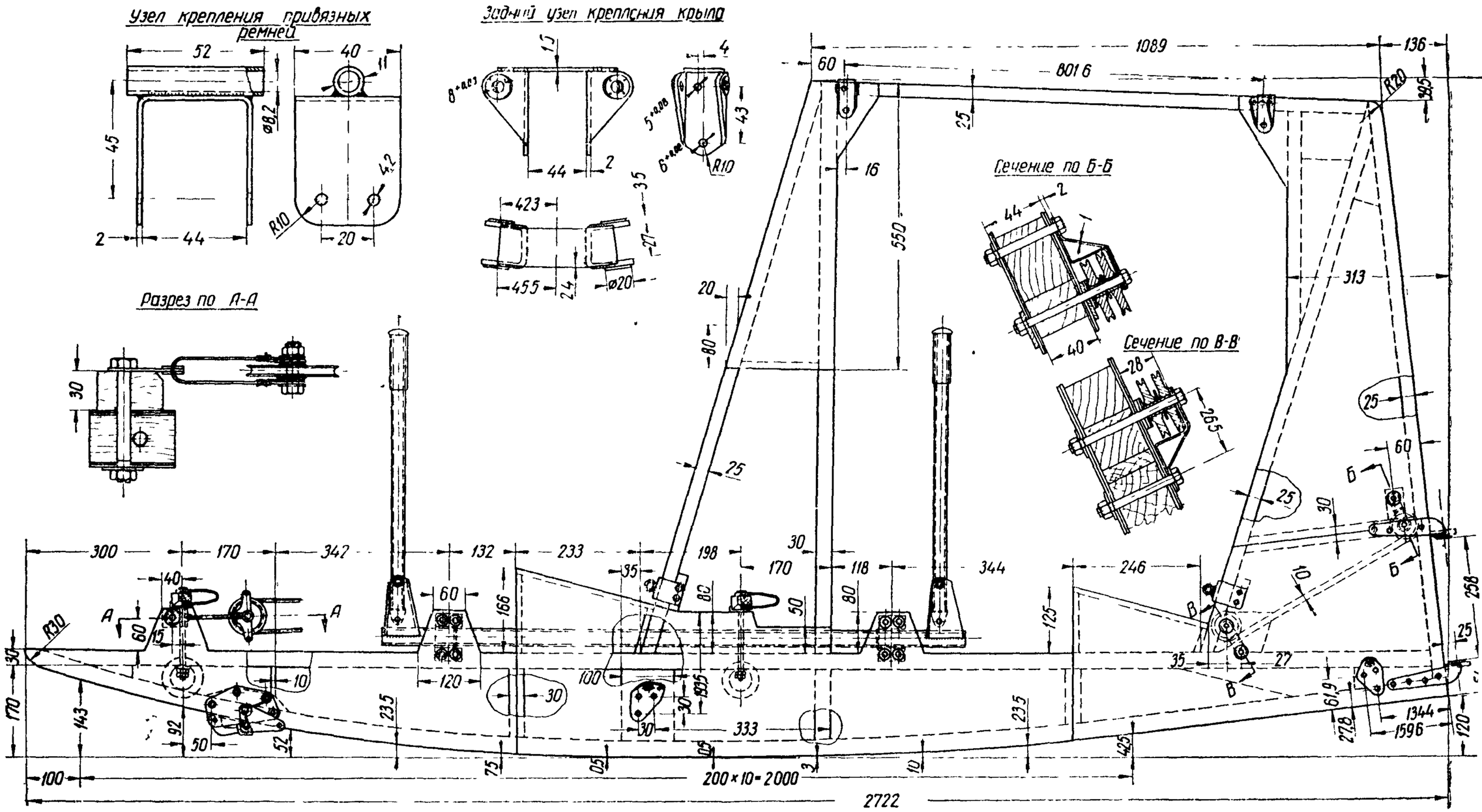


Рис 28. Планер А-2 Ферма и установка металлических узлов на ферме

Буксировочный замок (рис. 29) состоит из кронштейна замка, крючка, запорной скобы, трех распорных трубок, двух пружин и трех 8-*мм* болтов с гайками и шайбами. Кронштейн замка сварен из двух щек и П-образно согнутого вкладыша, выполненных из 1,5-*мм* листовой стали. Через ушки кронштейна пропущен болт с распорной трубкой диаметром 10—8 *мм*. На трубке вращается крючок. Он выпилен из 10-*мм* стали и наварен на втулку из трубы диаметром 14—10 *мм*.

Буксировочный замок установлен на лыже фермы на расстоянии 350 *мм* от носка фермы и прикреплен к лыже с помощью трех 10-*мм* пистонов. Снаружи на кронштейн замка надета запорная скоба, которая удерживает крючок замка в закрытом положении с помощью двух пружин из 2-*мм* проволоки ОВС. Запорная скоба может вращаться на болте, проходящем через щеки кронштейна. Скоба состоит из двух частей, сваренных из 2,5-*мм* стали, причем левая часть скобы образует рычажок, служащий для оттяжки скобы.

Оковка лыжи состоит из двух стальных отбортованных полос, сваренных в стык. Передняя часть оковки имеет толщину 1 *мм*, задняя— 2 *мм*.

Гондола (рис. 30) крепится к ферме и представляет собой фанерный ящик обтекаемой формы. Задняя часть кабины обтянута полотном, передняя обшита фанерой. Сверху гондолы установлены два небольших гаргрота, к которым прикреплены козырьки из органического стекла. В левом борту задней кабины имеется дверь для подхода к заднему сиденью пилота.

Основными частями гондолы являются: пол гондолы, шесть шпангоутов, переднее и заднее сиденья, верх гондолы, низ стекателя гондолы, передний и задний гаргроты, обшивка и дверь кабины.

Пол гондолы состоит из двух половин (рис. 30), прикрепленных клеем и оцинкованными гвоздями к верхней полке лыжной части фермы.

Каркас каждой половины пола представляет собой плоскую ферму, состоящую из двух продольных реек и распорок. Одна продольная рейка (прилегающая к ферме) прямая, другая (наружная) рейка склеена из трех частей, частично изогнутых. Продольные рейки имеют сечение 15×15 *мм*, поперечные распорки — 10×15 *мм* (кроме одной, сечением 15—25 *мм*).

Сверху пол обшит 2-*мм* фанерой, снизу — 1,5-*мм* и 1-*мм* фанерой. В местах расположения педалей ножного управления пол усилен накладками из 5-*мм* фанеры. На полу имеются два отверстия для прохода передних подкосов крыла.

В наружной рейке обвода пола вырезаны пазы для крепления шпангоутов № 1, 2 и 4. Остальные шпангоуты установлены над распорными рейками поверх обшивки пола.

Шпангоут № 1 имеет П-образную форму и собран из трех реек сечением 10×15 *мм*, скрепленных кницами из 1-*мм* фанеры (рис. 31).

Шпангоуты № 2 и 4 такой же конструкции, как и шпангоут № 1. Сечение правой стойки — 10×15 *мм*, а левой — 15×25 *мм*. Необходимость усиления левых стоек вызвана установкой на левом борту ручек управления буксировочным замком. Сечение верхней рейки шпангоута № 2—10×15 *мм*, а № 4—10×25 *мм*. В углах рейки шпангоутов связаны уголками и кницами. Показанные на рис. 31 бобышки и накладки на шпангоутах № 2 и 4 предназначаются для удобства сборки кабины.

Шпангоуты № 3 и 5 (рис. 31) представляют собой невысокие рамки, на которые опираются передние края досок обоих сидений. Рейки этих шпангоутов имеют сечение 10×10 *мм*, а стенки вырезаны из 3-*мм* фанеры.

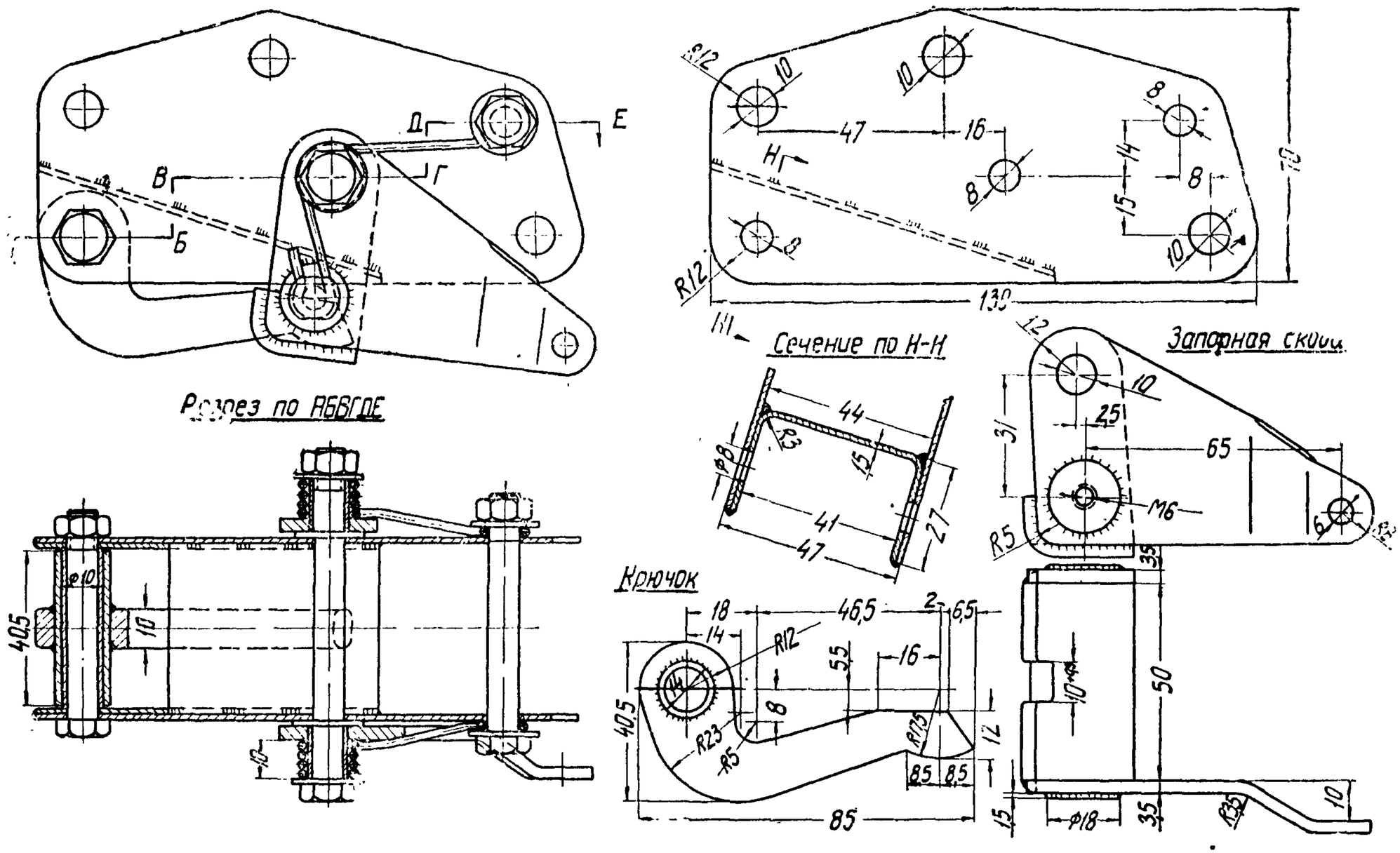


Рис. 29. Планер А-2. Буксировочный замок

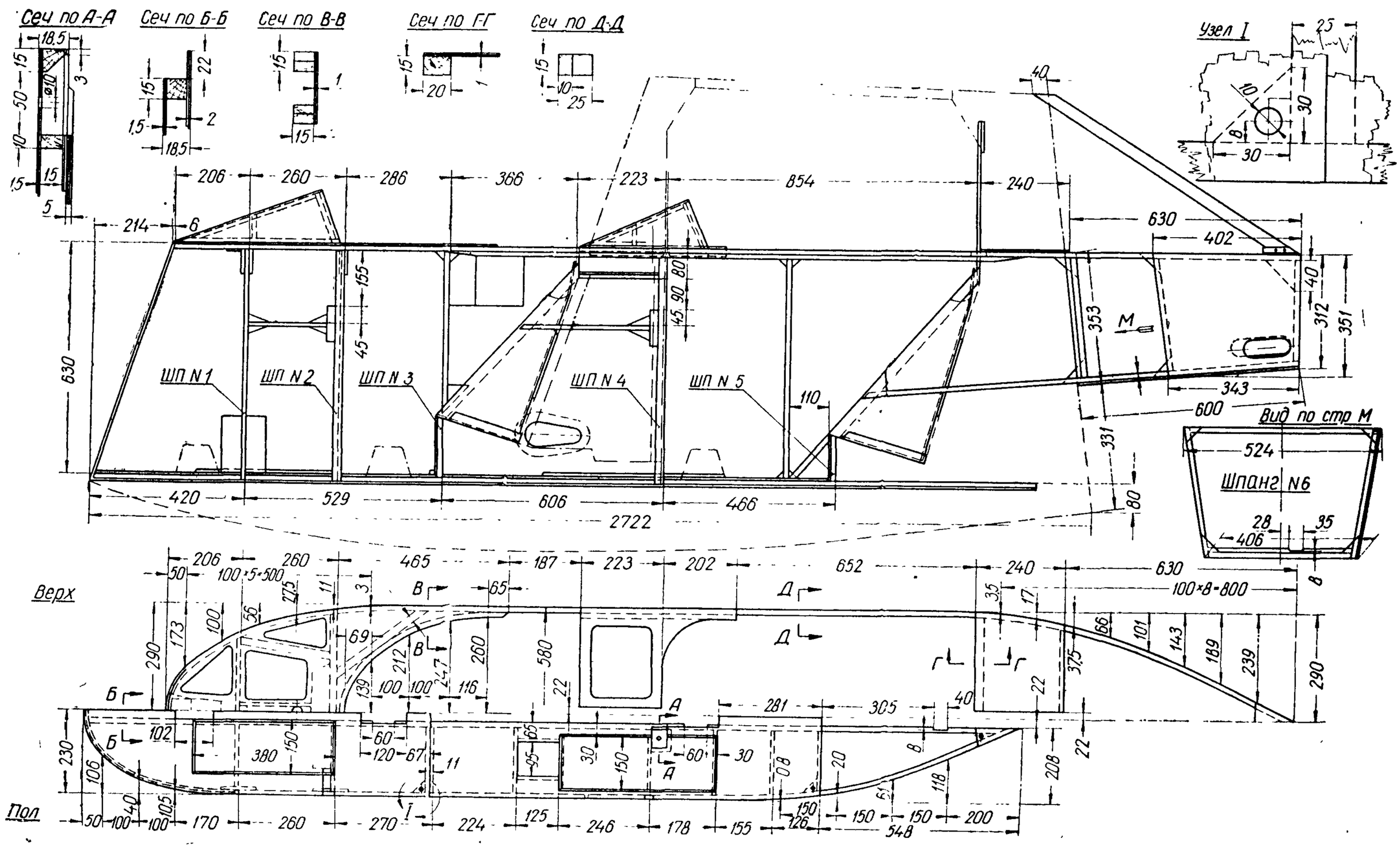


Рис. 30. Планер А-2. Гондола планера. Пол и верх гондолы:

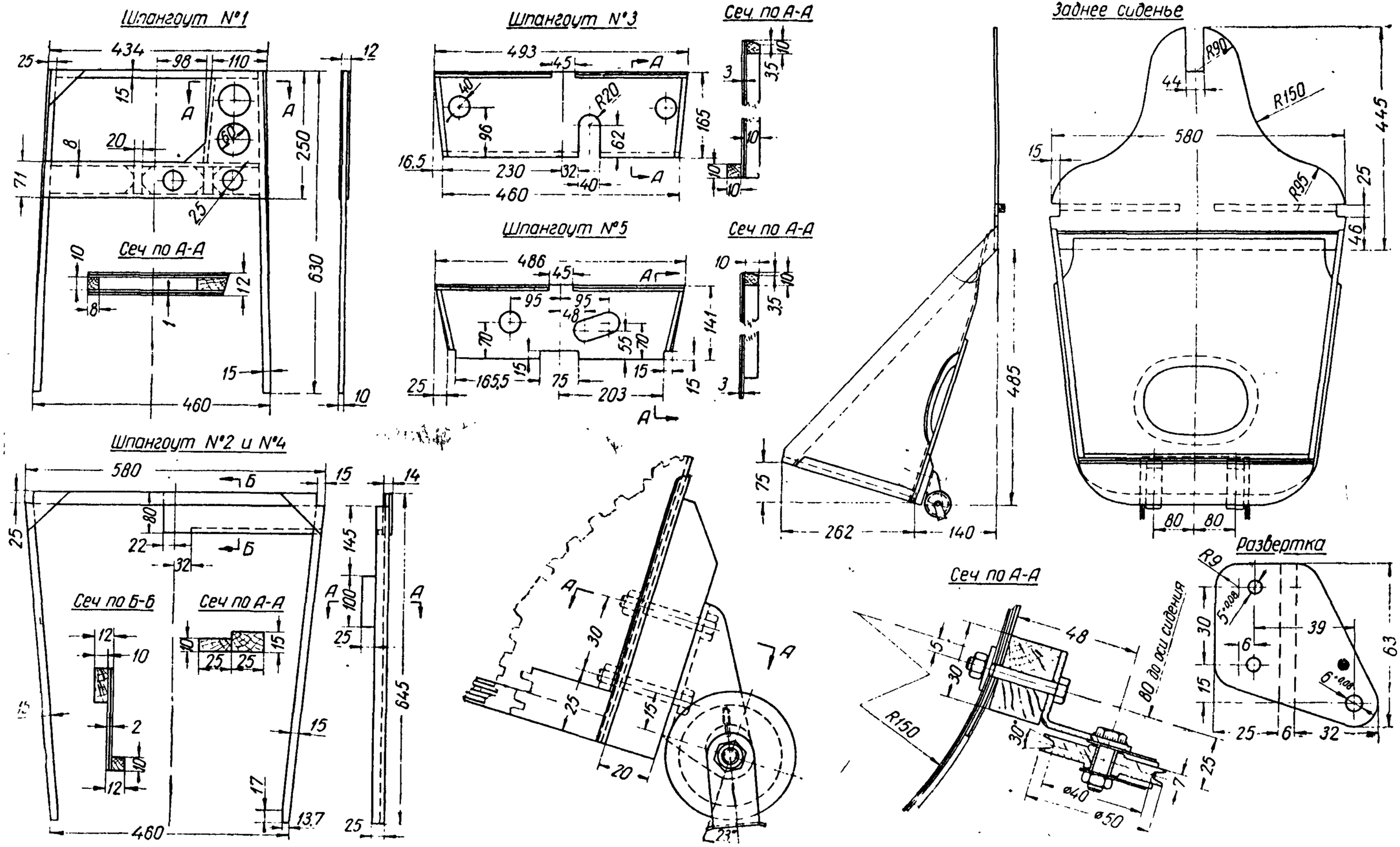


Рис. 31. Планер А-2. Шпангоуты гондолы. Заднее сиденье и креплен·е роликов на сиденье

Шпангоут № 6 имеет вид рамки трапециевидной формы. Три стороны рамки образованы рейками сечением 10×10 *мм*, а четвертая (правая) — стойкой сечением 15×25 *мм*. На этой стойке крепится форточка стекателя кабины.

Сиденья пилотов входят в конструкцию каркаса гондолы. Каждое сиденье состоит из доски, выполненной из 10-*мм* фанеры, спинки — из 2-*мм* фанеры, двух боковых планок сечением 10×30 *мм* и верхней перекладины.

На переднем крае доски сиденья (рис. 31) приклеена закругленная сверху планка, служащая для удерживания на месте подушки. На задней части доски сиденья укреплена бобышка треугольного сечения, предназначенная для усиления связи между доской и спинкой сиденья. Верх спинки переднего сиденья крепится к поперечной перекладине, состоящей из полосы 5-*мм* фанеры, усиленной снизу планкой сечением 15×40 *мм* и сверху — двумя рейками сечением 10×10 *мм*. Спинка заднего сиденья прикреплена к 5-*мм* фанерной доске с поперечными рейками сечением 10×10 *мм*. Эта фанерная доска увеличивает высоту задней спинки и образует стекатель за головой второго пилота. Нижний край спинок обоих сидений окантован фанерной лентой сечением 2×25 *мм*.

К заднему сиденью крепятся на четырех 5-*мм* болтах два кронштейна с роликами для тросов ножного управления (рис. 31). Кронштейны выполнены в виде углов из 2,5-*мм* листовой стали с приваренными к ним 6-*мм* болтами, служащими осями для роликов. Ролики диаметром 40 *мм* вращаются на распорных втулках из трубок диаметром 8—6 *мм*.

Верх гондолы (рис. 30) представляет собой рамку, очертание которой соответствует форме кабины в плане. Внутри рамки установлены внутренняя дуга и ряд распорок, планок, раскосов и бобышек. Верхняя сторона рамки зашита частично 1-*мм* фанерой. Имеющиеся в обшивке отверстия служат для прохода трубок проводки к приборам. Рамка склеена из передней и задней дуг сечением 15×15 *мм* и двух прямых реек такого же сечения. Эти рейки усилены приклеенными к ним рейками размером 10×15×425 *мм*.

Низ стекателя гондолы (рис. 32) состоит из двух изогнутых реек 10×15 *мм*, распорок такого же сечения, обшивки и книц из 1-*мм* фанеры.

Гаргроты служат для крепления приборных досок и закрывают приборы и проводку к ним (рис. 32).

Передний гаргрот состоит из рейки основания сечением 15×15 *мм*, согнутой по форме носовой дуги верха гондолы, задней дуги сечением 15×20 *мм*, укрепленной под углом 70° к верху кабины, поперечной стенки в виде легкой нервюры и пяти продольных планок. Гаргрот обшит 1-*мм* фанерой и имеет сверху форточку для подхода к приборам.

Задний гаргрот имеет в плане прямоугольную форму и по конструкции сходен с передним гаргротом.

К задним дугам гаргрота прикреплены на шурупах приборные доски, вырезанные из 6-*мм* фанеры и оклеенные дерматином.

Козырьки кабин согнуты из 4-*мм* органического стекла. К козырькам приклепаны наружные и внутренние окантовки, выколоченные из алюминиевого сплава АМцМ толщиною 1,5 и 0,8 *мм*. Козырьки крепятся к гаргротам с помощью шурупов.

До первого шпангоута обшивка носовой части кабины состоит из 1-*мм* фанеры, а от первого шпангоута до боковых планок заднего сиденья — из 1,5-*мм* фанеры. Конец стекателя кабины зашит по бокам 1-*мм* фанерой.

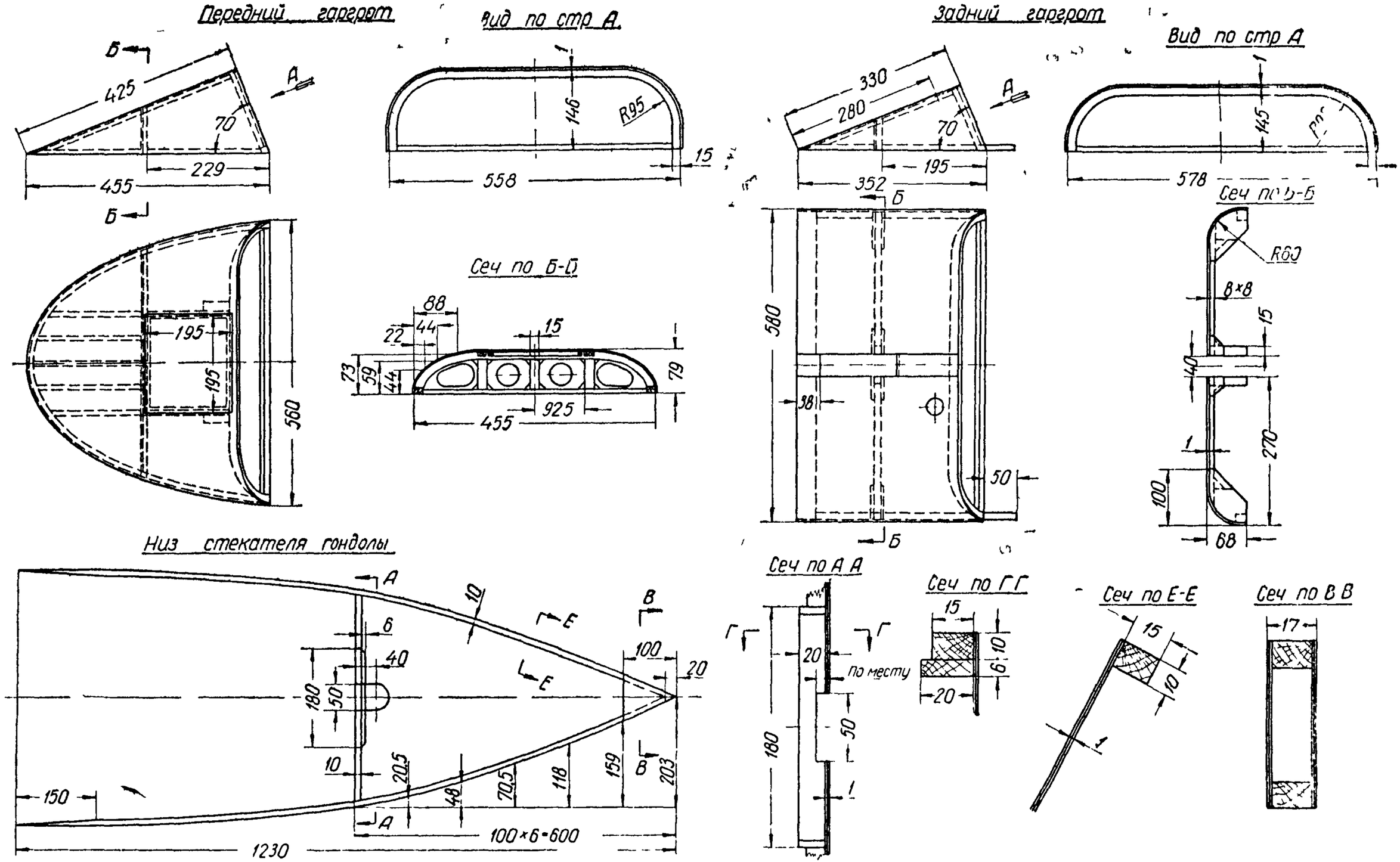


Рис 32 Планер А-2 Гаргроты и низ стекателя гондолы

Дверь собрана из четырех реек сечением 15×25 *мм* и зашита снаружи 1,5-*мм* фанерой. Рейки имеют бобышку для крепления крючка и четыре кницы. Дверь подвешена на двух металлических петлях, установленных на левой стойке шпангоута № 4, и запирается крючком с предохранительной пружиной.

С правой стороны стекателя кабины имеется большая форточка для осмотра тросов и роликов управления.

Хвостовая балка по конструкции и размерам не отличается от хвостовой балки планера А-1. Фанерная обшивка килевой части балки несколько усилена (поставлена 2,5-*мм* фанера вместо 2-*мм*). Узлы крепления балки аналогичны узлам, стоящим на ферме. К балке узлы крепятся с помощью болта и трех пистонов диаметром 6 *мм*.

Костыль планера А-2 такой же, как и планера А-1. Самопуск отсутствует.

Крыло

Крыло имеет разъем по оси симметрии планера. Каждое полукрыло представляет собой в плане две соединенные основаниями трапеции с закруглением на концах. По всему размаху крыло имеет профиль ЦАГИ-РIII, несколько измененный только в элеронной части крыла. По конструкции крыло сходно с крылом планера А-1.

Каркас каждой половины крыла состоит из коробки лонжеронов, 17 нервюр, 15 формеров, добавочного лонжерона, концевой дуги, стрингера, заднего ребра, раскосов, бобышек и фанерной обшивки (рис. 33).

В отличие от крыла планера А-1, крыло А-2 имеет коробку лонжеронов в форме трапеции; состоит из двух лонжеронов, распорок и фанерных расчалок.

Передний лонжерон короче заднего на 33 *мм* и имеет несколько иное расположение стоек и бобышек. Заготовки полок и стенок, а также распорки и бобышки одинаковы для обоих лонжеронов. В месте крепления подкоса верхняя полка имеет сечение 35×46 *мм*, нижняя — 22×35 *мм*. В корневой части лонжероны имеют одинаковую высоту (145 *мм*) и ширину (38 *мм*) на протяжении около 3 *м*. К концам крыла сечение лонжеронов уменьшается до 12×55 *мм*. На длине 2416 *мм* (считая от корня) лонжероны обшиты с двух сторон 1,5-*мм* фанерой, а дальше — 1-*мм* фанерой.

Распорки коробки крыльев представляют собой прямоугольные рамки со стойками и кницами из 1-*мм* фанеры. Первые пять распорок собраны из реек сечением 10×16 *мм*, остальные четыре — из реек сечением 8×12 *мм*. Восьмая и девятая распорки зашиты сплошь с одной стороны 1-*мм* фанерой.

Фанерные расчалки коробки крыльев имеют различные сечения (от 2×50 *мм* до 1,5×25 *мм*), в зависимости от приходящихся на них усилий.

Нервюры крыла сходны с нервюрами планера А-1. Усиленная нервюра № 1 состоит из трех полок сечением 6×15 *мм*. Носок нервюры зашит 2-*мм* фанерой. Бобышки носка выполнены из липы, стенки — из 1,5-*мм* фанеры, а распорки и хвостовая кница — из 1-*мм* фанеры.

Нормальные нервюры (с № 2 по № 9) собраны, как и № 1, из трех полок сечением 6×8 *мм*, носка из 2-*мм* фанеры, от трех до пяти распорок — книц из 1-*мм* фанеры на верхнем формере нервюры, стенки из 1-*мм* фанеры и хвостовой кницы из 1-*мм* фанеры.

Нервюры № 10 — 16 отличаются от нормальных нервюр отсутствием хвостиков. Задние концы нервюр имеют бобышки с вырезами для полок добавочного лонжерона.

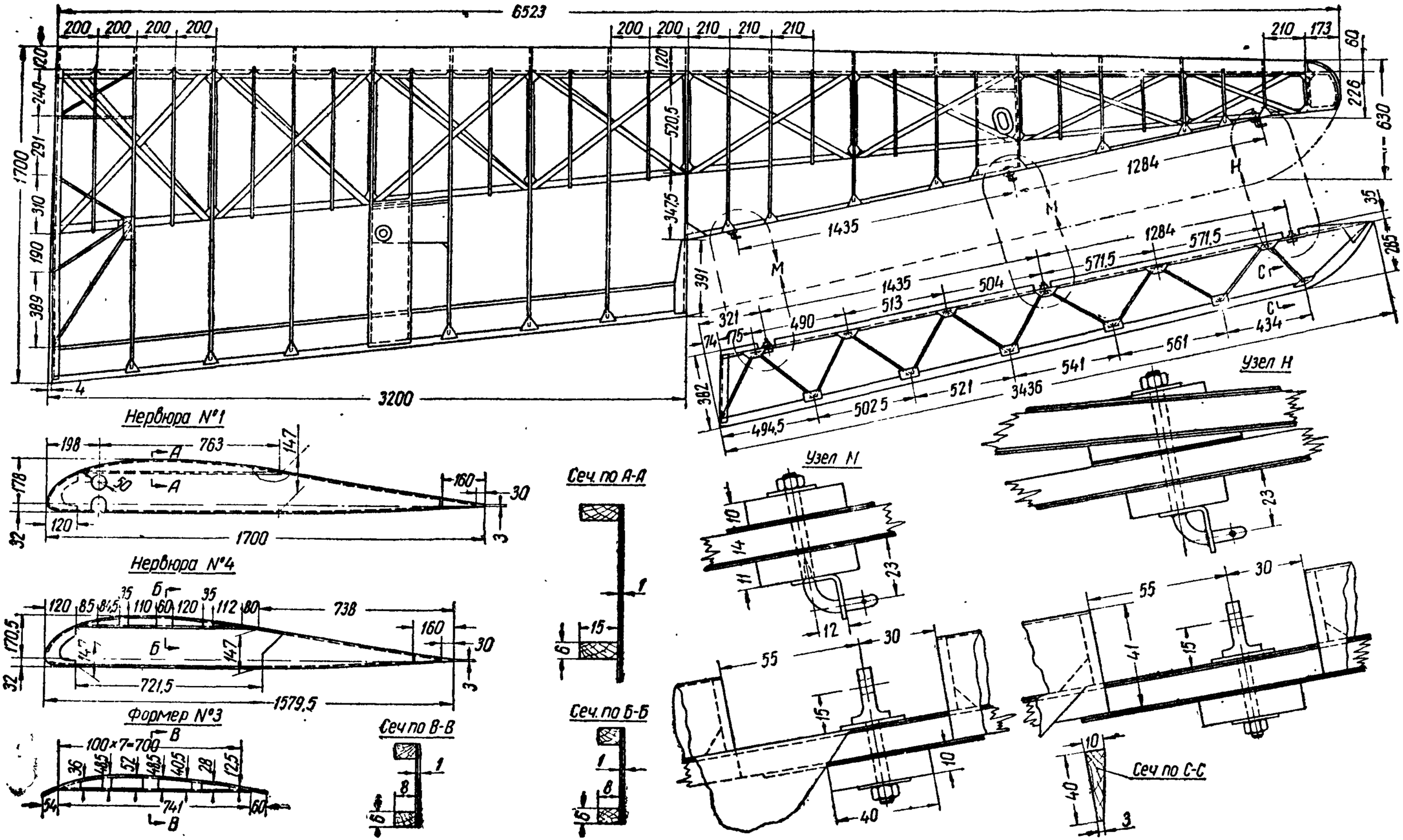


Рис. 33. Планер А-2. Каркасы крыла и элерона

В месте расположения добавочного лонжерона, начиная с нервюры № 9, профиль крыла постепенно приобретает вогнутость снизу. К концу крыла эта вогнутость постепенно сглаживается, так что концевая нервюра имеет снова исходный профиль Р-III. Изменение профиля позволяет упростить конструкции добавочного лонжерона и лонжерона элерона, сделав их одинаковыми по высоте по всему размаху.

Между нервюрами поставлены формеры, служащие для лучшего выполнения профиля верхней поверхности крыла. Формеры представляют собой верхние части нормальной нервюры и выполнены из двух полок сечением 6—8 *мм*, с односторонними кницами или стенками из 1-*мм* фанеры. Формеры № 5, 9 и 12 являются нормальными нервюрами без носков.

Добавочный лонжерон имеет корытное сечение и состоит из двух полок (сечением 8×12 *мм* со стенкой из 1-*мм* фанеры), распорки, трех бобышек под крепление шарниров и четырех книц.

Концевая дуга толщиною 20 *мм* выклеена из фанеры. Стрингер, поддерживающий концы нервюр, имеет сечение 8×26 *мм*. Заднее ребро крыла имеет сечение 10×30 *мм*.

Обшивка крыла состоит из лобовой обшивки, обшивки между формером № 12 и нервюрой № 13, между хвостиками нервюры № 5 и обшивки концов крыла. Лобовая обшивка имеет треугольные вырезы в местах прохода нервюр и формеров. Благодаря тому что края обшивки приклеены ниже поверхности крыла, переход от фанерной к полотняной обшивке получается более плавным (без ребра).

Металлические детали крыла установлены на всех лонжеронах. Они сходны с металлическими узлами и деталями крыла планера А-1, но сделаны более прочными. Для этой же цели узлы под подкосы на переднем и заднем лонжеронах соединены дополнительно распоркой из стальной трубы диаметром 16—14 *мм*.

На передних лонжеронах смонтированы узлы крепления крыла, трехплечая качалка (только на левом лонжероне), узлы крепления подкосов и узлы подвески роликов.

На рис. 34. показан монтаж переднего и заднего лонжеронов крыла. Узлы крепления крыла выполнены из 1,5-*мм* листовой стали с приваренными шайбами 1,5×20 *мм*. Каждая пара накладок крепится к лонжерону двумя пистонами из трубы диаметром 16—14 *мм* и одним 8-*мм* болтом.

Трехплечая качалка состоит из согнутой пластины толщиною 2,5 *мм* с тремя приваренными к ней шайбами и втулкой из трубы 12—10 *мм*. Согнутые плечи качалки соединяются пластиной сечением 2,5—16 *мм* после того, как в ушки качалки будут вставлены валики с надетыми на них серьгами для тросов управления. Трехплечая качалка вращается на фасонном болте, проходящем через лонжерон.

Узел для подкоса сварен из двух щек толщиною 1,5 *мм*, ушка из 2-*мм* стали с приваренной шайбой 1,5—20 *мм* и ушка для распорной трубы, согнутого из 2,5-*мм* листовой стали.

Узел крепится на лонжероне двумя 6-*мм* болтами и пистонами диаметром 8 *мм*.

Подвеска роликов состоит из узла и двух уздечек с роликами. Узел согнут из 2-*мм* пластины и имеет три ушка разного размера. Два малых ушка, усиленные приваренными шайбами, служат для навески уздечек. Большое ушко сильно развито книзу и служит для привязывания планера на стоянке.

Уздечки, согнутые из 2-*мм* проволоки ОВС, с роликами диаметром 60 *мм* (по канавке) аналогичны уздечкам подвесных роликов планера А-1. Ролики снабжены предохранительными скобами из 1-*мм* листовой стали.

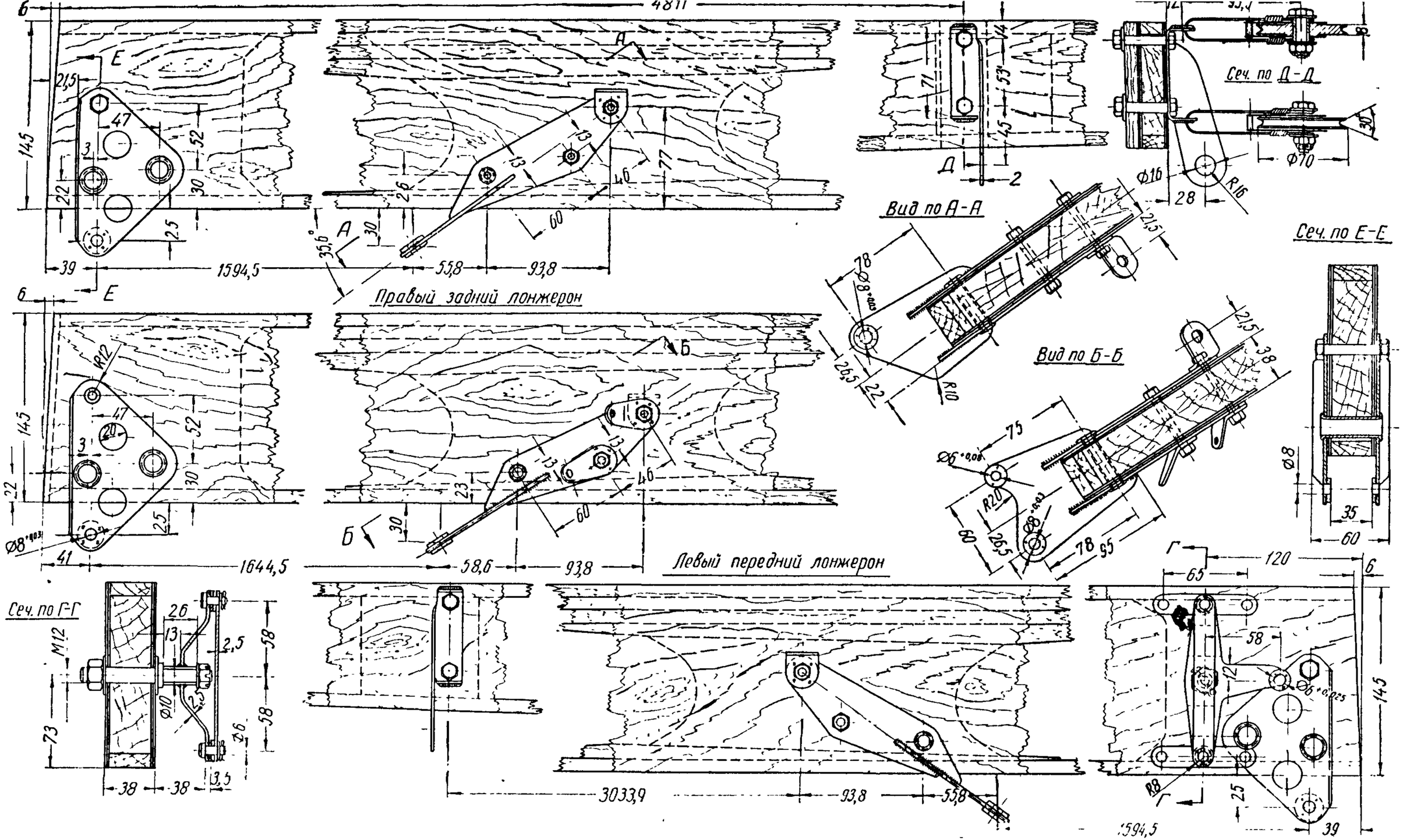


Рис. 34. Планер А-2. Монтаж лонжеронов крыла

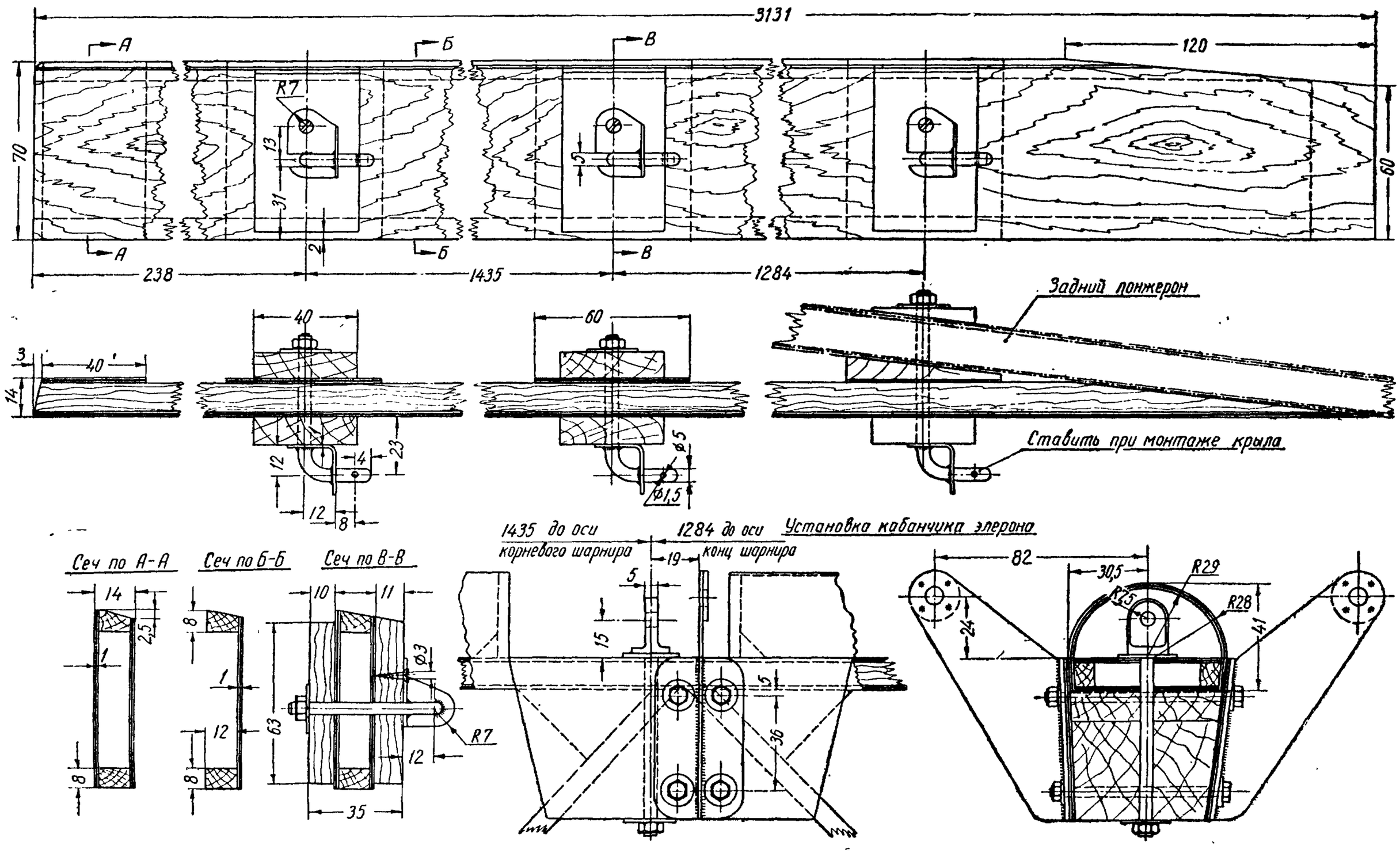


Рис. 35. Планер А-2. Монтаж добавочного лонжерона. Установка кабанчика элерона

Узел подвески роликов крепится к лонжерону двумя 6-*мм* болтами, проходящими через бобышку. Чтобы предотвратить возможность вырывания бобышки и передать усилия от натяжения тросов на полки лонжерона, на передней стенке лонжерона укреплена сосновая планка сечением 10×36 *мм*.

На задних лонжеронах крыла установлены узлы крепления крыла, такие же, как и на передних лонжеронах, и узлы для подкосов. Задний узел подкоса отличается от переднего узла тем, что в нижнем ушке узла добавлено второе отверстие для крепления передней расчалки, приварены дополнительно два ушка для крепления хвостовых расчалок (рис. 34).

На добавочных лонжеронах установлено по три шарнирных крючка (рис. 35). Каждый крючок сварен из согнутой под прямым углом шпильки диаметром 5 *мм*, с нарезкой на конце и уголка из 1,5-*мм* пластинки. После установки шарнирного крючка уголок закрепляется шурупом для того, чтобы крючок не поворачивался.

Элерон

Каждый элерон подвешен к крылу на трех шарнирах. Конструкция элерона однолонжеронная, с косыми нервюрами, обеспечивающими элерону должную жесткость на кручение.

Каркас элерона состоит из лонжерона, 13 нервюр, концевого и заднего ребер, диафрагм, бобышек, уголков, книц и лобовой обшивки (рис. 33).

Лонжерон элерона корытного сечения, постоянной высоты, с заостренным концом, состоит из двух полок сечением 10×10 *мм*, стенки из 1-*мм* фанеры, 7 распорок, 4 бобышек и 9 книц.

Нервюры элерона, за исключением усиленных, имеют корытное сечение и состоят из двух полок сечением 6×6 *мм* и фанерной стенки из 1-*мм* фанеры. Усиленные нервюры выполнены из сосновых планок толщиной 8 *мм*.

Ребра элерона выстроганы из реек сечением 10×40 *мм*. Диафрагмы лобовой обшивки выполнены из 5-*мм* фанеры. Кницы нарезаны из 1,5-*мм* фанеры.

В начале сборки лонжерон с установленными на нем диафрагмами обшивают 1-*мм* фанерой. К полученной таким образом трубе крепят на кницах нервюры и все остальные детали элерона.

Металлические детали элерона состоят из трех 6-*мм* ушковых болтов с гайками и шайбами и кабанчика, установленного на четырех 5-*мм* болтах. Кабанчик сварен из двух пластин толщиною 2 *мм* (рис. 35).

Хвостовое оперение

Хвостовое оперение планера А-2 (рис. 36) отличается от хвостового оперения планера А-1 тем, что на рулях высоты установлены бобышки для крепления кабанчиков и усилена наклейка лонжерона в месте крепления внутренних шарнирных крючков. Конструкция кабанчиков выполнена аналогично кабанчикам элерона. На киле добавлена нервюра у верхнего шарнира и усилена средняя нервюра. Увеличено поперечное сечение подкосов оперения.

Руль направления по сравнению с рулем планера А-1 увеличен по площади и по размаху. Каркас руля состоит из лонжерона, семи нервюр, добавочного лонжерона, верхнего, нижнего и заднего ребер, бобышек и книц.

Лонжерон выполнен из планки сечением 10×40 *мм*, с наклеенными

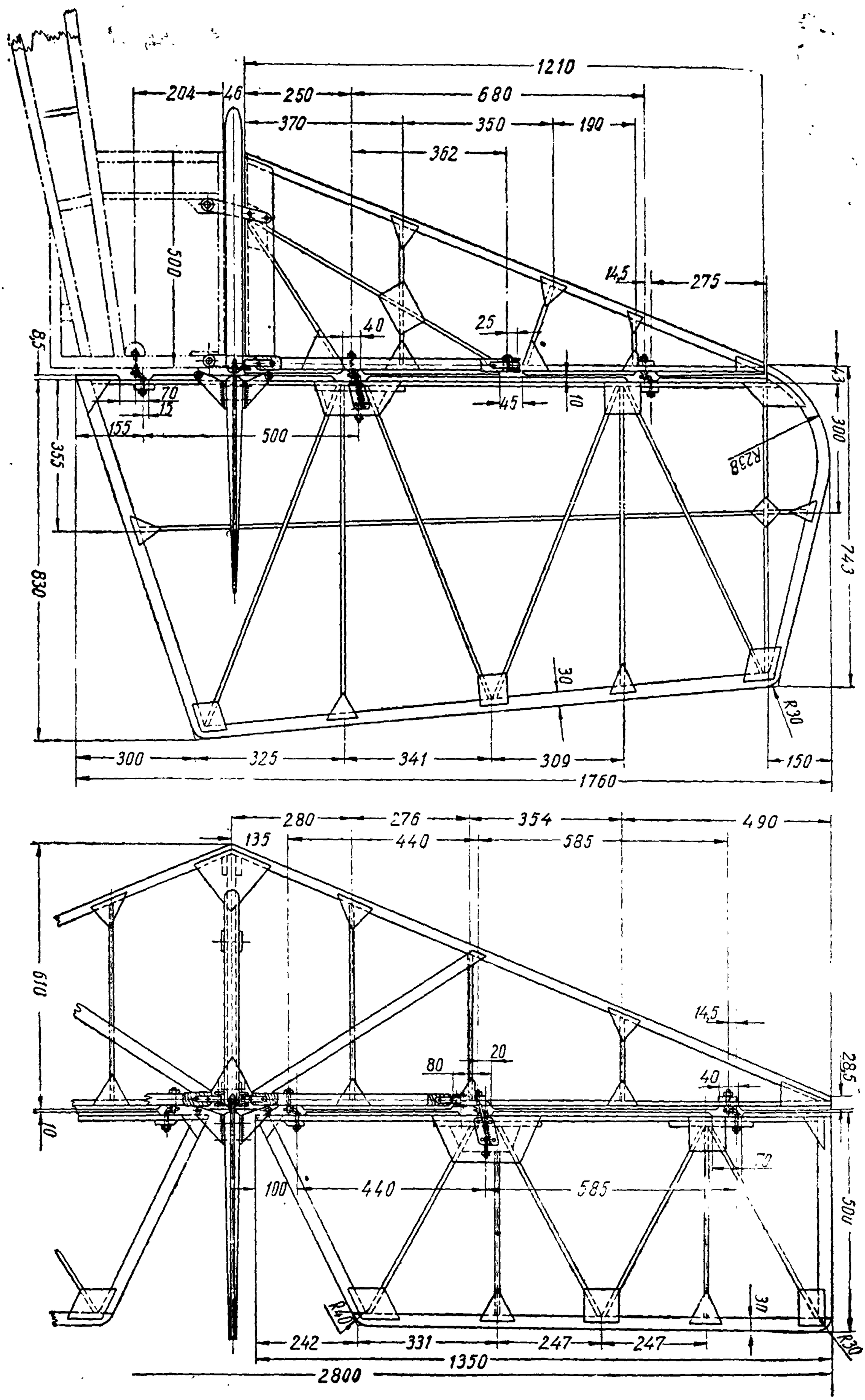


Рис. 36. Планер Л-2. Хвостовое оперение

впереди рейками сечением 10×10 *мм* и тремя планками размерами 10×40×40 *мм* (2 шт.) и 10×40×200 *мм*, приклеенными на задней стенке.

Все нервюры, кроме верхней, имеют корытное сечение и состоят из двух полок сечением 6×8 *мм* и стенки из 1-*мм* фанеры. Верхняя нервюра выполнена из двух планок сечением 8×16 *мм*. Добавочный лонжерон пропущен через все нервюры. Он сделан из планки сечением 8×28 *мм*. Ребра имеют сечение 10×30 *мм*, кницы вырезаны из 1-*мм* и 1,5-*мм* фанеры.

Металлические части руля направления состоят из трех шарнирных крючков и кабанчика, таких же, как и на рулях высоты.

Крепление хвостового оперения на балке одинаково с креплением оперения на планере А-1.

Нижние расчалки хвоста сделаны из стальной проволоки ВС диаметром 2,5 *мм*, верхние — из 3-*мм* троса. Расчалки крепятся 6-*мм* валиками.

Посадочное устройство

Посадка планера производится на лыжу, окованную листовой сталью. В зимнее время оковку снимают, а вместо нее устанавливают на шурупах зимнюю лыжу. Эта лыжа представляет собой полосу 10-*мм* фанеры длиной 2270 *мм* и шириной 120 *мм*, окованную 1-*мм* сталью.

Отсутствие колесного шасси затрудняет запуск планера наземным агрегатом и представляет неудобство при перевозке планера.

В 1954 г. в мастерских Центрального аэроклуба имени В. П. Чкалова была произведена доработка конструкции планера А-2 с целью устранения указанных недостатков (рис. 37).

По оси симметрии планера в вырезе, сделанном в лыжной части фермы, установлено колесо с пневматиком размером 255×110 *мм*. На передней части лыжи укреплена дополнительная опора.

Для полетов с мотостарта добавлен второй буксировочный замок на расстоянии 750 *мм* от имеющегося замка. Установка колеса значительно облегчила разбег планера и его транспортировку. Благодаря улучшению амортизации были ликвидированы люфты в креплениях подкосов к крылу и к фюзеляжу.

Перенесение точки крепления буксировочного троса назад, ближе к центру тяжести, разгрузило нос планера при взлете от усилия, направленного по тросу вниз и создающего продольный момент. Нагрузка на горизонтальное оперение и давление на ручку управления уменьшились. Взлет стал более безопасным. Высота взлета с помощью лебедки увеличилась на 150—200 *м*.

Трос управления вторым буксировочным замком подводится к имеющейся ручке на левом борту передней кабины.

Управление

Управление планера двойное. Состоит из ручного и ножного управлений и управления буксировочным замком. На рис. 38 показана схема управления. Монтаж и узлы управления можно видеть на рис. 28 и 39.

Ручное управление состоит из двух ручек, вала, тяги, трехплечей качалки, роликов, тросовой и проволочной проводки. Каждая ручка качается на оси кронштейна вала и приводит в движение рули высоты. При отклонении в стороны ручка вращает вал с рычагом,

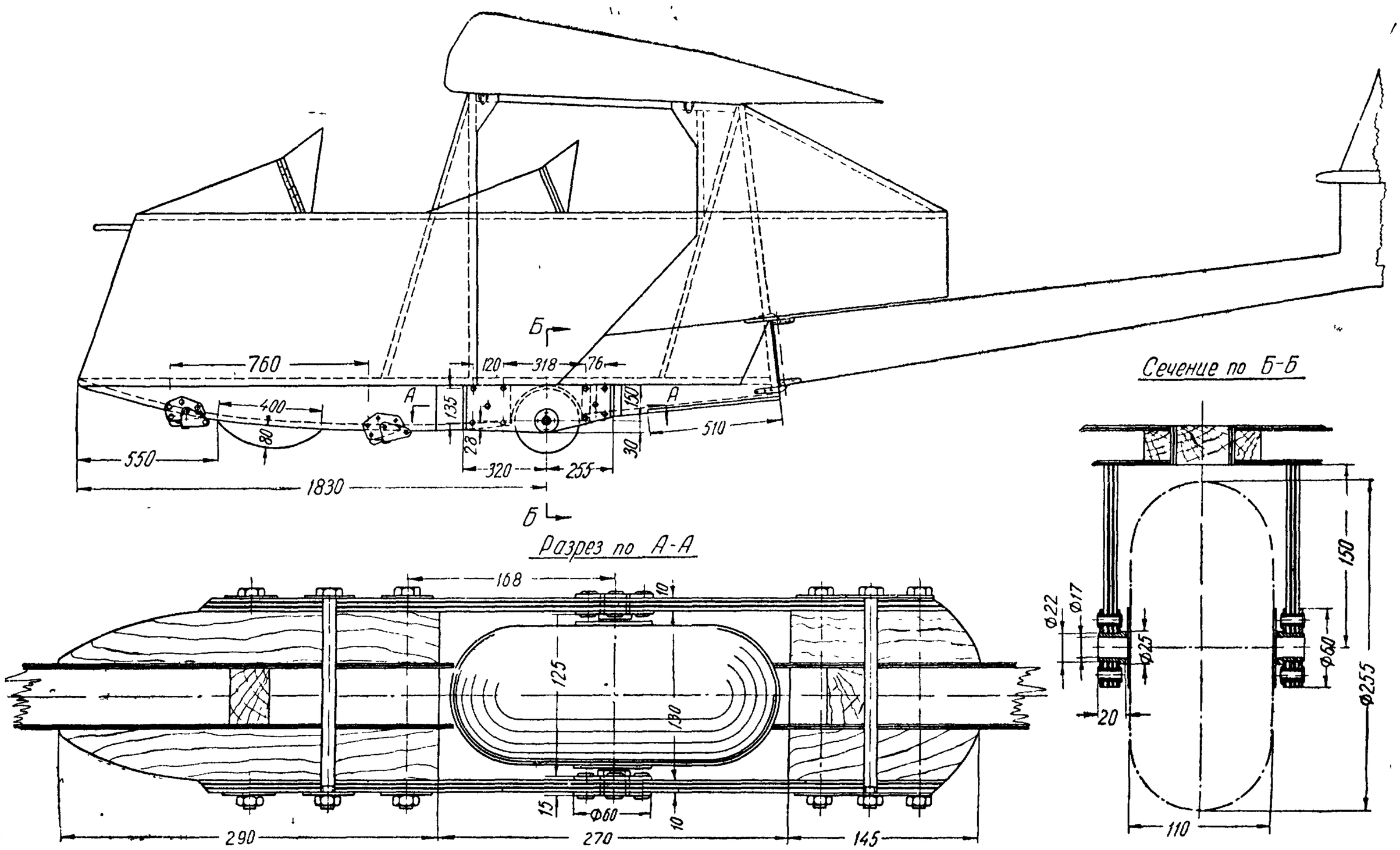


Рис 37 Планер А-2 Установка колесного шасси и стержня бикрепления

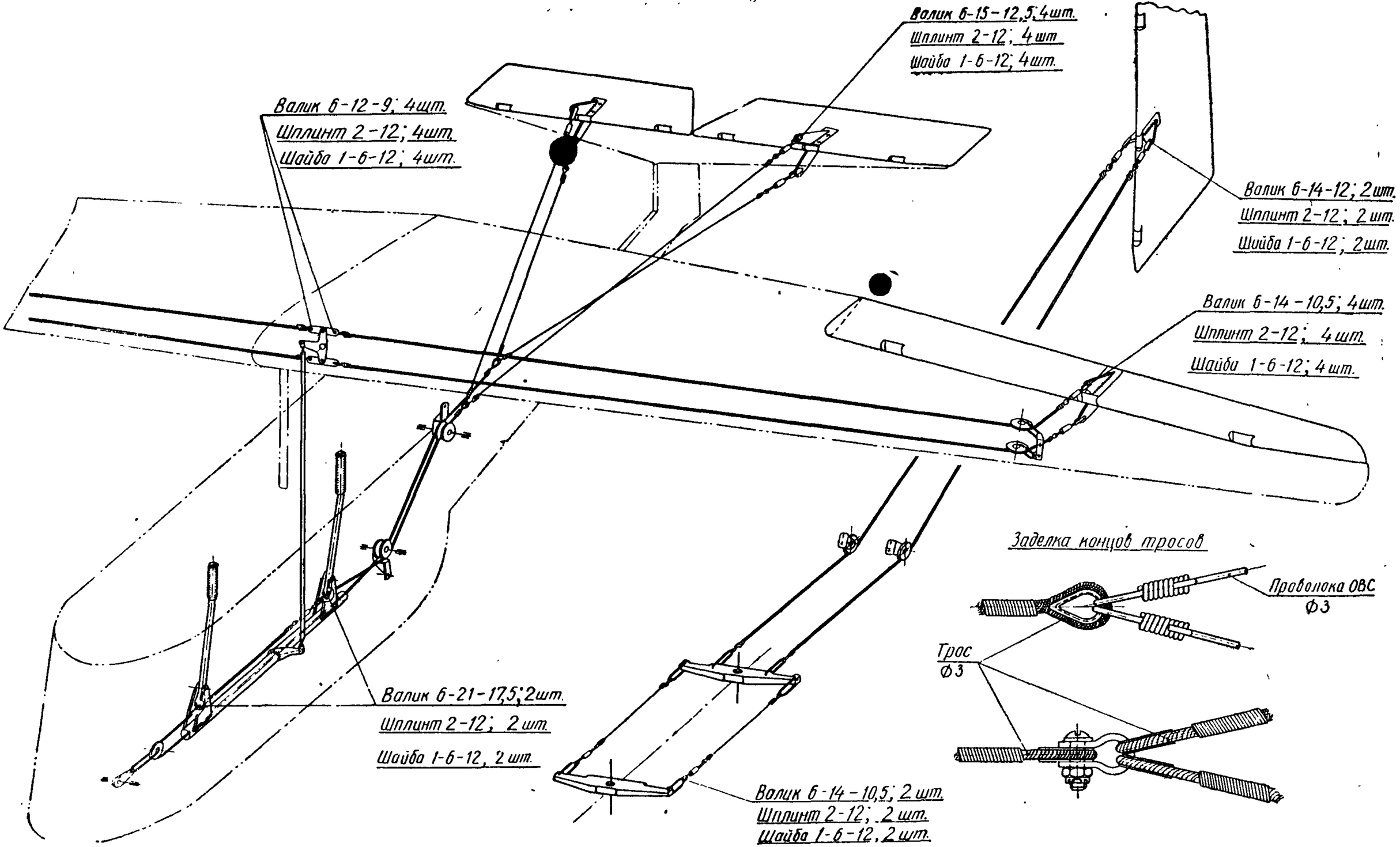


Рис. 38. Планер А-2. Схема управления

который с помощью трубчатой тяги и трехплечей качалки передает движение тросам элерона.

Вал с ручками управления укреплен с правой стороны фермы на двух подшипниках. Каждый подшипник состоит из обоймы, согнутой из 1-*мм* стальной пластины, прокладки из 1-*мм* листовой латуни, ясеневой бобышки и двух резиновых прокладок (рис. 39).

Вал управления состоит из трубы диаметром 30—27 *мм*, двух кронштейнов и ручек управления, элеронного рычага и двух упорных полуколец. Кронштейны согнуты из 1,5-*мм* стали. К ушкам кронштейна приварены шайбы 2×20 *мм*. Упорные полукольца из 1,5-*мм* стали упираются в подшипники и удерживают вал от продольных перемещений.

Ручки управления выполнены из трубы диаметром 25—22 *мм* с приваренными по бокам шайбами 2,5×20 *мм* и вкладышем из 2-*мм* листовой стали. Верх ручек отогнут в плоскость симметрии планера и обмотан шпагатом.

Тяга к элеронам сделана из 18—16-*мм* трубы. Верхний регулируемый конец тяги состоит из приваренного стаканчика с 8-*мм* вильчатым болтом и гайкой. Нижний конец тяги образует вилку с вваренным вкладышем из 1-*мм* пластинки.

Трехплечая качалка, помещенная на задней стенке левого лонжерона, была описана выше и изображена на рис. 34.

Подвесной ролик управления рулями высоты крепится к бобышке качалки передних педалей 10-*мм* болтом. Подвесные ролики в крыле описаны выше. На схеме управления (рис. 38) видно расположение проводки ручного управления на планере. Тросовая проводка на участке от заднего кронштейна роликов на ферме до кабанчиков руля высоты, заменена четырьмя проволоками. Все части управления соединены 6-*мм* валиками со шплинтами и шайбами. Диаметр тросов 3 *мм*, проволоки (марки ОВС) — 2,5 *мм*.

Ножное управление состоит из двух педальных качалок и проводки (рис. 38). Педальные качалки выполнены из ясеневых или березовых брусков сечением 25×45 *мм* в средней части и 16×27 *мм* на концах. Среднее отверстие для оси педали усилено развальцованной трубкой диаметром 10—8 *мм*. В середине качалки, снизу, укреплены на гвоздях обоймы из тонкой стали. На концах качалки надеты узлы в виде башмаков для крепления ремней. Узлы удерживают проходящие через них и через брусок педалей уздечки из проволоки ОВС диаметром 3 *мм*. На задней педали имеется еще вторая пара уздечек, расположенная ближе к оси качалки педалей.

Концевые уздечки служат для соединения обеих педалей проволоками диаметром 2,5 *мм*. Ко второй паре уздечек задней педали присоединены тросы диаметром 3 *мм*, проходящие к кабанчику руля направления через ролики, укрепленные на заднем сиденье. Ограничитель отклонений руля направления установлен впереди задней педали и представляет собой деревянную бобышку, прикрепленную к ферме четырьмя шурупами.

Управление буксировочным замком состоит из двух ручек, укрепленных на левом борту кабины, и проводки. Ручки выполнены из 2-*мм* листовой стали с приваренными в месте вращения ручек шайбами и снабжены деревянными головками. Ручки вращаются на распорных втулках, надетых на 8-*мм* болты, и соединены проволокой диаметром 2 *мм*, заключенной в боуденовскую оболочку.

К нижнему плечу передней ручки присоединен 2-*мм* трос, прикрепленный другим концом к рычажку буксирного замка. Трос проходит через направляющую трубку диаметром 8—6 *мм*, укрепленную 5-*мм* болтами к лыже и к шпангоуту № 2.

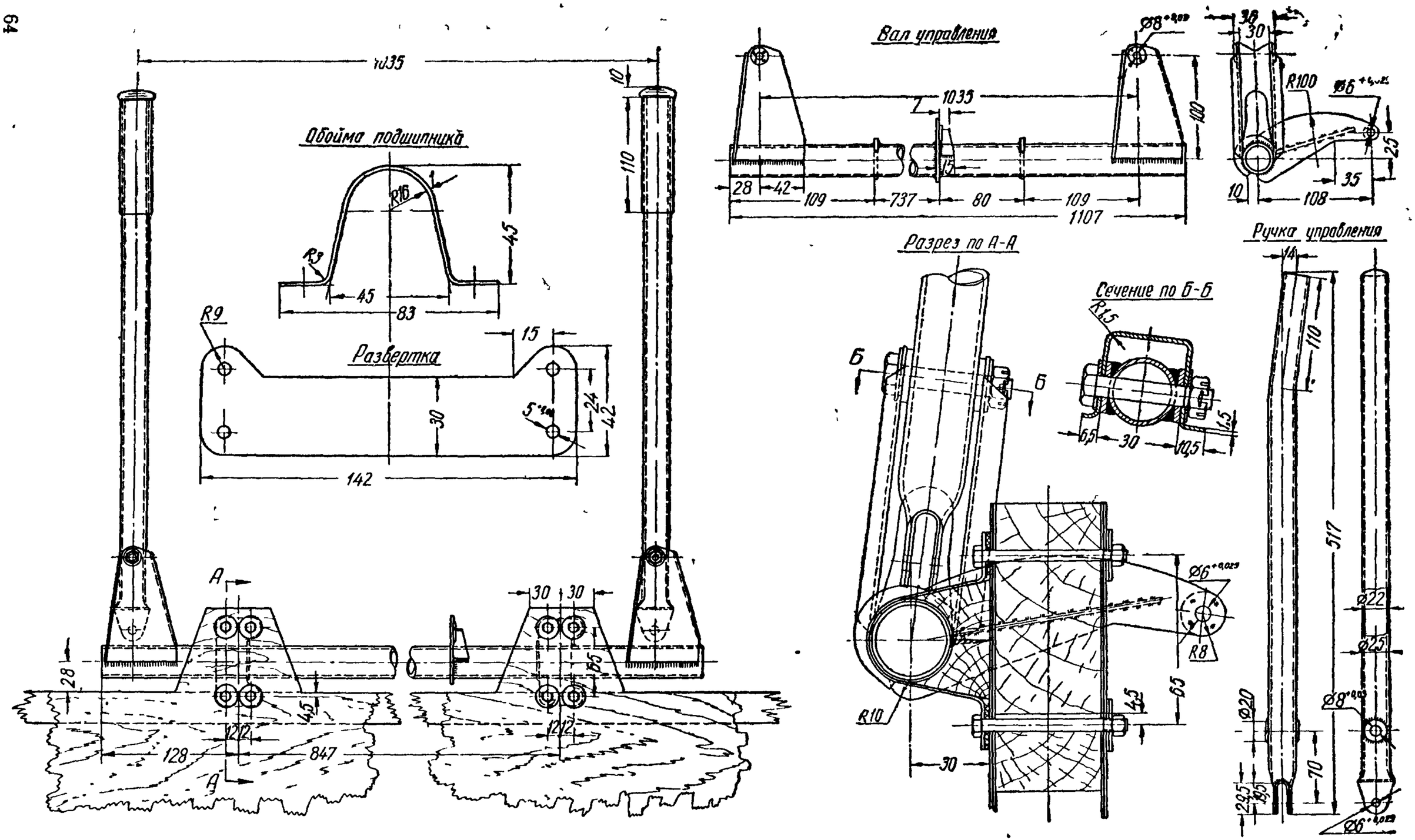


Рис 39 Планер А-2 Монтаж ручного управления

Оборудование

На передней приборной доске расположены (слева направо): высотомер ВЛ-12, указатель скорости УС-350, указатель поворотов УП-2, компас КИ-11 и вариометр В-2. На задней доске смонтированы те же приборы и в том же порядке, но без компаса. Приемник воздушного давления укреплен в носовой части кабины к продольной планке верха кабины. Трубка Вентури расположена на правом борту.

Остальное оборудование состоит из мягкой окантовки бортов кабины, заголовников, подушек сидений, бортовой сумки и сумки для формуляра, стандартных привязных ремней и аптечек.

* * *

По конструкции планер А-2 прост и технологичен, по производственному выполнению несложен и дешев. В эксплуатации оказался неприхотливым и живучим в различных условиях службы.

За время долголетней эксплуатации планер А-2 подвергался многочисленным доводкам. Вес пустого планера (без ночного оборудования) достиг 160 *кг*, между тем как предшествующий планеру А-2 планер У-с6 весил 136 *кг*.

Основной причиной утяжеления планера, а следовательно, ухудшения летных свойств и снижения его прочности, послужила методика обучения планеристов, принятая еще во время Великой Отечественной войны, а именно: метод обучения на буксире за самолетом. В тот период внимание было направлено на то, чтобы создать учащемуся обстановку, близкую к обучению на военных машинах.

Метод первоначального обучения полетам на планере с помощью самолета-буксировщика является порочным, искажающим смысл планерного обучения. С переходом на старт с помощью лебедки повышение веса планера и скорости снижения стали особенно заметными. Понадобилась также и установка колесного шасси.

Существенными недостатками планера А-2 являются плохой обзор передней полусферы инструктором, сидящим в задней кабине, и сильное задувание, несмотря на наличие большого козырька, что делает работу инструктора, особенно в зимнее время, весьма тяжелой. К числу недостатков надо отнести также отсутствие мест для парашютов (необходимых при парении) и тугое управление элеронами.

ПЛАНЕР БРО-9

В 1953 г. были проведены летные испытания нового учебного планера БРО-9 конструкции Б. И. Ошкиниса. Испытания показали, что планер обладает хорошими устойчивостью и управляемостью и более высоким аэродинамическим качеством, чем планер А-1. Планер легко собирается и разбирается и удобен для перевозки.

По схеме планер сходен с планером А-1 и является двухподкосным высокопланом с расчаленными лыжей и хвостовой балкой и оперением подкосного типа. По габаритам БРО-9 меньше планера А-1. Планер имеет колесное шасси и посадочную лыжу (рис. 40).

Конструкция планера целиком деревянная, с небольшим числом металлических узлов.

Фюзеляж

Как и у предыдущих планеров, функции фюзеляжа выполняют гондола и хвостовая балка.

Каркас гондолы состоит из двух балок основания, пяти шпангоу-

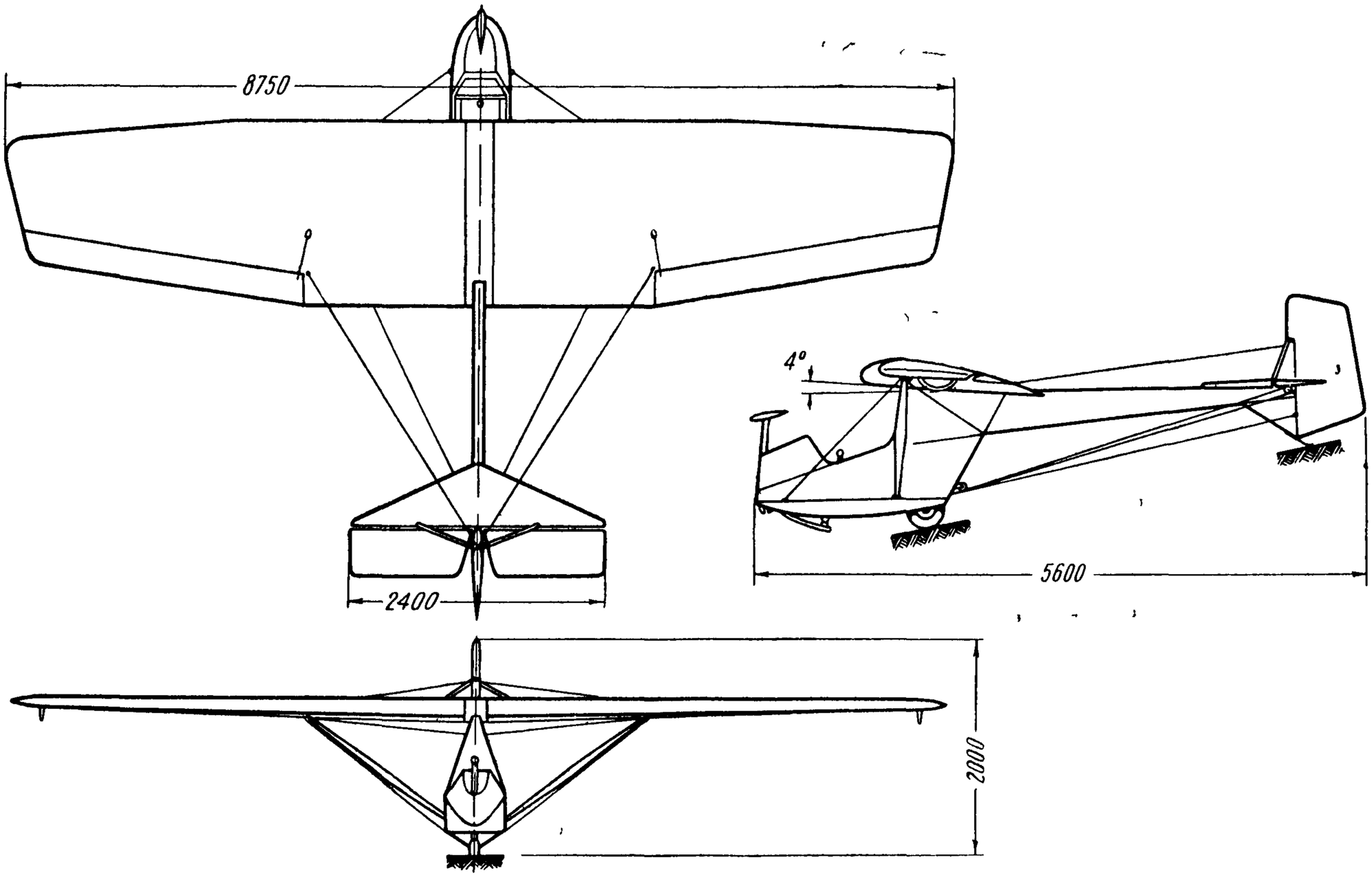


Рис 40 Схема планера БРО-9 конструкции Б И Ошкиниса

тов, верхнего и нижнего лонжеронных поясов, верхней балки, раскоса, носовой крышки, доски для приборов, пола, бобышек, реек, накладок и книц (рис. 41).

Балки основания расположены под пилотской кабиной вдоль всего фюзеляжа. Они представляют собой две сосновые доски, оклеенные с обеих сторон 1-*мм* фанерой. Балки поставлены на ребро и соединены между собой бобышкой, вклеенной впереди между балками, шпангоутами № 1, 2, 3 и 4, диафрагмой, шпангоутом № 5 и горизонтальной накладкой из 6-*мм* фанеры.

В носовой части гондолы промежуток между балками равен 45 *мм*, в задней части балки расходятся на расстояние 140 *мм*, чтобы дать возможность поместить между ними колесо.

Балки являются основными продольными силовыми элементами фюзеляжа. К балкам крепятся: узел переднего крепления лыжи с крюком запуска, накладки для крепления амортизации лыжи и двух роликов и кронштейны подвески колеса (см. дет. *8*, рис. 51).

Узел крепления лыжи (см. узел *1* на рис. 51) сварен из 1,5-*мм* пластины с двумя бортами и ушком, усиленным приваркой шайб, для крепления наконечника лыжи. Снизу к пластине приварен крюк с подкрепляющим ребром. Узел крепится к гондоле 8-*мм* болтом и 6-*мм* пистоном.

Накладки для крепления амортизации лыжи изготовлены из 10-*мм* фанеры размером 60×265 *мм* и крепятся с внутренней стороны балок клеем и шурупами. Снизу между накладками проходит ось амортизации лыжи (см. рис. 51) и на 6-*мм* болтах крепятся ролики диаметром 40 *мм* для тросов ножного управления (узел «*Б*» на рис. 52).

Шпангоуты надеты на балки сверху и частично врезаны в них, для чего в балках имеются соответствующие вырезы. Первые три шпангоута сходны по конструкции. Шпангоуты собраны из сосновых планок и реек толщиной 8 или 10 *мм* с двусторонними кницами или стенками из 1-*мм* фанеры (рис. 41).

На первом шпангоуте установлены кронштейн с роликом управления рулем высоты и два ушка для крепления носовых расчалок гондолы. Кронштейн согнут из 1-*мм* листовой стали и прикреплен к шпангоуту двумя 5-*мм* болтами, под головки которых подложены шайбы.

Каждое ушко для носовых расчалок (дет. *1* на рис. 41) выполнено из 2-*мм* пластинки и укреплено на передней стенке первого шпангоута двумя 6-*мм* пистонами. На задней стенке шпангоута подложена пластина с двумя отверстиями (см. узел 1).

Шпангоут № 4 имеет коробчатое сечение. Он собран из планок и реек толщиной 20 *мм* и зашит с двух сторон 1-*мм* фанерой, с дополнительными накладками из такой же фанеры в нижней части шпангоута. К шпангоуту крепятся узлы подкосов крыла, каждый на пяти 8-*мм* пистонах. Узлы сварены из 2-*мм* стали и состоят из двух щек с вкладышем между ними.

Шпангоут № 5 коробчатого сечения, имеет полки и бобышки толщиной 30 *мм* и зашит 1-*мм* фанерой. В шпангоуте есть окно для пропуска в фюзеляж тросов управления и отверстие для раскоса. На шпангоуте установлен кронштейн с роликами для тросов управления рулями.

Кронштейн согнут из 2-*мм* стали и крепится к задней стороне шпангоута № 5 тремя 5-*мм* болтами вместе с ответной передней пластиной. На кронштейне помещены четыре ролика диаметром 40 *мм*, вращающихся на общей оси, состоящей из 6-*мм* болта. Через два средних ролика проходят тросы управления рулем высоты, через два крайних — тросы ножного управления. Тросы предохраняются от соскакивания общей ограничительной пластиной.

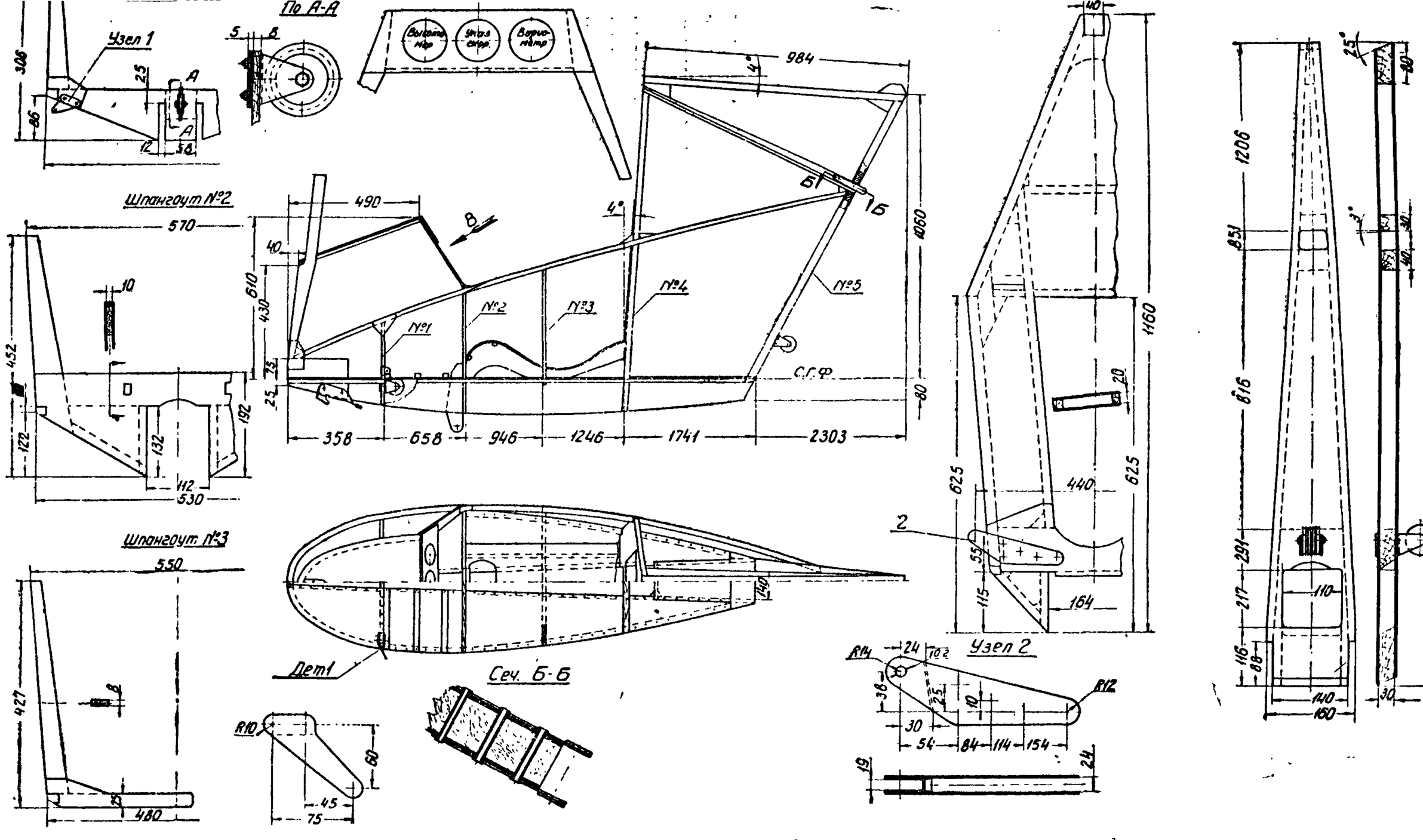


Рис. 41. Планер БРО-9. Каркас гондолы и шпангоуты

Верхний и нижний лонжеронные пояса гондолы состоят каждый из двух частей — передней и задней, которые склеены между собой на ус. Передние части сечением 15×20 *мм* представляют собой дуги, выклеенные из набора реек; задние части являются цельными рейками того же сечения.

Шпангоуты № 4 и 5 связаны верхней балкой сечением 25×40 *мм* и раскосом таврового сечения, состоящим из бруска сечением 25×40 *мм* и планки сечением 10×80 *мм*.

На верхней балке фюзеляжа крепятся передний и задний узлы крепления крыла, кронштейн оси качалок и накладки верхнего узла крепления хвостовой балки (рис. 42).

Передний узел крепления крыла состоит из двух П-образных скоб, вваренного между ними уха и четырех трубок. Скобы согнуты из 1,5-*мм* пластин, и в них вварены по две трубки диаметром 8—6 *мм*.

Передний узел крепится 10-*мм* болтом к бобышке под передним концом верхней балки и двумя 6-*мм* болтами к верхней части шпангоута (рис. 42).

Задний стыковой узел сходен с передним. Он укреплен двумя болтами: верхним диаметром 6 *мм*, проходящим через бобышку на верхней балке, и нижним диаметром 8 *мм*, который проходит через верхнюю балку и крепит одновременно верхнюю стыковую накладку хвостовой балки.

Кронштейн оси качалок (дет. *3* на рис. 42) согнут и сварен из 1,5-*мм* пластины. Он совместно с ухом переднего узла крепления крыла поддерживает общую ось трехплечей и вспомогательной качалок и укреплен к верхней балке одним 6-*мм* болтом.

Накладки узла хвостовой балки выполнены из 2-*мм* пластин. Ушки накладок усилены приваренными шайбами диаметром 2—24 *мм*. Верхние накладки крепятся двумя пистонами диаметром 6—4 *мм* и болтом диаметром 10 *мм* (см. узел *1* на рис. 44).

Нижние накладки, смонтированные на раскосе, крепятся тремя 6-*мм* пистонами.

К носу гондолы с помощью двух книц укреплена стойка сечением 15×20 *мм* для приемника воздушного давления (трубки Пито); наружный ее конец имеет обтекаемое сечение. На уступ стойки опирается носовая крышка, состоящая из выклеенного обода сечением 12×15 *мм* и обшивки из 1,5-*мм* фанеры. Задним концом крышка лежит на приборной доске, выпиленной из 5-*мм* фанеры и усиленной снизу рейкой сечением 6×6 *мм*. По бокам доска поддерживается стойками из планок сечением 6×40 *мм* (рис. 41).

Пол кабины закреплен на балках, шпангоутах и на нижнем лонжеронном поясе гондолы. Промежуток между балками не зашит фанерой, за исключением участка над колесом. От носа гондолы до шпангоута № 1 толщина фанерной обшивки пола равна 1 *мм*, далее до конца — 1,5 *мм*. Между шпангоутами № 1 и 2 пол усилен шестью поперечными рейками сечением 15×20 *мм*.

Гондола снаружи обшита 1-*мм* фанерой, за исключением участков между лонжеронами позади шпангоута № 4, которые обтянуты полотном. Ребра гондолы оклеены лентами из мадаполама.

Кроме наружной обшивки, кабина имеет еще внутреннюю обшивку от шпангоута № 2 до № 4; толщина обшивки равна 1 *мм*.

Сиденье пилота съемное, целиком деревянное. Сиденье состоит из двух продольных фанерных 10-*мм* досок, поставленных на ребро, четырех поперечных реек сечением 10×16 *мм* и обшивки, склеенной из двух листов 1,5-*мм* фанеры. Доски вырезаны сверху по криволинейному контуру, обеспечивающему удобную посадку, спереди имеют шипы, которые входят в отверстия на шпангоуте № 2. Задние концы досок

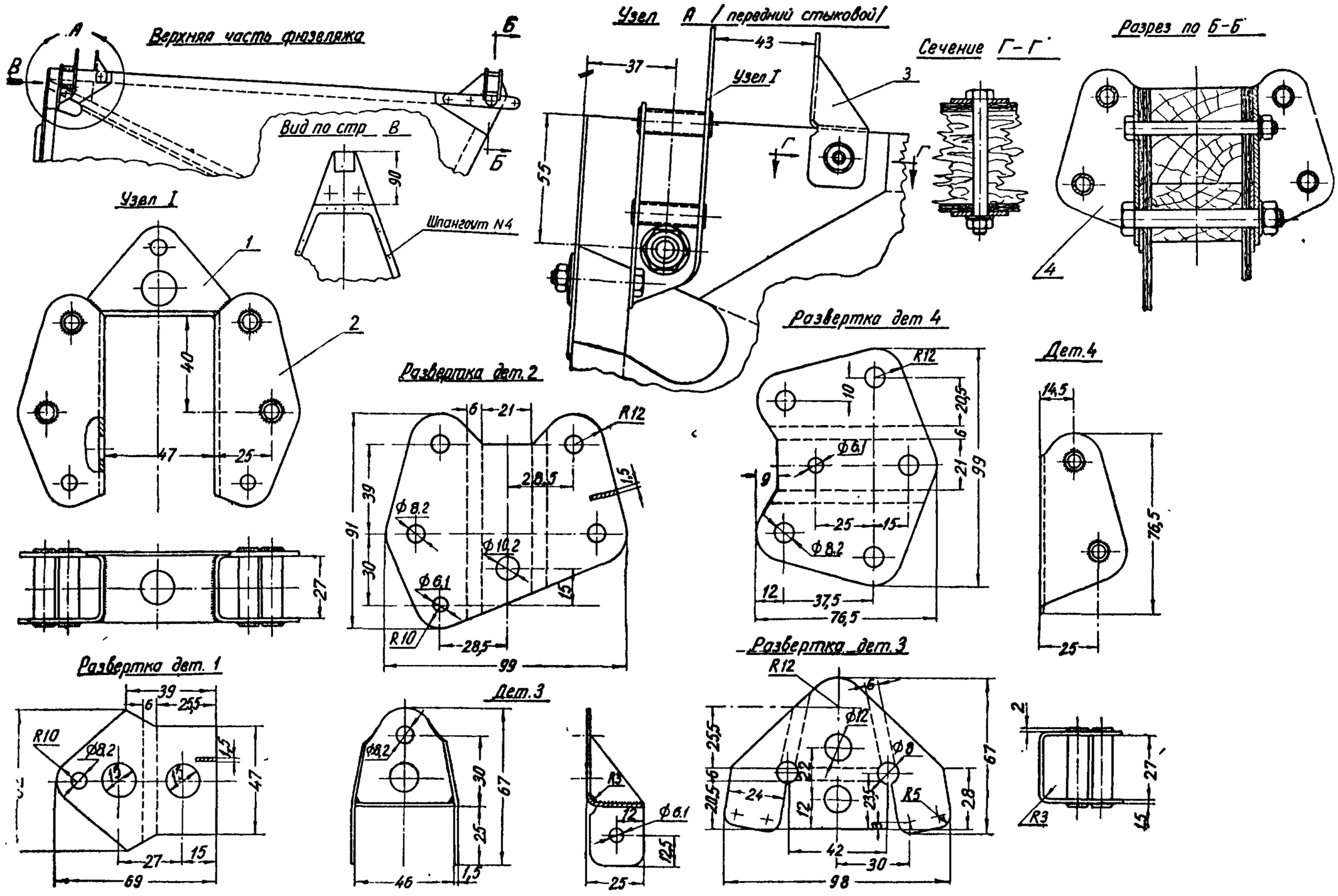


Рис. 42. Планер БРО-9. Стыковые узлы гондолы

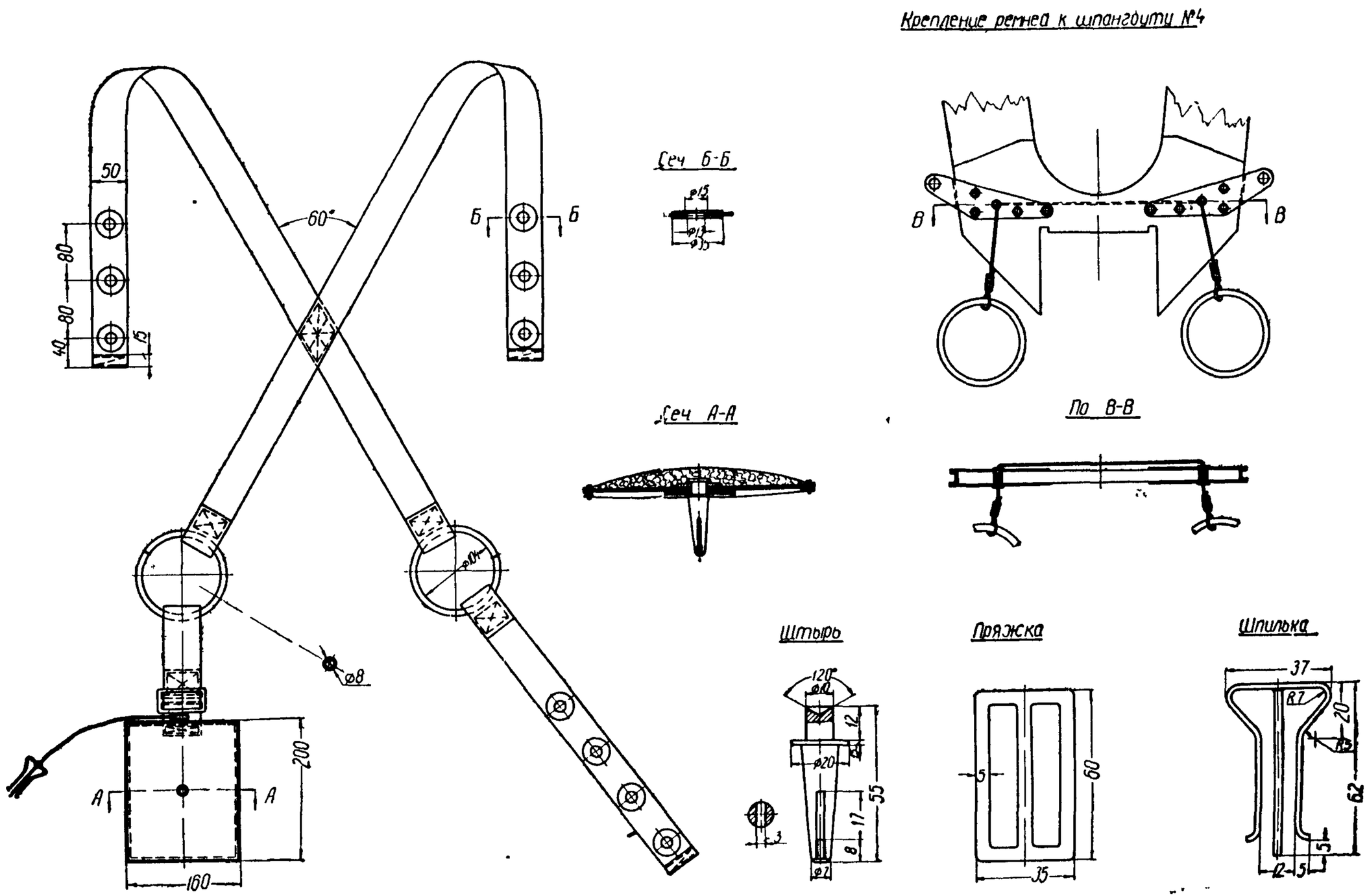


Рис. 43. Планер БРО-9. Привязные ремни пилота

денья служит для пропуска ручки управления.

Спинка сиденья вырезана из листа 2-*мм* фанеры и крепится двумя шурупами к передней стенке шпангоута № 4.

Привязные ремни (рис. 43) состоят из двух поясных и двух плечевых ремней, изготовленных из полос плотной ткани шириной 50 *мм*, с отверстиями, окантованными с двух сторон двумя развальцованными шайбами из мягкого 1-*мм* дуралюмина диаметром 35 *мм*. Правый поясной ремень отверстий не имеет. Он снабжен пряжкой из 1,5-*мм* листовой стали для регулировки длины ремня и несет на конце подушку. Ремни пришиты к двум кольцам, сваренным из труб диаметром 8—6 *мм*.

Подушка представляет собой фанерную пластину, в центре которой прикреплен конусный штырь. С обратной стороны пластина покрыта войлоком и обшита брезентом.

Ремни обхватывают пояс и плечи пилота и соединяются спереди на поясе у пилота вместе путем надевания левого поясного ремня и обоих плечевых ремней на конусный штырь.

В штыре имеется продолговатое отверстие, в которое вставлена стопорная шпилька, согнутая и сваренная из проволоки ОВС.

При выдергивании шпильки из отверстия в штыре ремни соскакивают со штыря и освобождают пилота. Стопорная шпилька подвешена на правом поясном ремне рядом с подушкой.

Оба конца привязных ремней соединены 2-*мм* проволокой, пропущенной через отверстия в пистонах крепления узлов на шпангоуте № 4.

Хвостовая балка

Хвостовая балка БРО-9 выполнена за одно целое с килем и похожа на балку планера А-1, но не имеет шарнирного соединения с фермой фюзеляжа.

Каркас балки с килем (рис. 44) состоит из двух полок, стоек, раскосов и бобышек. Обе полки сечением 15×40 *мм* усилены в корневой части подклейками из таких же планок. Передний раскос балки имеет сечение 10×40 *мм*, передние ребра киля — 20×40 *мм*, остальные стойки и раскосы — 6×40 *мм*.

На лонжерон киля, выполненный из планки 10×40 *мм*, до сборки балки устанавливают нижний кронштейн подвески руля направления с ушками для крепления нижних хвостовых расчалок.

Каркас балки с килем обшит с двух сторон 1,5-*мм* фанерой. После обшивки (до окраски) ребра балки и киля оклеивают лентами из мадаполама. На балке смонтированы четыре накладки с ушками для стыковки балки с гондолой, передний и задний узлы крепления стабилизатора, верхний узел киля, два ролика управления, нижний шарнир руля, костыль и крючок.

Передний узел крепления стабилизатора состоит из обоймы, согнутой из 2-*мм* пластины, и продетого через обойму и припаянного к ней 8-*мм* болта. Задний узел состоит из обоймы со штырем, который расклепан в отверстии обоймы.

Верхний узел киля сварен из двух согнутых пластин толщиной 1,5 и 2 *мм*, имеющих пять ушков. Передние два ушка служат для крепления тандеров верхних хвостовых расчалок. К двум боковым ушкам крепятся подкосы оперения; заднее ушко с бронзовой втулкой служит верхним шарниром руля направления.

Стыковые накладки, узлы стабилизатора и верхний узел киля крепятся к балке и килю трубчатыми заклепками диаметром 6 *мм*.

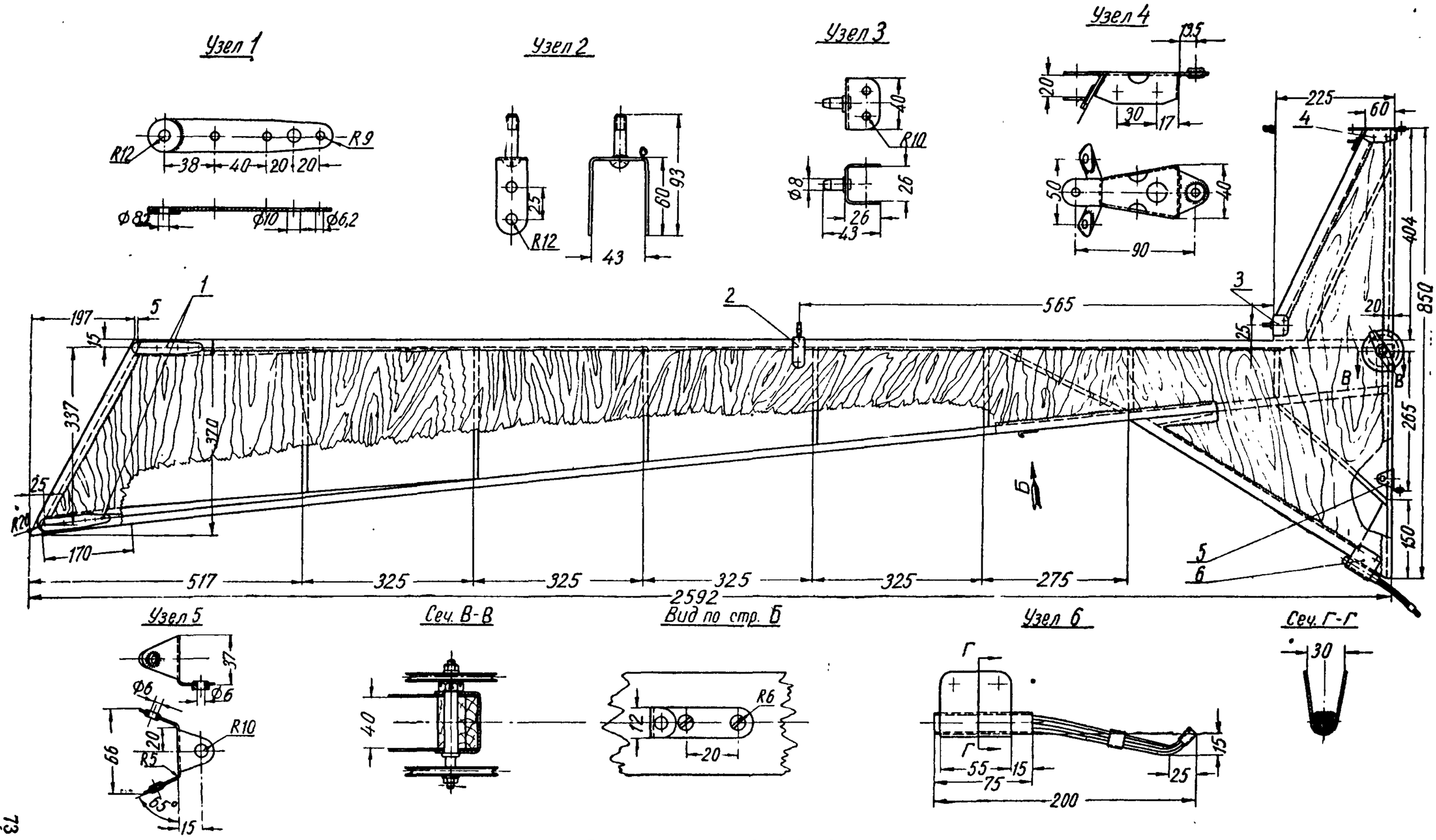


Рис. 44. Планер БРО-9. Хвостовая балка

По бокам киля укреплены два ролика диаметром 60 *мм*, через которые переброшены тросы управления рулем высоты. Оба ролика вращаются на общей оси, проходящей через киль и охватывающую его обойму из 1-*мм* листовой стали. Ролики снабжены пластинками, предохраняющими тросы от соскакивания.

Костыль выполнен в виде рессоры, состоящей из пучка 3-*мм* проволоки марки ОВС (14—15 проволок). Проволоки продеты через три отрезка трубы диаметром 16—14 *мм*. К переднему отрезку трубы приварена обойма из согнутой 1,5-*мм* пластины. Плотная заделка проволок и форма костыля обеспечиваются путем обжатия всех трубок. Костыль укреплен на киле двумя трубчатыми заклепками диаметром 6 *мм*.

Крючок служит для крепления пружины, поддерживающей верхние тросы управления рулем высоты; он согнут из 1-*мм* стальной пластинки и крепится к балке двумя шурупами 3—15 *мм*.

Расчалки хвоста удерживают балку вместе с хвостовым оперением от отклонения и кручения. Расчалки состоят из четырех гибких тросов диаметром 2,5 *мм* с тандерами. Крепятся расчалки с помощью серег с валиками диаметром 6 *мм*.

Крыло

Крыло состоит из двух половин, укрепленных в двух точках к верхней балке гондолы. Крыло в плане в средней части прямоугольное, к концам слегка суживается, заканчиваясь небольшим закруглением (рис. 45). Профиль крыла NACA 4312 одинаков по всему размаху. Крыло имеет отрицательную закрутку — 3°, т. е. угол атаки концевых нервюр на 3° меньше угла атаки нервюр у корня крыла.

Каркас каждого полукрыла состоит из переднего и заднего лонжеронов, дополнительного лонжерона, 21 нервюры, переднего и заднего стрингеров и дуги законцовки.

Передний лонжерон (рис. 46) коробчатого сечения, расположен на 25% хорды крыла. Полки лонжерона выполнены из сосновых реек сечением 12×15 *мм*, с усилением в месте крепления подкоса подклейками из таких же реек. Между полками расположены распорки сечением 10×15 *мм* и бобышки под стыковой узел подкоса. Стенки лонжерона выполнены из 1-*мм* фанеры.

Задний лонжерон доходит только до элерона. Лонжерон имеет двутавровое сечение и состоит из четырех сосновых реек сечением 7×16 *мм*, стенки из 1-*мм* фанеры и корневой бобышки с усиливающими фанерными накладками.

Дополнительный (ложный) лонжерон составляет продолжение заднего лонжерона и имеет корытное сечение из двух полок сечением 7×16 *мм* с 1-*мм* фанерной стенкой. В полках лонжеронов сделаны вырезы под хвостики нервюр.

Нервюры крыла шести различных типов (рис. 47). Усиленные нервюры № 1, 9, 15 и 21 имеют коробчатое сечение, с полками и раскосами из реек 5×15 *мм* и стенками из 1-*мм* фанеры. На хвостиках нервюр № 9, на трубчатых заклепках, имеются ушки для крепления верхней хвостовой расчалки и узлы для подвески внутренних концов элеронов. Нервюры № 15 несут средние узлы подвески элеронов, нервюры № 21 — концевые узлы подвески элеронов и башмаки для крепления предохранительных дуг на концах крыла.

Нервюры № 2 и 8 одинаковы. Полки этих и всех остальных нервюр таврового сечения из двух реек 5×5 *мм* и стенки из 1-*мм* фанеры.

Нервюры № 3, 5 и 7 такой же конструкции, но с хвостиками неполного профиля. У нервюр № 4 и 6 профиль выдержан целиком добавлением нижней полки, склеенной из двух реек 5×5 *мм*.

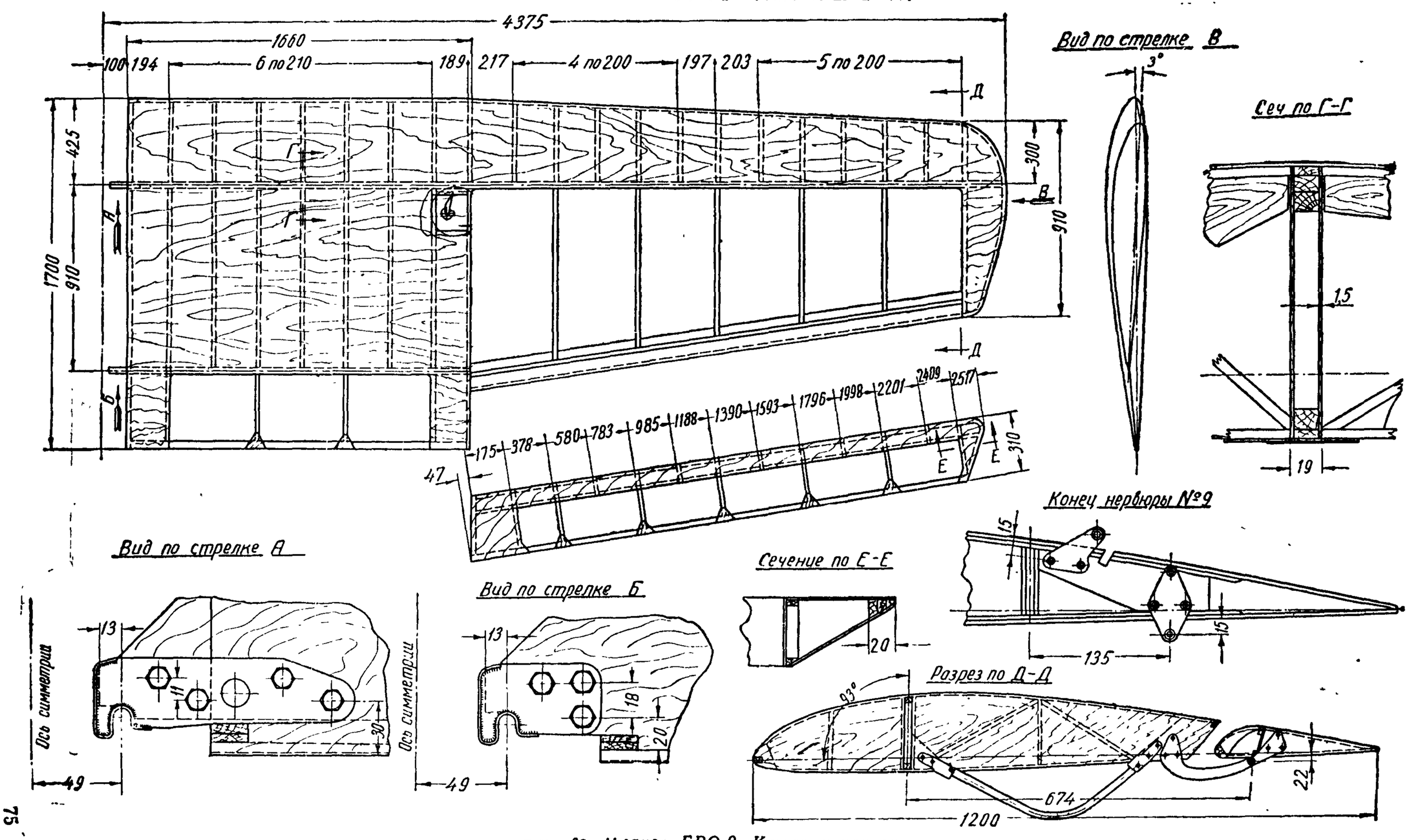


Рис. 45. Планер БРО-9. Крыло и элерон

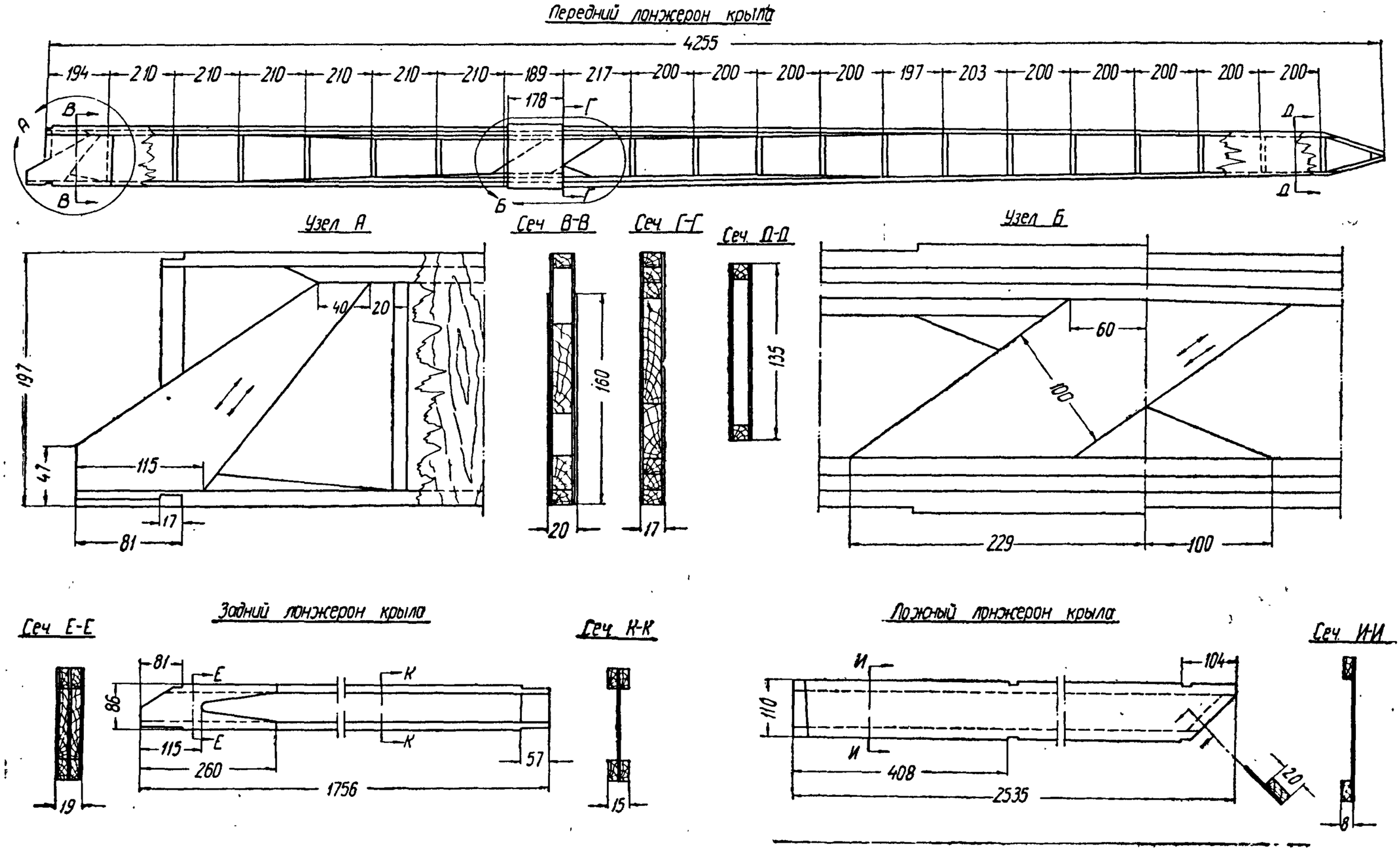
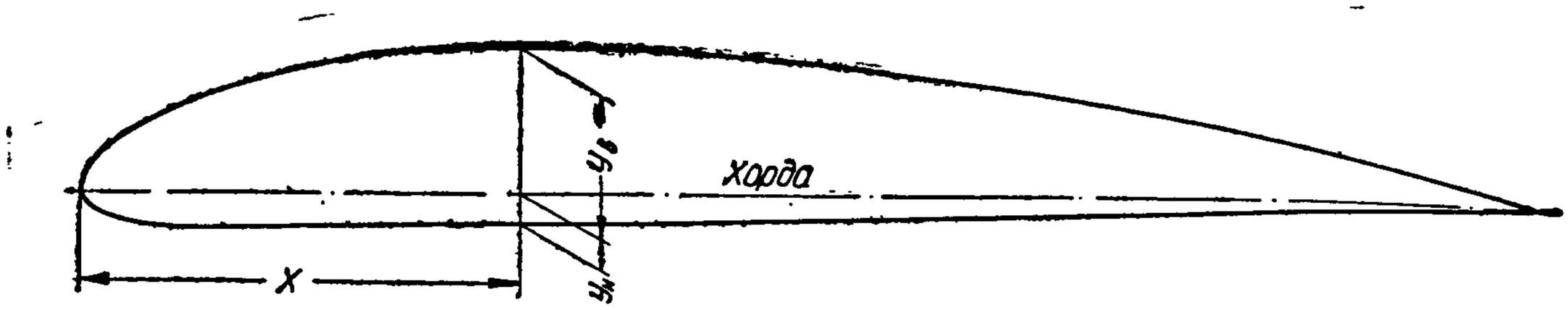


Рис. 46. Планер БРО-9. Лонжероны крыла



Координаты профиля NACA-4312 /в % хорды/.

X	0	1.25	2.5	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	95	100
$y_в$	0	2.64	3.63	5.10	6.22	7.12	8.46	9.34	9.82	10.0	9.75	8.98	7.85	6.39	4.62	2.54	1.38	0
$y_н$	0	-1.29	-1.75	-2.19	-2.34	-2.39	-2.31	-2.17	-2.07	-2.00	-1.88	-1.61	-1.28	-0.95	-0.64	-0.38	-0.25	0

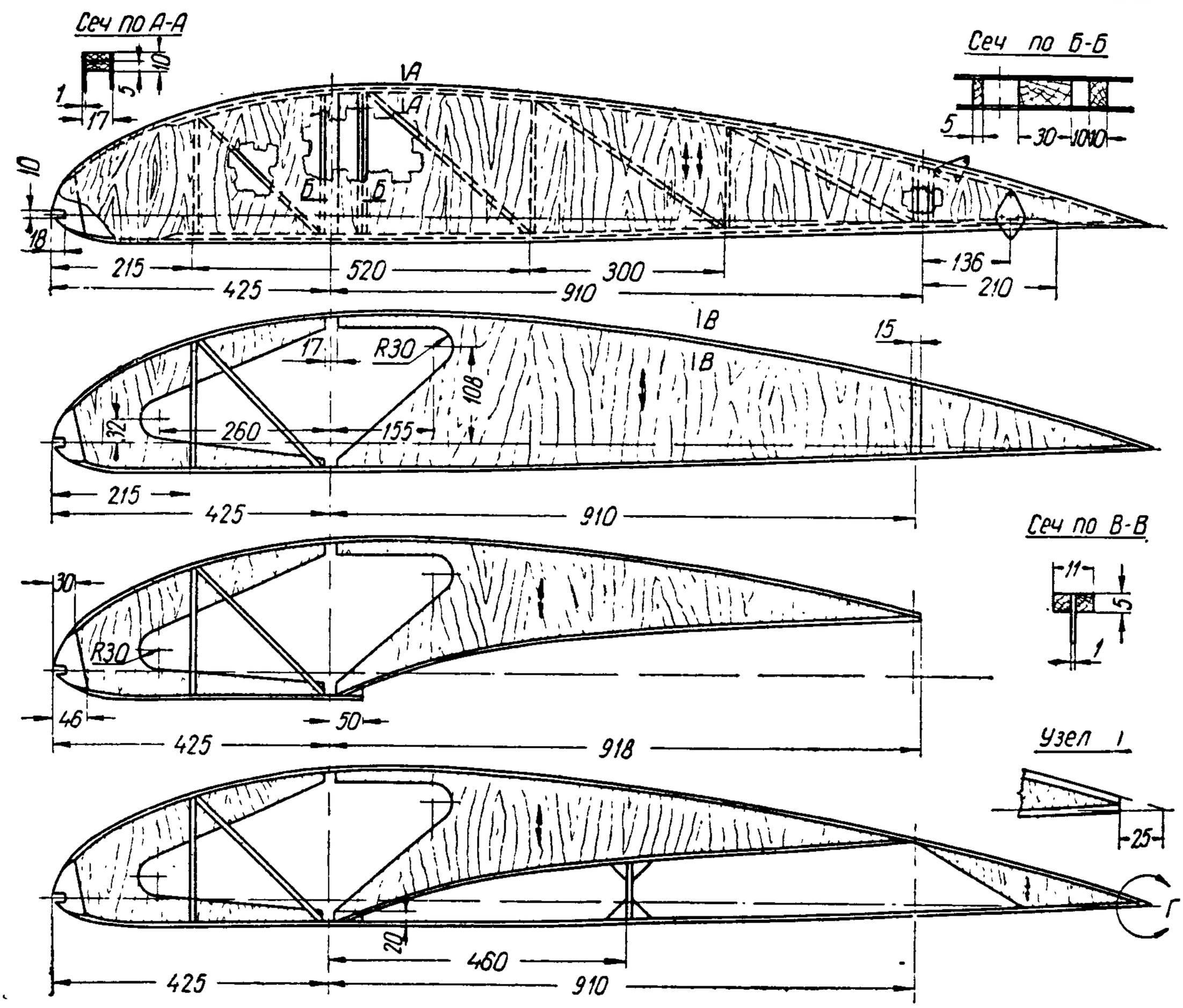


Рис. 47. Планер БРО-9. Нервюры крыла

Нервюры № 11, 13, 17 и 19 однотипной конструкции. Задние концы полок этих нервюр врезаются в полки ложного лонжерона. Нервюры № 10, 12, 14, 16 и 20 состоят из одних носков.

В носках всех нервюр вклеены липовые бобышки с вырезом под передний стрингер сечением 10×18 *мм*. Нервюры нанизывают на лонжероны и промежутки между нервюрами заполняют выравнивающими рейками сечением 5×17 *мм*, наклеиваемыми на полки лонжеронов и предназначенными для приклейки фанерной обшивки крыла.

Обшивка крыла выполнена из 1-*мм* фанеры и состоит из обшивки носка до переднего лонжерона по всему размаху, двусторонней обшивки между нервюрами № 1 и 2 и № 8 и 9, обшивки конца крыла и верхней поверхности крыла между лонжеронами от нервюры № 2 до нервюры № 8 и фанерных лент шириною 40 *мм* поверх полок ложного лонжерона. Остальная часть крыла обтянута легким полотном (мадаполамом).

Металлические узлы и детали крыла состоят из переднего и заднего стыковых узлов, узлов для подкосов, узлов навески элеронов, подвесок с роликами, ушков для крепления верхней хвостовой расчалки, башмаков крепления предохранительных дуг, нескольких пластинок, выполняющих роль шайб, обтекателей тросов и кабанчиков элеронов и крышек люков. Узлы выполнены из стали марки 20, пластинки, обтекатели и крышки люков — из дуралюмина.

Стыковые узлы (рис. 45) имеют форму крючков и состоят из двух щек 1,5-*мм* толщины, связанных поперечной пластиной толщиною 1-*мм*, которая изогнута и приварена по контуру крючка. Узлы надеты на корневые концы лонжеронов и крепятся к ним: передний четырьмя, а задний тремя 6-*мм* болтами.

Для присоединения крыла к гондоле конец крыла опускается так, чтобы оба крючка стыковых узлов на лонжеронах крыла вошли одновременно в промежутки между трубками стыковых узлов гондолы. При поднятии конца крыла и укреплении его на подкосе крючки узлов крыла охватывают нижние трубки и упираются верхней своей частью в верхние трубки узлов гондолы (рис. 42).

Подобное устройство позволяет легко и скоро подвешивать и снимать крыло.

Узел для подкоса (рис. 48) состоит из двух 1,5-*мм* щек с бортиком и с поперечно приваренной к ним 2,5-*мм* пластиной в форме ушка с двумя усами, образующими боковые ребра узла. В отверстие ушка вварена втулка, которая входит в наконечник подкоса.

Кронштейны для подвески элерона двух типов. Корневой кронштейн представляет собой башмак, сваренный из двух 1,5-*мм* щек с П-образным вкладышем между ними. Кронштейн надет на хвостик нервюры № 9 (рис. 45) и укреплен тремя пистонами диаметром 6 *мм*. Два других кронштейна являются 2-*мм* пластинами криволинейной формы. Задние концы пластин имеют форму вилок, в которые входят ушки кронштейнов элерона. Кронштейны для подвески элерона крепятся тремя 6-*мм* пистонами каждый на концах нервюр № 15 и 21 вместе с дуралюминовыми пластинами, заменяющими шайбы. Средний и концевой кронштейны (рис. 45) для подвески элерона воспринимают усилия, направленные нормально к оси вращения элерона. Усилия, могущие возникнуть вдоль оси вращения, воспринимаются корневым кронштейном.

Подвеска роликов производится на согнутых из 1-*мм* стали пластинках, укрепленных на специальных диафрагмах из сосновых досок толщиной 10 *мм*, расположенных между нервюрами № 8 и 9, вблизи переднего лонжерона.

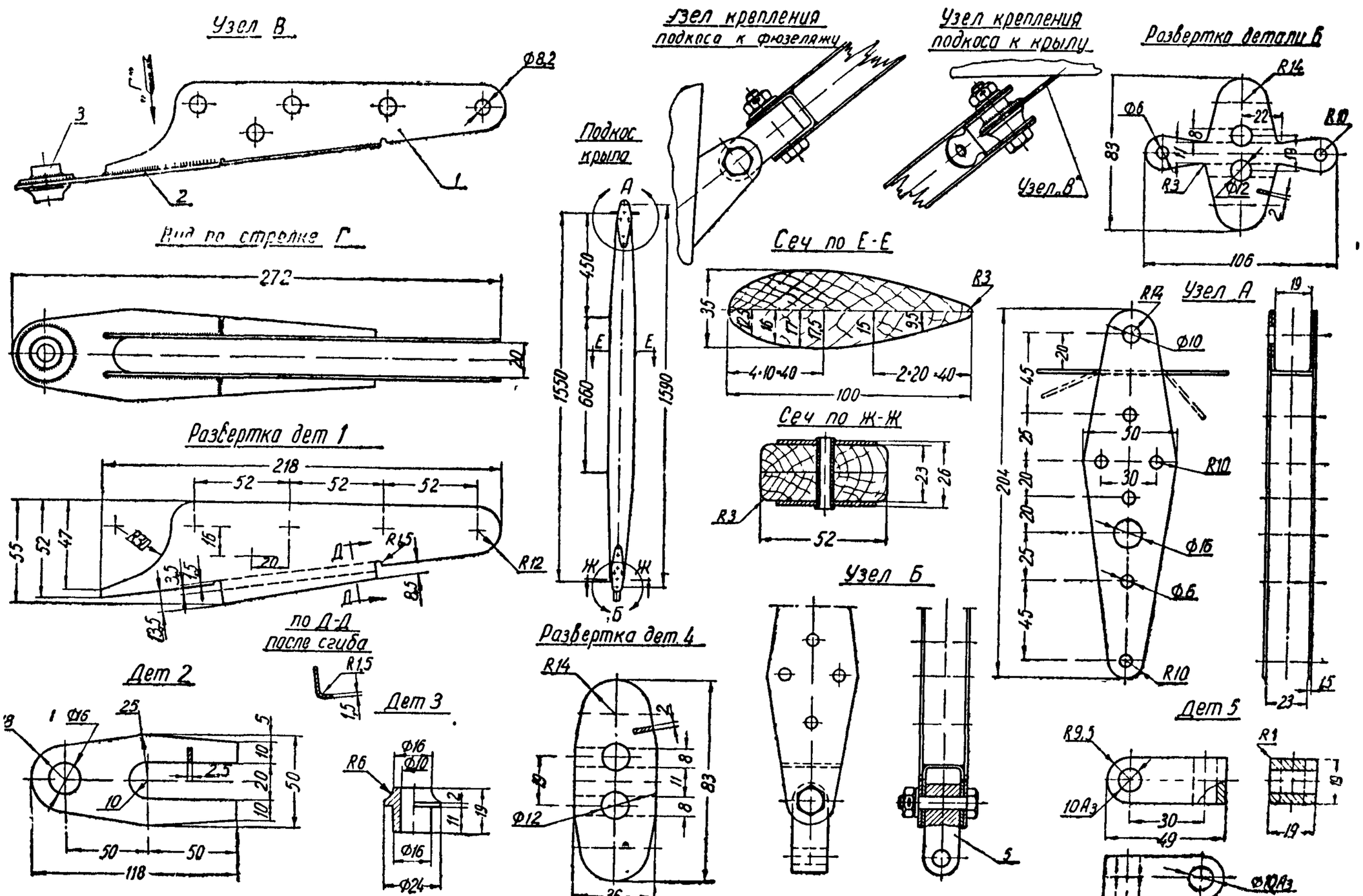


Рис. 48. Планер БРО-9. Подкос крыла Узел крепления подкоса крыла

Ушки для верхних хвостовых расчалок укреплены с наружных сторон нервюр № 9 на двух пистонах каждое, вместе с дуралюминовыми пластинками с внутренних сторон нервюр (рис. 45).

Башмаки крепления предохранительных дуг в виде изогнутых П-образно 1,5-*мм* пластин крепятся на нервюрах № 21. Предохранительные дуги сечением 20×20 *мм* выклеены из набора согнутых реек.

На верхней поверхности крыла имеются скобки для крепления съемной тормозной рейки, которая служит для ухудшения аэродинамического качества планера и понижения его летучести. Последнее необходимо при обучении пробежкам.

Элероны — щелевого типа. Каркас состоит из лонжерона, 13 нервюр, двух стрингеров и концевой дуги. Лонжерон корытного сечения с полками 7×16 *мм*, двумя бобышками и стенкою из 1-*мм* фанеры. В полках имеются вырезы для прохода полок нервюр.

Нервюры № 1, 7 и 13 усиленного типа, с двусторонней фанерной зашивкой, № 2, 3, 5 и 9 — нормальные, с одной стенкой, нервюры № 4, 6, 8, 10 и 12 состоят из одного носка.

Носок элерона и пролет между нервюрами № 1 и 2 зашиты 1-*мм* фанерой.

На каждой нервюре № 1, 7 и 13 установлены на пистонах кабанчик и шарниры элерона из 2-*мм* листовой стали.

Подкосы крыла (рис. 48) состоят из соснового бруска сечением 35×100 *мм* обтекаемой формы со стальными наконечниками, сваренными из двух 1,5-*мм* щек и П-образного вкладыша. Вкладыш нижнего наконечника согнут из полоски 2-*мм* стали с двумя ушками на концах. Вкладыш верхнего наконечника имеет в развернутом виде крестообразную форму с четырьмя ушками. Два ушка отогнуты вверх и образуют вилку наконечника. Два других ушка отогнуты вниз под некоторым углом и служат для крепления носовой и нижней хвостовой расчалок планера.

Верхние концы подкосов соединяются с узлами на крыльях 10-*мм* болтами с корончатыми гайками, причем для удобства вставки болты ставят вниз головками. Нижние концы подкосов крепятся к узлам фюзеляжа с помощью сухариков с двумя взаимно перпендикулярными болтами диаметром 10 *мм* (рис. 48). Такой карданный узел дает возможность после снятия крыла развернуть подкосы назад и укрепить их вдоль гондолы без разъединения нижних болтовых соединений.

Крыло после лакировки каркаса масляным лаком обтягивают мадаполамом и покрывают аэролаком. Отверстия смотровых лючков закрываются крышками с пружинами из дуралюмина толщиной 0,5 *мм*.

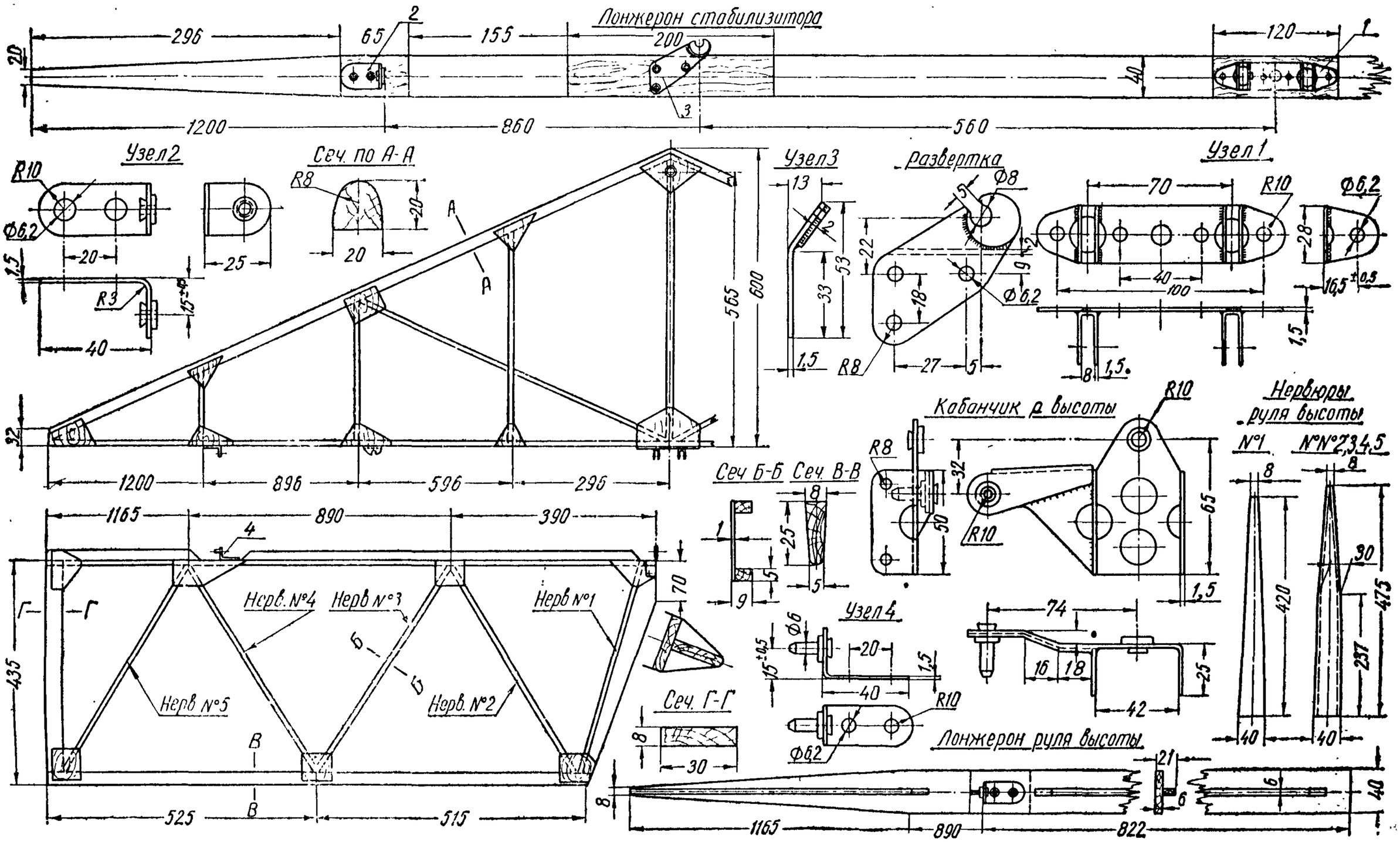
Щель между правым и левым крыльями закрывается сверху дуралюминовой лентой. Спереди лента огибает носок крыла и цепляется за крючки, поставленные на нервюрах № 1. Сзади лента натягивается и крепится натяжным замком, рычаг которого контрится булавкой.

Хвостовое оперение

Стабилизатор (рис. 49) треугольной формы, имеет каркас, состоящий из лонжерона, семи нервюр, двух раскосов, переднего ребра, бобышек и книц.

Лонжерон стабилизатора представляет собой сосновую планку сечением 8×40 *мм* с накладками из 2-*мм* фанеры в местах крепления металлических деталей.

Нервюры и раскосы являются планками сечением 6×40 *мм* или имеют корытное сечение с полками 5×8 *мм* и 1-*мм* фанерными стенками. Переднее ребро сечением 20×20 *мм* закругляется после сборки стабилизатора. Все кницы из фанеры толщиной 1 *мм*.


Лонжерон стабилизатора
Узел 2
Сеч. по А-А
Узел 3
Развертка
Узел 1
Кабанчик р высоты
Нервюры руля высоты
Сеч Б-Б
Сеч В-В
Узел 4
Сеч. Г-Г
Лонжерон руля высоты
Нерв. №4
Нерв №3
Нерв №1
Нерв №5
Нерв. №2

Металлические детали состоят из среднего узла, двух шарнирных кронштейнов, двух крючков для подкосов оперения и шести пластинок из 1-*мм* дуралюмина, заменяющих шайбы.

Все узлы стабилизатора выполнены из 1,5-*мм* стали. Конструкция узлов показана на рис. 49. Шарнирные кронштейны снабжены развальцованными бронзовыми втулками.

Узлы крепятся к лонжерону пистонами диаметром 6 *мм*.

Стабилизатор установлен впереди киля на хвостовой балке. Он крепится к балке и килю на двух штырях и поддерживается двумя подкосами, идущими к верху киля. В стабилизаторе имеются два отверстия: одно вертикальное — в носке стабилизатора для прохода штыря переднего узла крепления и одно горизонтальное — в центре лонжерона, в которое входит штырь заднего узла крепления стабилизатора.

Устанавливают стабилизатор на балку в следующем порядке. Сперва лонжерон стабилизатора надевают своим средним узлом на горизонтальный штырь заднего узла крепления стабилизатора, при этом передняя часть стабилизатора должна быть слегка приподнята. Затем стабилизатор насаживают передним отверстием на вертикальный штырь переднего узла крепления и закрепляют корончатой гайкой с шайбой. Нижние концы подкосов, повернутых в стороны на 90°, вводят в крючки на лонжероне стабилизатора, после чего подкосы развертывают в нормальное положение и верхние концы их стыкуют с килем с помощью валиков диаметром 6 *мм*.

Руль высоты состоит из двух частей. На рис. 49 показан левый руль высоты. Каркас его собран из лонжерона, пяти нервюр, бокового и заднего ребер, бобышек и книц.

Лонжерон представляет собой сосновую планку сечением 6×40 *мм* с приклеенными ребрами из реек 6×16 *мм*, служащими для придания лонжерону жесткости и уменьшения щели между рулем и стабилизатором.

Корневая нервюра руля имеет тавровое сечение и усилена впереди бобышками, остальные четыре нервюры одинаковы и склеены каждая из двух полок сечением 5×8 *мм* и стенки из 1-*мм* фанеры. Боковое и заднее ребра имеют сечение 8×25 *мм*. Все кницы из 1-*мм* фанеры.

Металлические детали каждой половины руля состоят из шарнирного кронштейна и кабанчика. Кронштейн состоит из 1,5-*мм* стальной пластинки, согнутой под прямым углом, с приклепанным к ней штырем. Кабанчик сварен из двух 1,5-*мм* пластин. Рычаг кабанчика направлен вниз, усилен отогнутым на 180° бортом пластины и имеет на конце палец для надевания серьги тросов управления рулем высоты. Направленное вперед ушко основной пластины с вклепанной бронзовой втулкой является вторым шарнирным кронштейном, которым руль высоты соединен со стабилизатором болтом размером 6—24 *мм*.

Руль направления (рис. 50) имеет над килем аэродинамическую компенсацию, равную 5,4% площади руля. Каркас руля состоит из лонжерона, шести нервюр, носка, нижнего и заднего ребер и книц. Носовая часть между нервюрой № 1 (верхней) и нервюрой № 2, а также пролет между нервюрой № 6 и нижним ребром обшиты 1-*мм* фанерой. Конструкция лонжерона, нервюр и остальных деталей аналогична конструкции руля высоты.

Металлические детали руля состоят из верхнего шарнирного штыря и кабанчика. Штырь с фланцем и резьбой устанавливается на усиленном носке нервюры № 2 с помощью гайки и двух шайб (рис. 50).

Кабанчик сварен из двух параллельно расположенных пластин и вкладыша. Верхняя пластина толщиной 2 *мм* образует плечи кабанчика с отверстиями для тросов и переднего ушка для шарнира подвески руля направления. Нижняя пластина из 1-*мм* стали служит шайбой

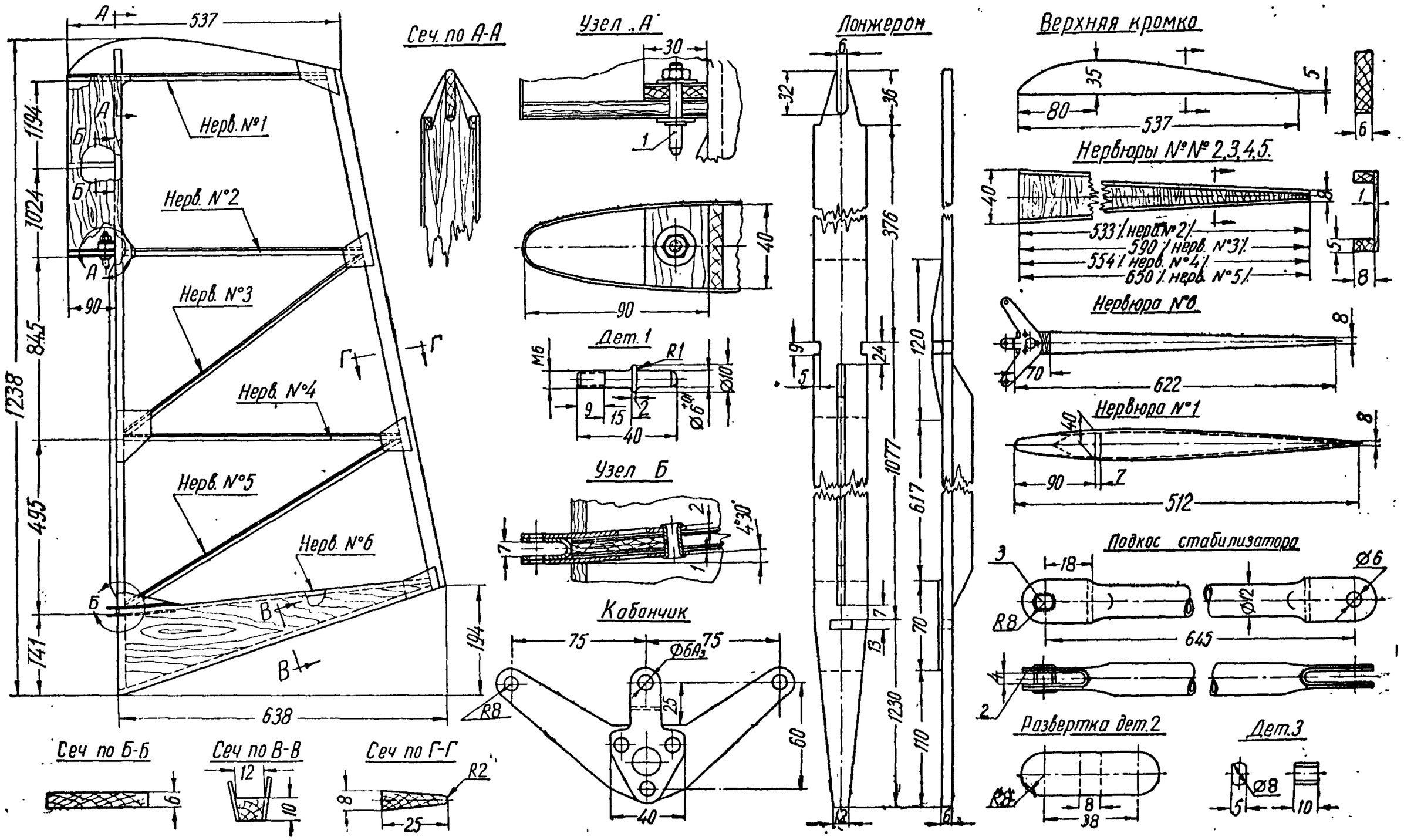


Рис. 50. Планер БРО-9. Руль направления и подкос стабилизатора

и также имеет ушко для шарнира. Между ушками вварен П-образный вкладыш из 1-*мм* стали. Кабанчик надевается на переднюю, усиленную фанерой часть нервюры № 6 и укрепляется тремя пистонами диаметром 6 *мм*. Передняя часть кабанчика, имеющая форму вилки и образованная двумя ушками с вкладышем, выходит наружу через отверстие в лонжероне и служит нижним шарниром. Внизу руль с килем соединяется болтом размером 6—24 *мм*.

Стабилизатор и рули, так же как и крыло, лакируют масляным лаком, обтягивают мадаполамом и покрывают аэролаками.

Подкосы оперения изготовлены из стальных труб диаметром 12—10 *мм*, в концы которых вварены вкладыши, образующие вилки (рис. 50). В ушках вилки нижнего конца каждого подкоса вставлен поперек и приварен отрезок 8-*мм* прутка с опиленными с двух сторон лысками для заводки в прорезь крючка.

Посадочные устройства

Для взлета, посадки и перевозки планер БРО-9 снабжен колесом и лыжей (рис. 51). Колесо полубаллонного типа размером 300×125 *мм* укреплено на двух кронштейнах между балками основания гондолы.

Кронштейны представляют собой башмаки, сваренные из двух 1,5-*мм* щек с уголками между ними. Ось колеса с надетым на нее колесом вставляется снизу между кронштейнами и крепится к ним двумя 10-*мм* болтами с пружинными шайбами. Колесо легко снимается путем вывинчивания болтов, входящих в ось с обоих ее торцов. Позади колеса к гондоле прикреплена на шурупах пластинка для очистки колеса от грязи.

Лыжа крепится передним концом к ушку кронштейна, несущего запускной крюк, задний ее конец с амортизатором укреплен между фанерными накладками на балках основания у шпангоута № 2 (рис. 51).

Полоз лыжи выклеен из трех сосновых планок сечением 6×80 *мм*. Передний заостренный конец полоза оклеен с двух сторон 1-*мм* фанерой, задний конец имеет сверху накладку из фанеры толщиной 5 *мм*. Полоз лыжи окован снизу листовой сталью толщиною 0,8 *мм*.

На переднем конце лыжи укреплен трубчатыми заклепками наконечник, состоящий из двух щек и вкладыша, образующих вилку под 8-*мм* болт, соединяющий передний конец лыжи с гондолой.

Амортизация лыжи состоит из девяти резиновых колец толщиной 8 *мм*. Семь из них надеты на барабан, сделанный из трубы диаметром 25—23 *мм*, концы которой заглушены приваренными шайбами.

Барабан с надетыми кольцами вкладывается в коробку из 1-*мм* стали, при этом концы барабана высовываются наружу с обеих сторон коробки. На эти концы барабана надеты кольца диаметром 70 *мм*. Собранная коробка с амортизацией укреплена между фанерными накладками гондолы на оси, состоящей из 8-*мм* болта.

Коробку ставят на задний конец лыжи на четырех болтах с обращенными вниз потайными головками.

Для полета в зимнее время предусмотрена зимняя лыжа. Она отличается от описанной лыжи большей длиной, пропущена под колесо и крепится к колесу ремнями.

Управление

Ручное управление тросовое (рис. 52).

Пост ручного управления состоит из ручки, укрепленной шарнирно на кронштейне вала, который вращается в двух подшипниках. К заднему концу вала приварена двуплечая качалка. При отклонении ручки

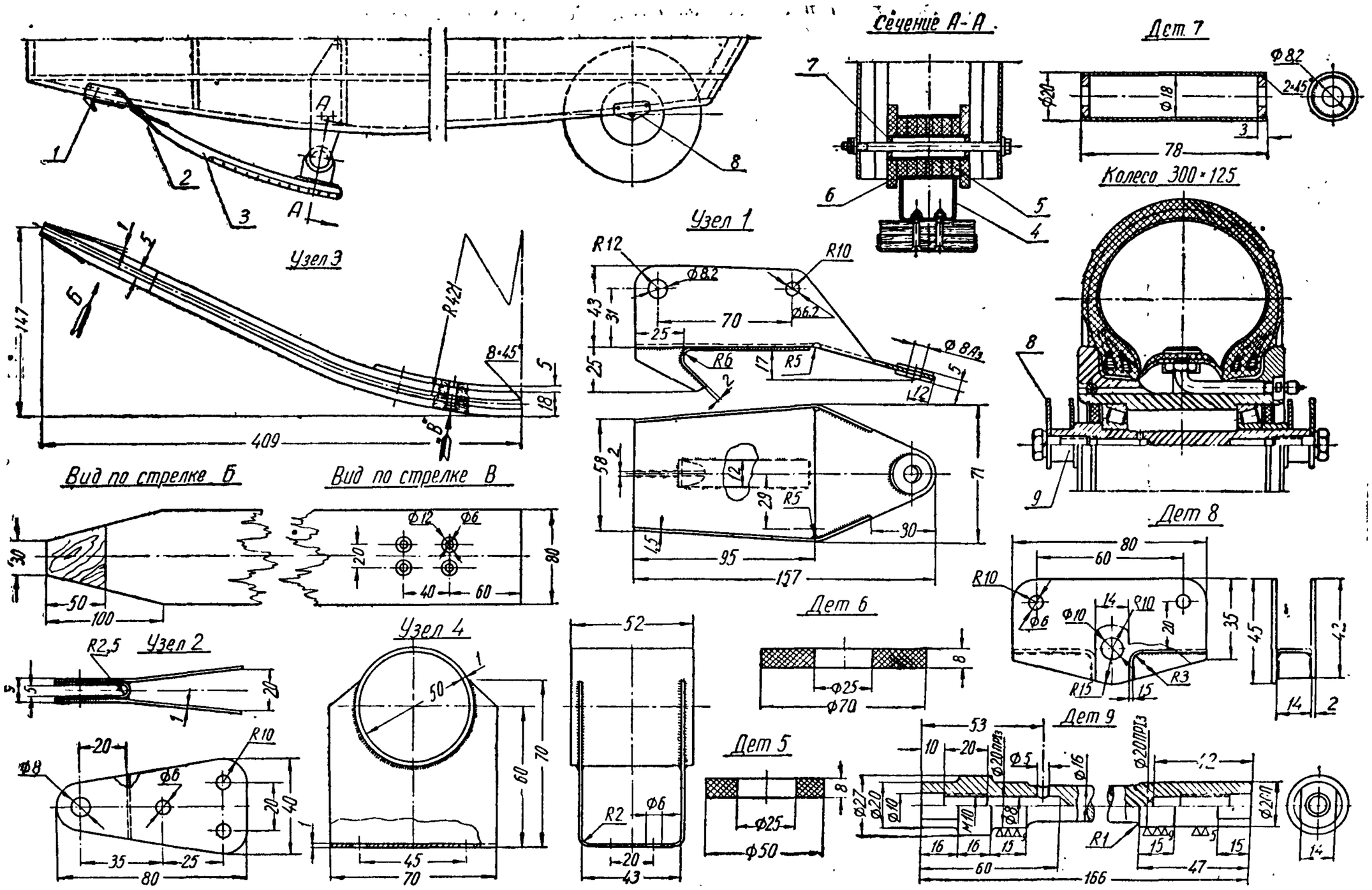


Рис. 51. Планер БРО-9. Установка лыжи и колеса

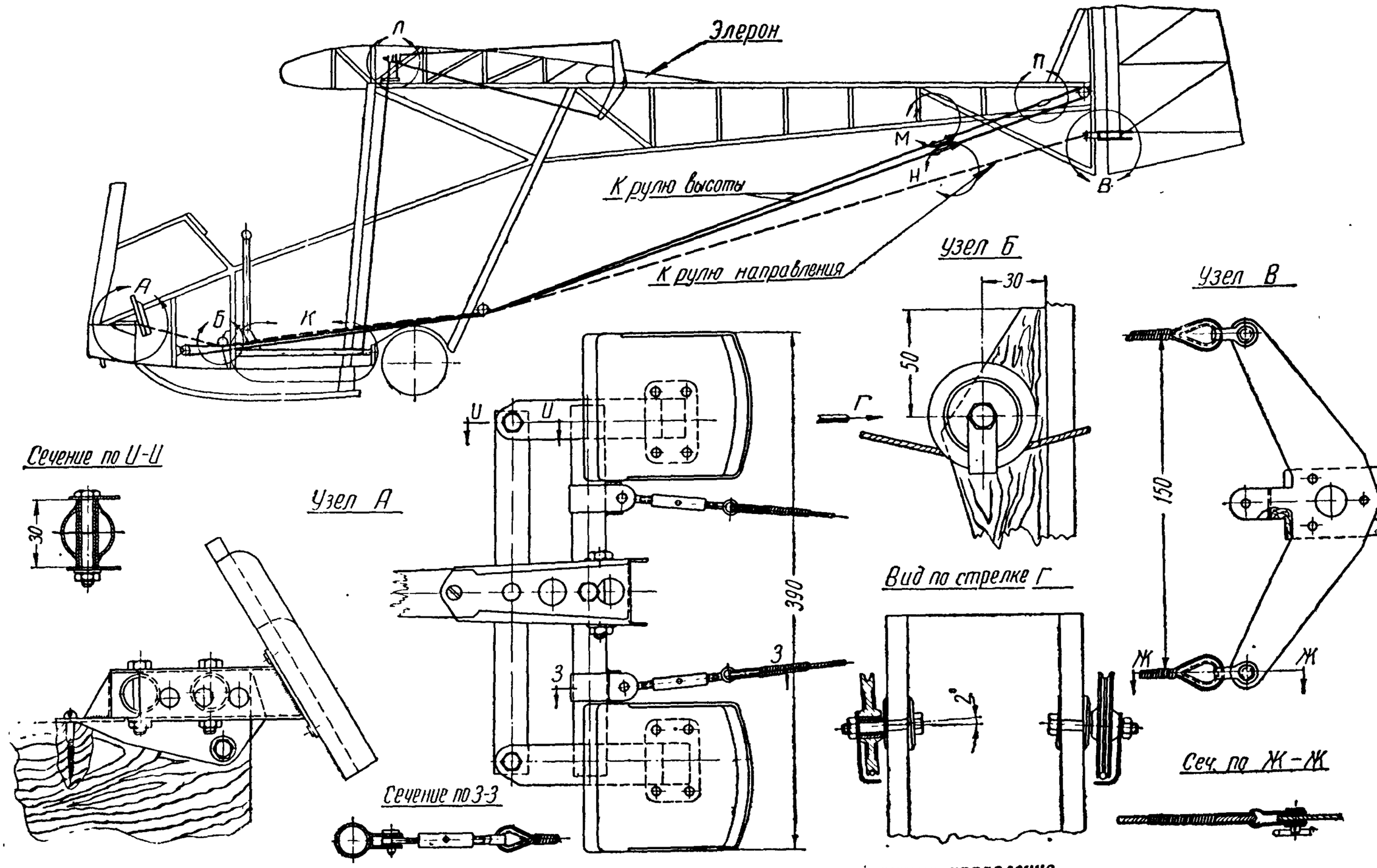


Рис. 52. Планер БРО-9. Схема управления и ножное управление

в стороны качалка через тросы передает движение трехплечей качалке, установленной на верхней балке фюзеляжа.

Трехплечая качалка соединена тросами с ушками нижних плеч кабанчиков элеронов. Тросы проходят через пару роликов, подвешенных между нервюрами № 8 и 9 крыла. Ушки верхних плеч кабанчиков элеронов соединены между собой тросами, которые проходят через вторую пару роликов и присоединяются к промежуточной качалке, стоящей рядом с трехплечей качалкой.

Управление рулем высоты производится тросами, идущими от нижнего конца ручки управления. Один из тросов проходит от ручки вперед, огибая ролик, установленный на шпангоуте № 1, и направляется назад, проходя через ролик на шпангоуте № 5. Далее трос поднимается и, проходя к балке, раздваивается на два троса меньшего диаметра. В этом месте в проводку включена переходная серьга в виде пластины с тремя отверстиями. Две ветви троса проходят по обеим сторонам киля, захватывая с помощью включенных в тросы серег пальцы кабанчиков обеих частей руля высоты, огибают затем два ролика, поставленных по бокам киля, и возвращаются обратно вперед. Под балкой тросы присоединяются ко второй переходной серьге, от которой уже один трос через ролик на шпангоуте № 5 подходит с задней стороны к нижнему концу ручки управления (рис. 52 и 53).

Для устранения раскачивания тросов верхняя переходная серьга тросов, идущих к кабанчикам руля высоты, подвешена на пружине к крючку на нижней части хвостовой балки.

На рис. 53 показаны пост ручного управления и его детали. Ручка управления выполнена из стальной трубы диаметром 25—23 *мм* с приваренной к ней втулкой из трубы в 12—9 *мм* и вкладышем из 1-*мм* стали. Наконечник ручки выточен из ясеня. Ручка вращается на болте диаметром 10 *мм*. Кронштейн ручки согнут из 1,5-*мм* стали и приварен к валу диаметром 30—28 *мм*. С двух концов в трубу вала вварены стаканы: передний с втулкой, задний с пальцем. Качалка сварена из 2-*мм* пластины, усиленной ребрами из того же материала. В ушках качалки вклепаны бронзовые втулки под валики тандеров.

Вал управления имеет две опоры. Передняя опора расположена на шпангоуте № 2 и представляет собой круглую гайку с фланцем, образованным приваренной к гайке пластиной из 1,5-*мм* стали. Через гайку пропущен винт диаметром 14 *мм* с пальцем на конце. Опора крепится к шпангоуту четырьмя трубчатыми заклепками диаметром 6 *мм* с отвесной пластиной по форме фланца, контрящей винт с гайкой М14. Палец винта входит в отверстие переднего наконечника вала. Вращением винта устраняется продольное перемещение вала.

Задняя опора вала расположена на фанерной диафрагме толщиной 10 *мм*, укрепленной между балками основания позади шпангоута № 4. Опора сварена из 1,5-*мм* пластины и цилиндрического кольца, служащего гнездом для шарикоподшипника 12×32×10, в который опирается задний наконечник вала с пальцем. Задняя опора, подобно передней, укреплена на четырех пистонах.

На рис. 53 показаны расположение и конструкция качалок управления элеронами. Трехплечая и промежуточная качалки установлены на общей оси позади переднего стыкового кронштейна на верхней балке фюзеляжа.

Трехплечая качалка состоит из вырезанной 2-*мм* пластины, в средней части которой вварено кольцо из трубы диаметром 34—32 *мм*. К трем концам пластины приварены вилки, согнутые из 1,5-*мм* пластин. В кольцо запрессован и закернен шарикоподшипник 12×32×10.

Промежуточная качалка сварена из 1,5-*мм* пластины, вилки из 1-*мм* пластины и втулки, выточенной из 18-*мм* стального прутка.

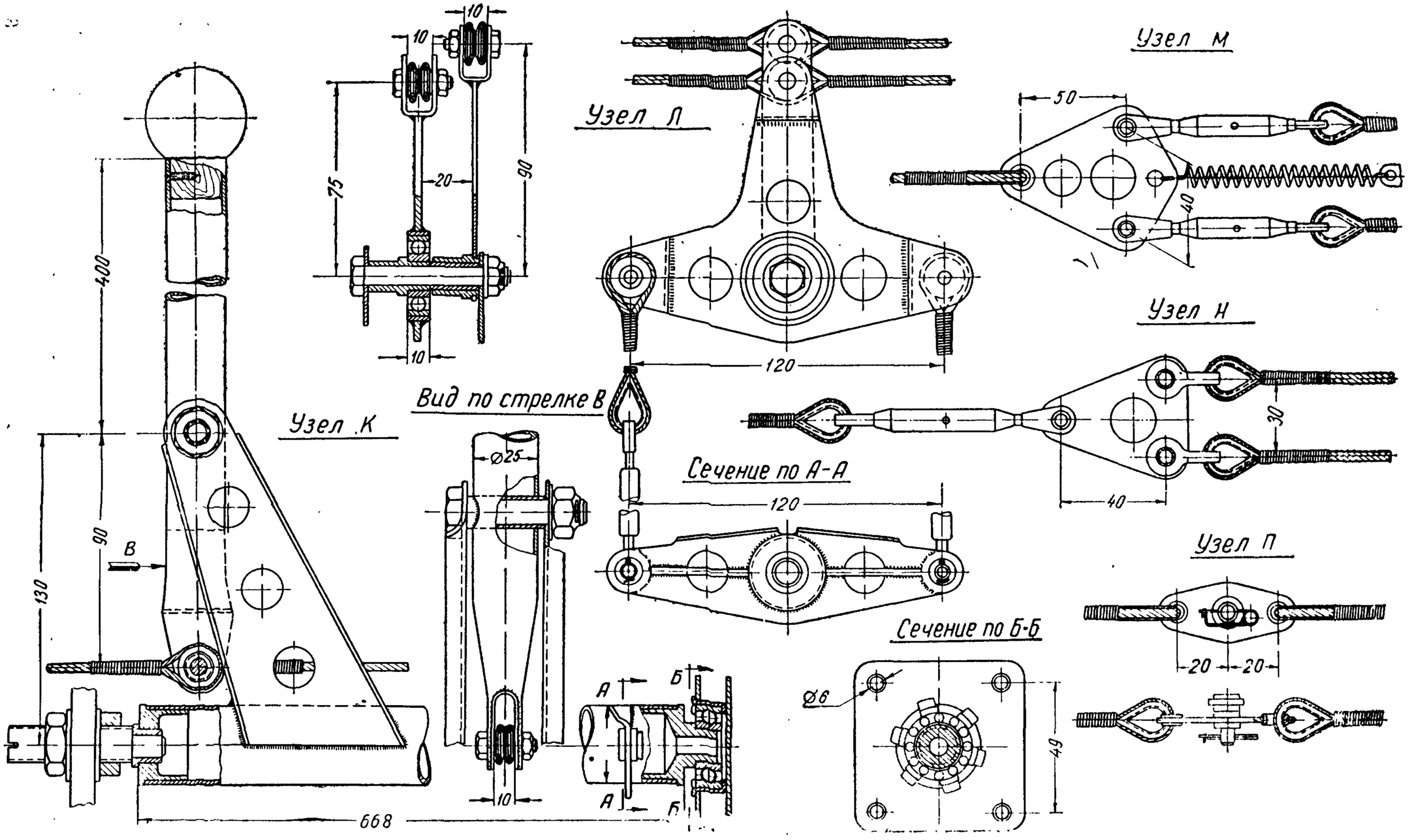


Рис. 53. Планер БРО-9. Узлы ручного управления

Трехплечая качалка надета на стальную втулку, промежуточная — на бронзовую втулку, являющуюся одновременно и распорной трубкой. Общая ось качалок состоит из болта диаметром 8 *мм* с корончатой гайкой, шайбой и шплинтом.

Проводка управления выполнена из гибких тросов диаметром 2,5 и 2 *мм*, гнутых серег, валиков и тандеров диаметром 6 *мм*.

Ножное управление состоит из педалей и проводки. На схеме (рис. 52) видно, что тросы от педалей проходят над балками основания через укрепленные к накладкам направляющие ролики, далее проходят через ролики на шпангоуте № 5 и соединяются с ушками кабанчика руля направления.

Педали выполнены в виде деревянных калош на двуплечем параллелограммном коромысле из стальных труб (рис. 52).

Комплект педалей состоит из центрального узла, двух труб коромысла, калош с крайними звеньями параллелограмма и болтов.

Центральный узел состоит из обоймы и скобы. Обойма из 1-*мм* стали насажена на бобышку фюзеляжа и укреплена 6-*мм* болтом и шурупом 5×40 *мм*. Приваренная к обойме сверху скоба выполнена из 1,5-*мм* пластины с отогнутыми ребрами.

Между обоймой и скобой пропущены два вертикальных 8-*мм* болта, служащих осями вращения труб коромысла. Трубы диаметром 25—23 *мм* расположены параллельно одна другой с расстоянием 50 *мм* между ними. В каждой трубе имеются три вваренные вертикально втулки для болтов, сделанные из трубок диаметром 12—10 *мм* и 10—8 *мм*. К задней трубе приварены ушки в форме вилок для присоединения тандеров тросов управления.

С торцов на трубы надеты и вращаются на 6-*мм* болтах звенья с калошами. Каждое звено представляет собой П-образную изогнутую 1,5-*мм* пластину с приваренной к ней под углом 60° пластиной с четырьмя отверстиями для приклепки калош.

Калоши выполнены из сосновых 10-*мм* досок с двухсторонней фанерной обшивкой и фанерными бортами.

Проводка состоит из двух тросов диаметром 2 *мм*, тандеров и валиков диаметром 6 *мм*.

Оборудование

На приборной доске расположены следующие приборы (слева направо): высотомер, указатель скорости и вариометр. Датчиком для этих приборов является приемник воздушного давления, укрепленный с помощью хомута на деревянной стойке носовой части кабины. Проводка от датчиков к приборам выполнена из алюминиевых трубок и дюритовых шлангов.

Планер БРО-9, так же как и планер А-1, пригоден как для первоначального обучения, так и для обучения парящим полетам над склонами в потоках обтекания.

При сравнении основных данных обоих планеров (см. табл. 5) видно, что планер БРО-9 имеет меньшие габариты и более высокое аэродинамическое качество, несмотря на необычайно малое (для планеров) удлинение (5,7).

Повышение аэродинамического качества объясняется лучшей формой крыла в плане, хорошо выдержанным профилем с высоким коэффициентом подъемной силы и меньшим лобовым сопротивлением за счет сокращения числа подкосов, наличием более обтекаемой кабины и малыми размерами оперения.

Вес планера БРО-9, так же как и вес планера А-1, слишком велик

за счет излишних запасов прочности (выявленных при статических испытаниях) почти у всех частей планера.

Вес всей конструкции планера складывается из следующих весов:

Крыло	45,60 *кг*
Подкосы	4,90 »
Фюзеляж с оборудованием	21,60 »
Хвостовая балка	6,05 »
Стабилизатор	2,10 »
Руль высоты	2,10 »
Руль направления	1,35 »
Колесо и ось	5,30 »
Лыжа с амортизацией	2,15 »
	91,15 *кг*

Планер БРО-9 при посадке имел склонность к капотированию, т. е. к резкому опусканию носа с дальнейшим переваливанием на хвост. В таких случаях бывали поломки руля направления. Причиною капотирования являлось, по-видимому, расположение колеса, слишком удаленного назад относительно центра тяжести планера.

Обучение на планере БРО-9 (особенно первоначальное) было сложнее, чем обучение на планере А-1, из-за повышенных скоростей полета и более чутких рулей (особенно элеронов).

Ремонт планера был труднее, чем у планера А-1, из-за сложности восстановления поломанной кабины.

Конструкция планера БРО-9 не была «доведена», так как мастерские ДОСААФ в 1954 г. перешли на изготовление нового учебного планера БРО-11.

ПЛАНЕР БРО-11

Прототип планера был построен в 1954 г. Конструктор планера Б. И. Ошкинис стремился создать планер массового типа. По мысли автора, такой планер должен был быть дешевым, надежным и простым в изготовлении, чтобы его смогли построить в любом планерном кружке. На таком планере будущие планеристы могли бы пройти курс теоретической и наземной подготовки и обучиться пробежкам и подлетам с небольших склонов.

В настоящее время планер БРО-11 принят к серийной постройке и эксплуатируется в кружках и учебных организациях ДОСААФ. Планер применяется для первоначального обучения молодежи в возрасте 15—17 лет. Допустимый вес ученика 40—70 *кг*. При большем весе пилота центровка планера становится слишком передней и руля высоты «не хватает». В таком случае необходимо в хвостовой части планера укрепить специальный груз весом 3—4 *кг* для обеспечения нормальной центровки планера. Максимально допустимый вес планериста 85 *кг*.

По схеме планер представляет собой расчалочный двухподкосный моноплан с высокорасположенным крылом (рис. 54). Особенностями конструкции являются элероны подвесного типа, занимающие почти весь размах крыла и имеющие кинематическую связь с рулем высоты.

Конструкция планера выполнена из дерева, с небольшим количеством металлических узлов и деталей. Деревянные детали, за исключением ясеневой лыжи, изготовлены из авиационной сосны, обшивка и кницы — из авиационной трехслойной фанеры.

Металлические детали выполнены из углеродистой листовой стали марки 20, круглой стали марки 25 и стальных труб марки 20А. Дуралюмин Д16 применен для шайб, накладок, ленты обтекателя, кабанчиков элерона, рулей и других деталей.

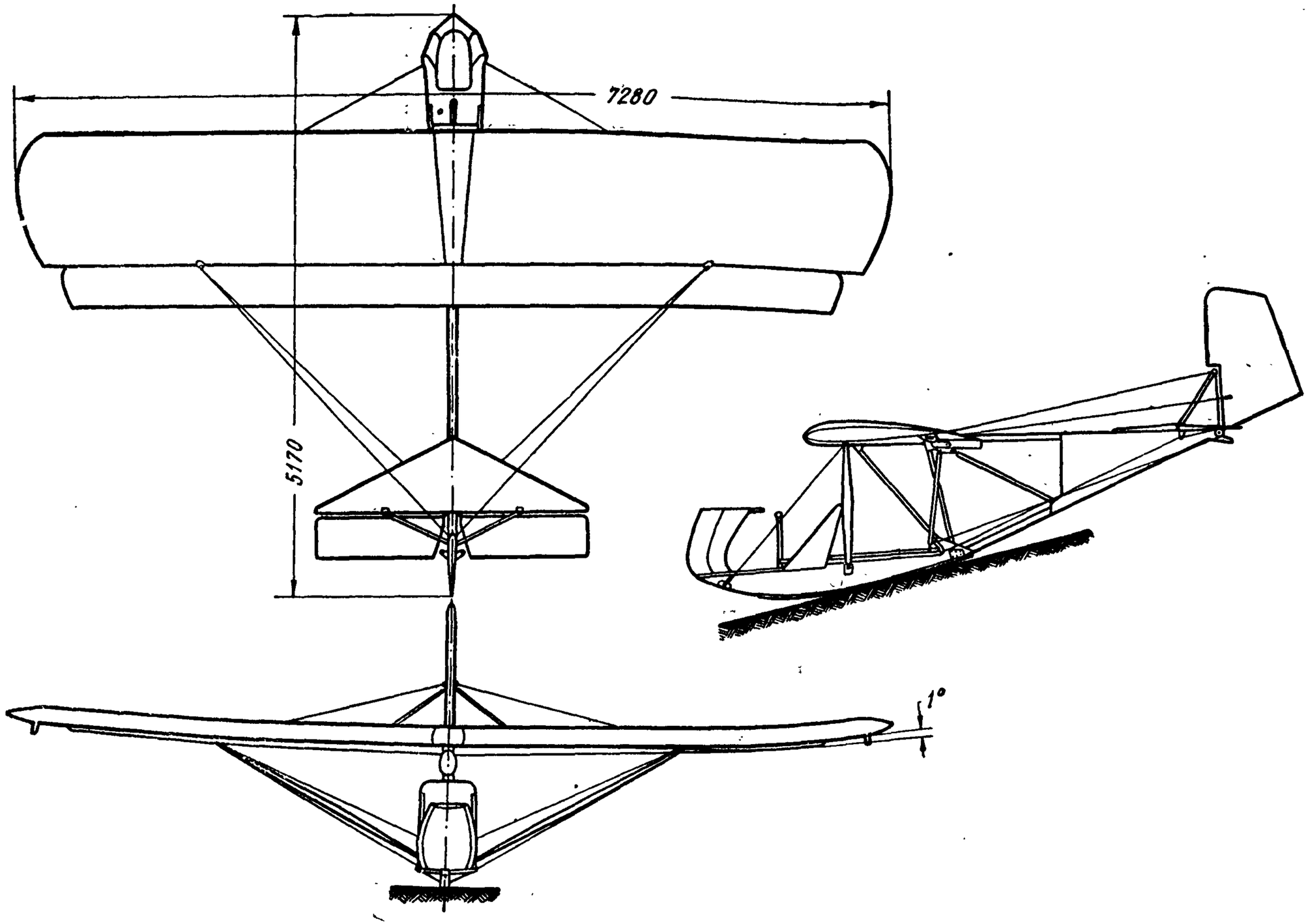


Рис. 54. Учебный планер БРО-11 конструкции Б. И. Ошкиниса

Запуск планера производится 18-*мм* резиновым амортизаторным шнуром длиною 30 *м*. На одном конце его прикреплено кольцо для присоединения к запускному крюку планера. На другом конце привязаны два конца веревки по 5 *м* каждый. За эти концы амортизатор натягивается при запуске планера. Планер может взлетать также при помощи маломощной лебедки. Благодаря малому весу планер может быть использован как тренажер для наземного обучения планеристов.

Фюзеляж

У планера БРО-11, как и у большинства учебных планеров, фюзеляж отсутствует; вместо него имеется плоская силовая ферма, к которой присоединены крыло, элероны, хвостовое оперение, пол, носовой обтекатель, сиденье, ручка, педали и полоз лыжи.

Ферма БРО-11 (рис. 55) состоит из трех основных частей: коробчатой лыжи, хвостовой фермы и стойки. На передней части лыжи установлены пол, сиденье и носовой обтекатель, образуя собой подобие гондолы, закрывающей пилота только спереди. Лыжа, хвостовая ферма и стойка соединены между собой двумя болтами (дет. *1* и *4*) и узлом (дет. *8*), состоящим из двух щек, соединенных шестью болтами размером 6×44 *мм*. Чертежи деталей этих креплений даны на рис. 60. Детали *3* и *6* являются шайбами диаметром 44 *мм* из 1-*мм* дуралюмина Д16Т. На стойке укреплена деталь *9*, которая представляет собой пластину из 1-*мм* стали размером 24×118 *мм*. Пластина к стойке крепится двумя шурупами диаметром 4—20 *мм*. Отогнутые вперед концы пластины служат ушками для крепления пилотского пояса.

Между выступающими назад концами пластин *8* монтируется замок самопуска. На верхней полке фермы после сборки фюзеляжа устанавливают замок ленты обтекателя, закрывающий щель между обеими половинами крыла. Чертежи замка самопуска и замка обтекателя показаны на рис. 60.

Лыжа. Каркас лыжи выполнен из сосны и состоит из двух полок, семи стоек и семи бобышек. Верхняя полка усилена подклеенной рейкой сечением 12×30 *мм* (рис. 56).

Каркас собирается на казеиновом клее и обшивается с двух сторон фанерой толщиной 2 *мм*. Фанера приклеена и прибита гвоздями 1×20 *мм* с шагом, равным 20 *мм*. У средней усиленной стойки поверх фанерной обшивки наклеивают с боков две фанерные накладки с фасками. Отверстия диаметрами 12 *мм* и 6 *мм* (в средней и хвостовой частях лыжи) просверливают до установки узлов. Остальные отверстия сверлят через металлические узлы при их установке.

На лыже при помощи болтов 5×40 *мм* и гаек М5 устанавливаются: запускной крюк *17*, шарнир ручки управления (дет. *10, 11* и *12*) и узел крепления педалей *13*. Педальная качалка монтируется после установки пола.

В нижней части лыжи привинчен ясеневый полоз. Головки шурупов 5—25 *мм* утоплены в полоз на глубину 6 *мм*.

Хвостовая ферма (рис. 57) собрана из сосновых реек шириною 30 *мм*. Верхний пояс сечением 12×30 *мм* имеет на переднем конце подклейку из рейки такого же сечения. Нижний пояс склеен из двух реек разной длины сечением 12×30 *мм*. Толщина трех наклонных раскосов и небольшого раскоса в узле *Б* равна 15 *мм*, толщина вертикальных раскосов — 12 *мм*. В углах соединения раскосов поясов и стоек вклеены 18 сосновых бобышек. Еще одна бобышка образует костыль.

В узлах *А*, *Б* и *В* приклеены с двух сторон кницы из 2-*мм* фанеры. Задняя часть фермы обшита с двух сторон 1-*мм* фанерой и образует

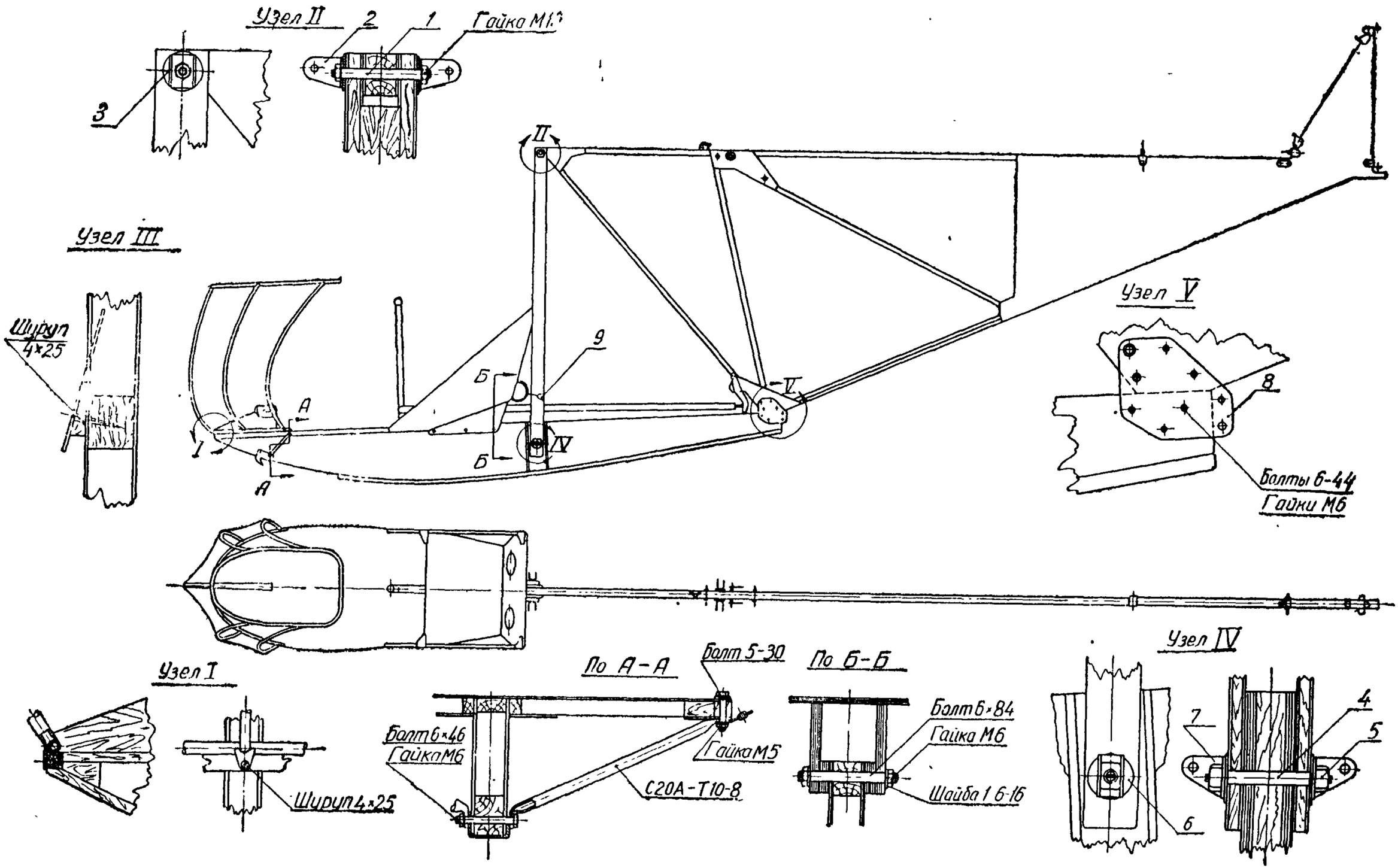


Рис. 55. Планер БРО-11. Ферма гондолы

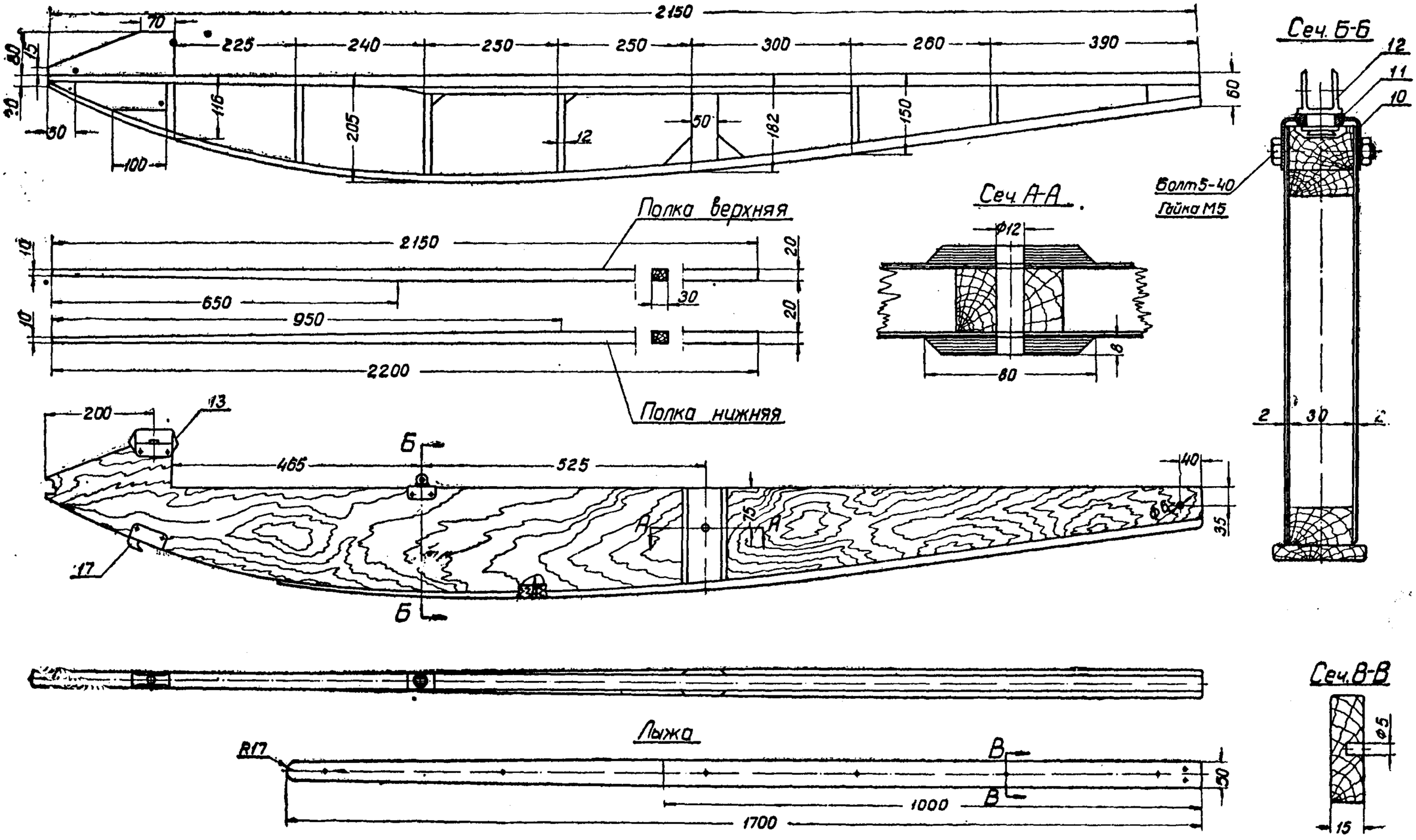


Рис. 56. Планер БРО-11. Лыжа гондолы

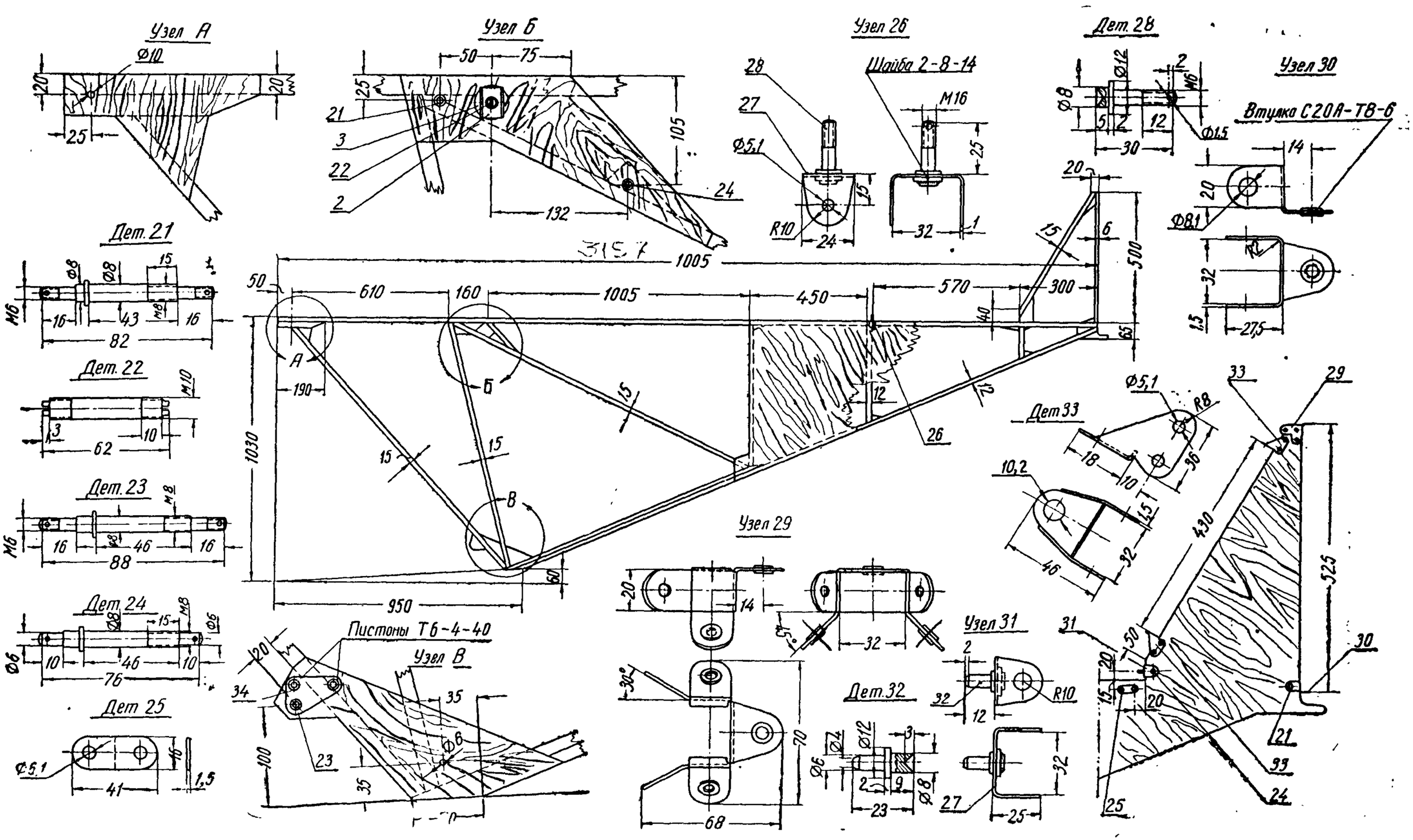


Рис. 57. Планер БРО-11. Хвостовая ферма

большую килевую поверхность. Двойной стрелкой указано направление наружных слоев («рубашки») фанеры.

Для общей сборки фермы в хвостовой ферме просверливают два отверстия диаметрами 10 *мм* и 6 *мм* (в узлах *А* и *В*).

На рис. 57 показаны также металлические детали и узлы, смонтированные на хвостовой ферме.

Деталь *21* является осью роликов управления. Ее ставят на ферму в двух местах: в узле *Б* и в нижнем кронштейне киля *30*. Установка оси и крепление роликов показаны также на рис. 68 и 69 (в узлах *В* и *Ж*).

Деталь *22* представляет собой болт для крепления кронштейнов (дет. *2*, рис. 55 и 60) заднего узла крыла.

Деталь *23* (ставится в узле *В*) служит осью качалок ручного управления (см. разрез по *Л—Л* на рис. 68). Ось укреплена на ферме гайкой М10.

Деталь *24* (2 шт.) служит осью элеронов и осью руля высоты. Одна ось устанавливается в узле *Б* (рис. 57), другая проходит через узел *31* заднего крепления стабилизатора.

Две пластинки (дет. *25*) служат ушками для нижних расчалок хвоста планера. Каждая из них согнута посередине под углом 135° (см. узел *Д*, рис. 65).

Узел *26* служит для крепления передней части стабилизатора. Он состоит из обоймы *27*, болта *28* и стальной шайбы. Болт расклепан у основания и опаян медью.

Узел *31* является задним узлом крепления стабилизатора. Он сходен с узлом *26*, только вместо болта *28* в обойме *27* и шайбе расклепан и опаян медью штырь *32*.

Верхний узел киля *29* служит для крепления верхнего шарнира руля направления, верхних хвостовых расчалок и верхних концов подкосов стабилизатора. Он согнут из 1,5-*мм* листовой стали. Габариты развертки равны 70—114 *мм*. В отверстия ушков для шарнира, руля направления и для подкосов вклепаны втулки из стальной трубы 8—6 *мм*.

Нижний шарнир руля направления (узел *30*) согнут из пластины 45×84 *мм*. В его ушко вклепана втулка из трубы 8—6 *мм*. Узел крепится к килю деталью *21* с гайками М8.

Для подвески центровочного груза (см. рис. 65) на киле установлено два кронштейна (дет. *33*) из 1,5-*мм* стали с габаритами 43×104 *мм*. Кронштейны укреплены болтами 5—38 *мм* и гайками М5.

Две пластины *34* (узел *В*, рис. 57) поддерживают ось *23* качалок ручного управления и дополнительно крепятся к ферме двумя пистонами из трубы в 6—4 *мм*. Пластины размером 1—38—54 *мм* сделаны из дуралюмина Д16Т.

Стойка гондолы (рис. 58) является основным вертикальным стержнем центральной фермы. Каркас стойки состоит из двух планок сечением 14×50 *мм* с тремя бобышками. Верхний и нижний концы оклеены полосками из 1,5-*мм* фанеры шириною 60 *мм*. Каркас стойки обшит с двух сторон 1,5-*мм* фанерой на клею и гвоздях.

На стойке смонтированы: крючок *35* для крепления ленты разъема крыла, два ролика *36* с предохранителями *37* и пластина *9* крепления привязных ремней (рис. 55).

Крючок привинчен к стойке *2* шурупами 4—20 *мм*. Дуралюминовые ролики имеют втулки из стальной трубы 10—8 *мм*. Каждый ролик укреплен болтом 6—34 *мм* и гайкой М6 с прокладкою двух шайб 1×16 *мм* и одной шайбы 0,8×12 *мм*. Предохранители согнуты из листовой 1-*мм* стали.

Носовой обтекатель (рис. 58) сварен из стальных трубок сечением 10—8 *мм*. Обтекатель улучшает обтекание фюзеляжа,

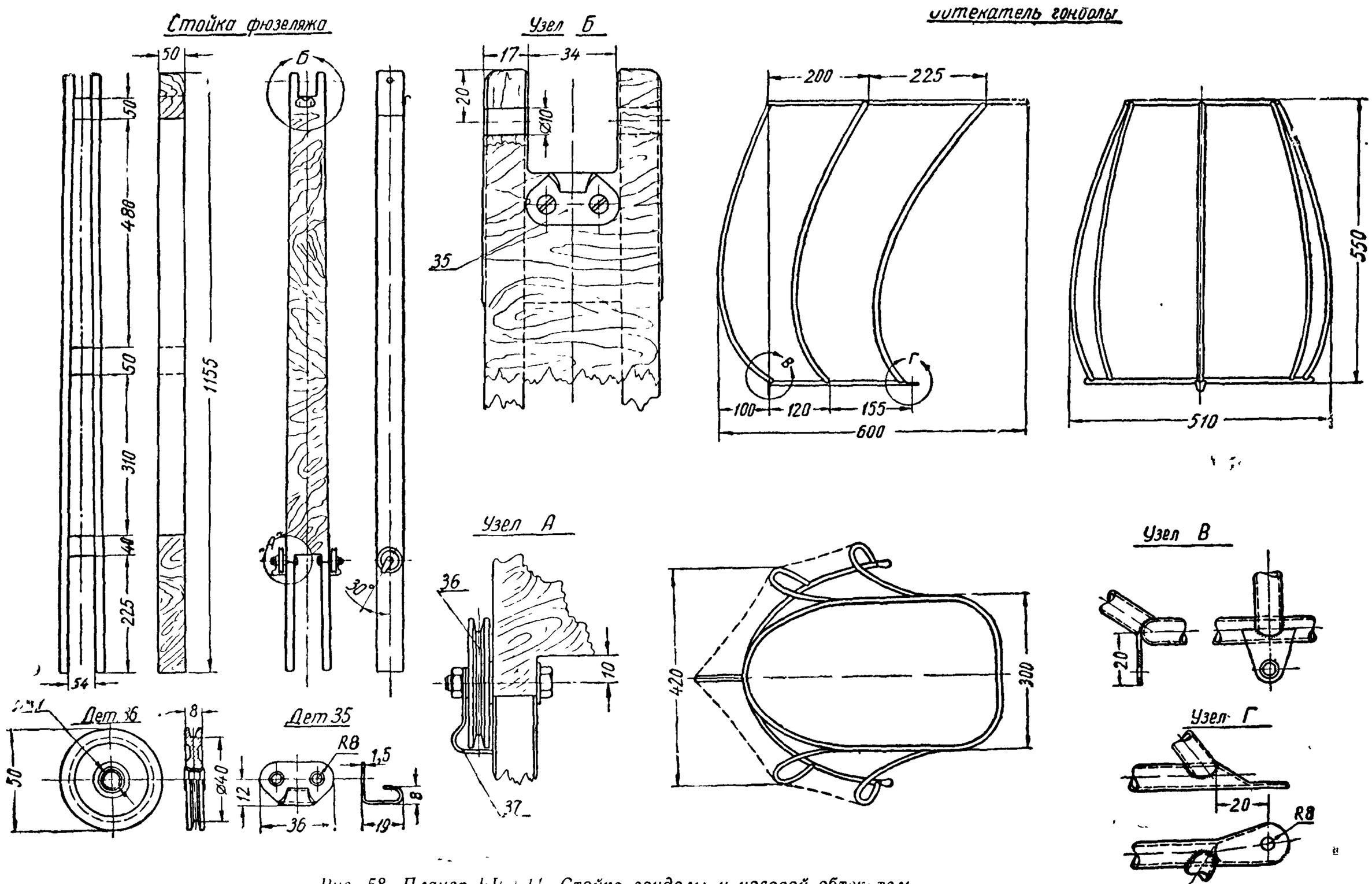


Рис 58 Планер БР-11 Стойка гондолы и носовой обтекатель

служит ориентиром в полете и защищает ученика от удара амортизатора в случае его обрыва при запуске планера. Каркас обтекателя обшит полотном.

Существует также вариант деревянного обтекателя, сходного по конструкции со съемным обтекателем планера А-1 (см. рис. 24).

Сиденье и пол гондолы показаны на рис. 59. Сиденье собрано из доски, спинки, боковин, поперечины и двух продольных опорных стенок. Все части сиденья выполнены из фанеры различной толщины и усилены приклейкой реек, уголков и лент из сосны и фанеры.

Боковины сиденья зашиты 1,5-*мм* фанерой и имеют отверстия для дренажа. Сиденье с полом крепится к лыже тремя болтами 6—88 *мм*.

Пол образован четырьмя рейками, дужкой, склеенной из трех реек сечением 5×15 *мм*, бобышками, кницами и обшивкой из 2-*мм* фанеры.

На рис. 60 показаны детали и узлы, устанавливаемые на гондоле.

Деталь *1* является стяжным болтом, соединяющим верхнюю часть стойки гондолы с хвостовой фермой (см. рис. 55). Болт несет две вилки (дет. *2*), закрепленные гайками М10.

Четыре вилки (дет. *2*) служат для подвески крыла к ферме. Отверстия в них диаметром 8,1 *мм* сверлятся после гнутья.

Болт (дет. *4*) соединяет нижнюю часть стойки фермы с лыжей и поддерживает две вилки (дет. *7*) для подкосов крыла. Вилки крепятся двумя специальными гайками (дет. *5*). Между ушками вилок помещаются два сухарика (дет. *38*) с двумя взаимно перпендикулярными отверстиями диаметром 8,1 *мм*. Сухари входят в вилки нижних наконечников подкосов крыла, образуя карданное соединение, сходное с узлом крепления подкосов к фюзеляжу планера БРО-9.

Две пластины (дет. *8*) образуют узел, соединяющий лыжу с хвостовой фермой. В ушки пластин вставлены и расклепаны стальные втулки из трубы диаметром 8—6 *мм* для крепления задних крыльевых расчалок.

Обойма *10*, втулка *11* и вилка *12* образуют шарнир ручки управления (см. сеч. *Б—Б*, рис. 56). Втулка *11* расклепана и припаяна медью.

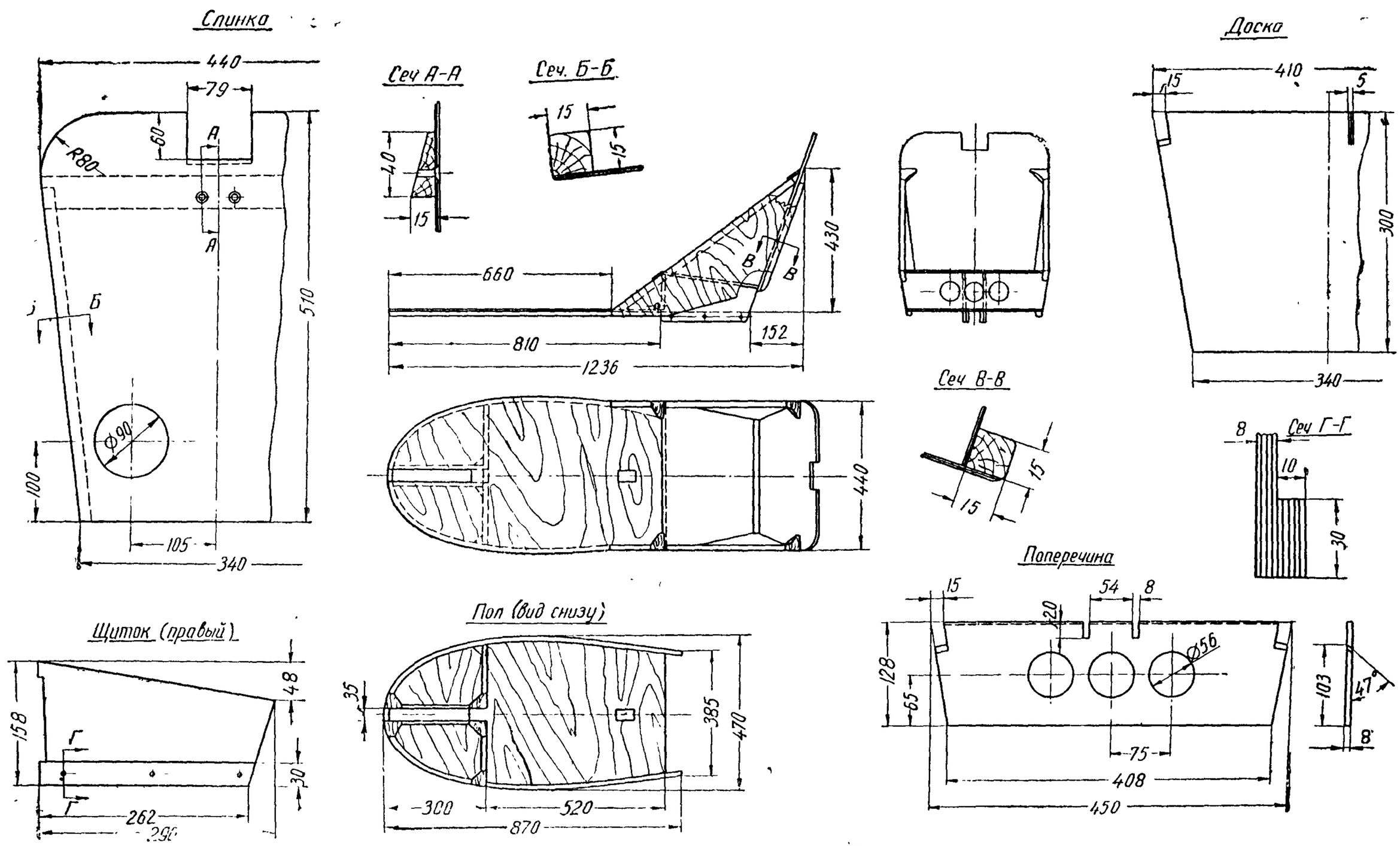
Узел крепления педалей *13* сварен из двух деталей *14* и *15*. Втулка *16* припаяна медью. Запускной крюк *17* сварен из деталей *18*, *19*, и *20*.

Замок ленты разъема крыла *39* собирается из пластины основания (дет. *41*) и крючка (дет. *40*), вращающегося на 5-*мм* валике. Замок установлен на верхней полке хвостовой фермы с помощью трех шурупов 4—20 *мм* и удерживает заднюю часть ленты.

Замок самопуска *42* служит для прицепки переднего конца троса, удерживающего планер на старте во время натягивания амортизатора. Замок укреплен между пластинами (дет. *8*) на двух болтах с гайками и шайбами. На нижнем болте размером 8×48 *мм* вращается трубка (дет. *44*) диаметром 10—8 *мм* и длиной 33 *мм*. К ней приварен крючок (дет. *43*), на который надевается петля переднего конца стартового троса. На верхнем 6-*мм* болте вращается трубка *46* с рычагом *45*.

При закрытом замке верхний конец крючка *43* входит в пропил на рычаге *45*. При отклонении рычага вперед (по полету) крючок освобождает стартовый трос.

Проводка к замку состоит из троса. На переднем его конце имеется наконечник, расположенный на поперечине сиденья, позади ручки управления; задний конец прикреплен к верхнему концу рычага **45**.


Спинка
440
79
60
R80
A
A
Б
510
Ф90
100
105
340
Сеч А-А
40
15
Сеч. Б-Б
15
15
660
810
1236
152
430
B
B
440
Сеч В-В
15
15
Доска
410
15
5
300
340
Сеч Г-Г
8
10
30
Поперечина
15
54
8
20
Ф56
128
65
75
408
450
103
47°
8
Щиток (правый)
158
48
30
Г
Г
262
296
Пол (вид снизу)
35
385
470
300
520
870

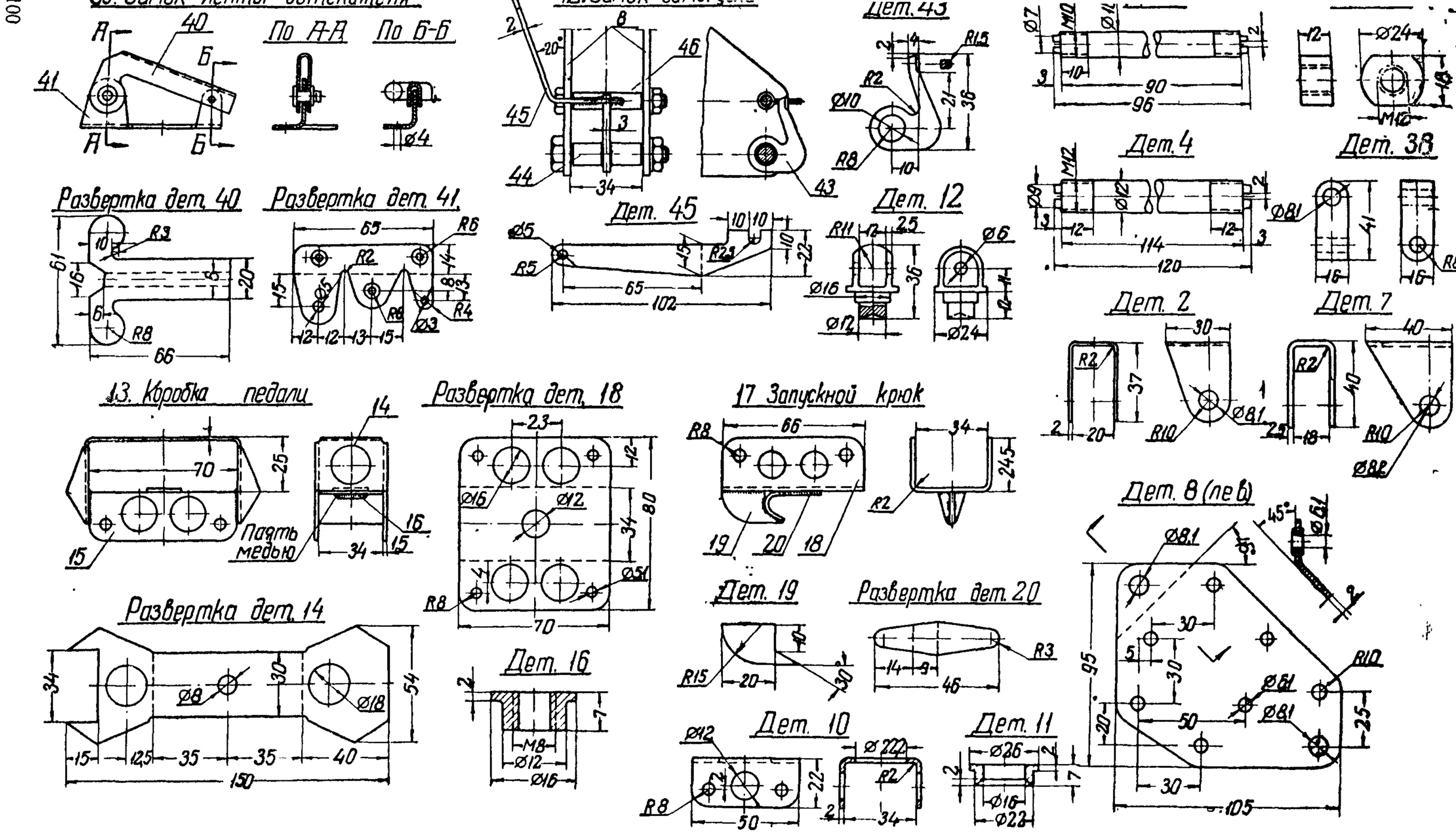


Рис. 60. Планер БРО-11. Металлические детали гондолы

Крыло

Крыло собирается из двух частей и крепится к ферме фюзеляжа за корень лонжерона, задний стрингер и к подкосу — за среднюю часть лонжерона.

Набор каждого полукрыла состоит из лонжерона, 15 нервюр, переднего и заднего стрингеров, концевой дуги, фанерной обшивки, книц и бобышек (рис. 61). На полках лонжерона, между нервюрами, наклеены выравнивающие рейки сечением 5—12 *мм* для крепления лобовой обшивки. Задний стрингер крыла усилен подклейкой реек между нервюрами № 1 и 2 и № 9 и 10.

Часть металлических узлов и отдельных деталей устанавливается заранее на лонжероне и нервюрах, остальные монтируются на собранном каркасе крыла. На рис. 61 показаны задний узел крыла *47* и замок хвостовых расчалок *50*. Оба эти узла ставят после сборки крыла на заднем его стрингере.

Задний узел укреплен двумя болтами 6×32 *мм* с гайками М6 и шайбами 1—6—16 *мм*. Место крепления усилено фанерными накладками и ясеневой рейкой 8×34×104 *мм*.

Замок расчалок укреплен тремя стальными пистонами диаметром 6—4 *мм*. Откидной крючок замка (дет. *52*) вращается на 6-*мм* болте, который опиливают и крепят между двумя шайбами 3—5—16 *мм* после их подгонки. Замок контрится валиком 6×16 *мм*, в нижний конец которого вставлена булавка.

Лонжерон крыла показан на рис. 62. Каркас лонжерона состоит из двух полок сечением 10×20 *мм*, усиленных подклейками из реек сечением 10×10 *мм*, трех бобышек, двенадцати стоек и двух концевых реек. Каркас оклеен с двух сторон 1-*мм* фанерой.

Корневая часть лонжерона усилена фанерными наклейками размером 1—65—124 *мм*. Здесь, после сборки каркаса крыла, устанавливается стыковой узел, состоящий из двух пластин (дет. *57*), стянутых пистоном. Пластины сделаны из твердого дуралюмина Д16Т толщиной 1,5 *мм*, пистон — из трубы марки 20А диаметром 10—8 *мм*.

В средней части лонжерон усилен рейками 5×12×135 *мм*, наклеенными на обе полки, и фанерными накладками размером 1×135×154 *мм*. На этой части лонжерона в промежутке между нервюрами № 9 и № 10 крыла установлен узел *53* для крепления подкоса крыла. Узел сварен из пластины *54*, двух щек *55* и втулки *56*.

Стыковой и подкосный узлы крепятся болтами 5—21 *мм* с гайками М5. Валик (дет. *58*) служит для стыковки крыла с фюзеляжем.

На рис. 63 даны профили крыла и элерона, показано их взаимное расположение и закрутка крыла и элерона. Хорда профиля у корня повернута на $+2^{\circ}$ относительно хорды концевого профиля и имеет поэтому бóльший угол атаки. Это сделано для того, чтобы срыв потока на критических углах атаки начинался в средней части крыла при сохранении в то же время эффективности концов крыла и элеронов.

Необходимая закрутка крыла получается практически, путем небольшого закручивания лонжерона, закрепленного в изогнутом виде в стапеле для сборки крыла до обшивки фанерой лобовой части крыла.

Нервюры крыла в количестве 30 штук при одинаковом профиле имеют различную конструкцию. Нормальные нервюры № 2—9 и № 11—14 двутаврового сечения, собираются на клею и гвоздях из четырех реек сечением 5×5 *мм*, двух бобышек и фанерной стенки толщиной 1 *мм*, с отверстиями облегчения.

Нервюра № 1 (корневая) усиленной конструкции, имеет коробчатое сечение. Полки склеены из реек 5×12 *мм*. Стойки, прилегающие к отверстию для лонжерона, имеют сечение 10×12 *мм*, остальные стойки

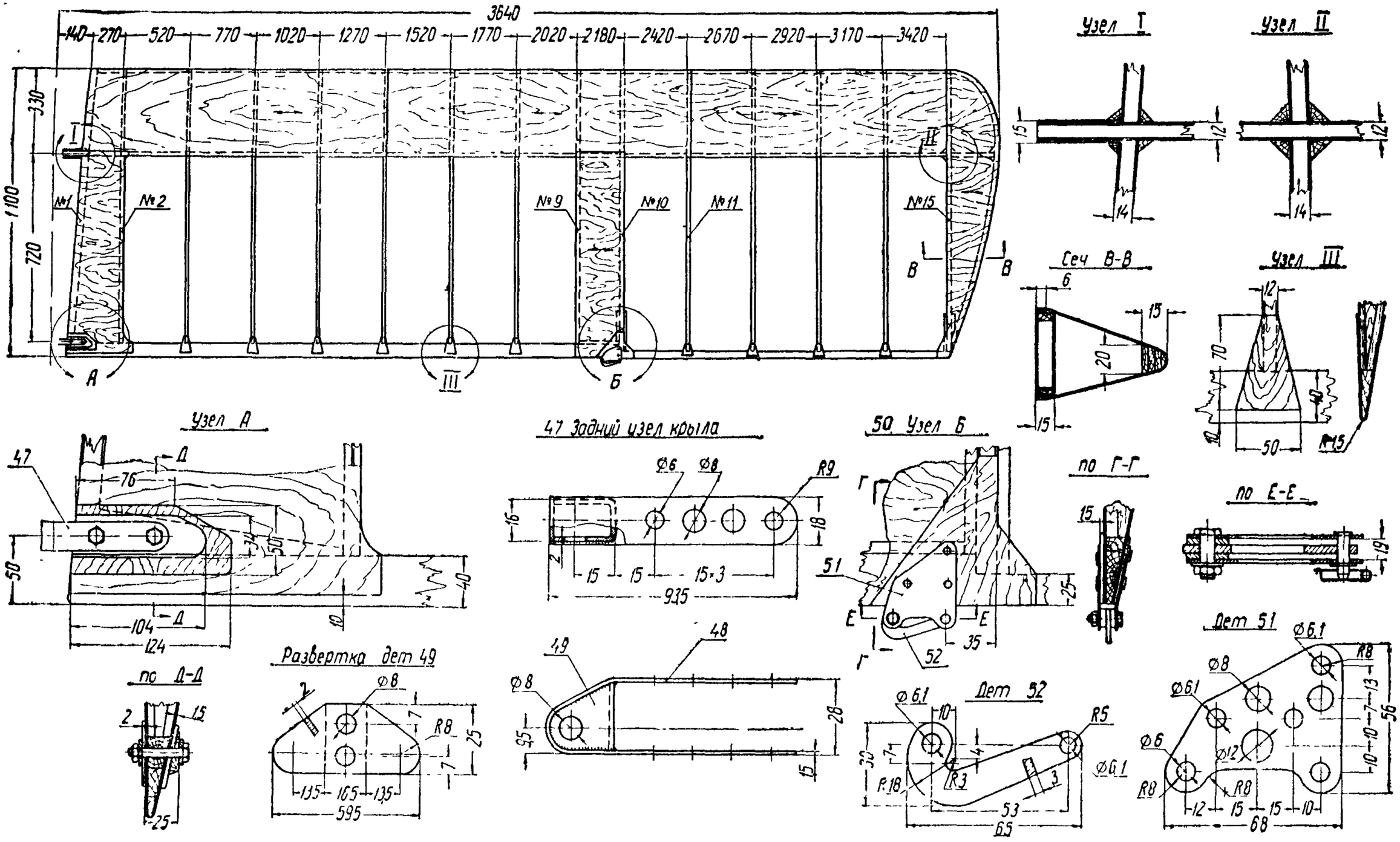


Рис. 61. Планер БРО-11 Каркас и узлы крыла

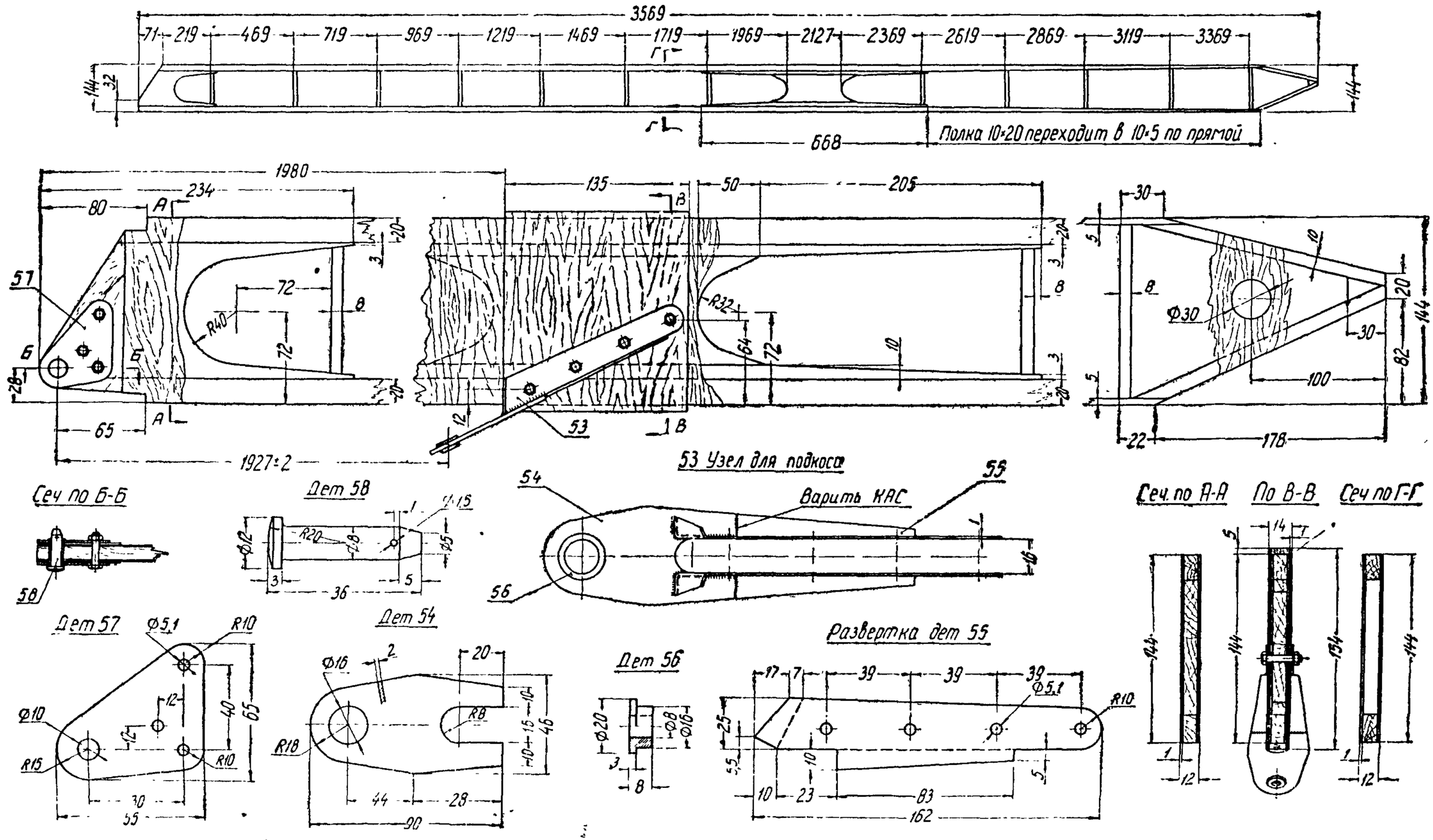


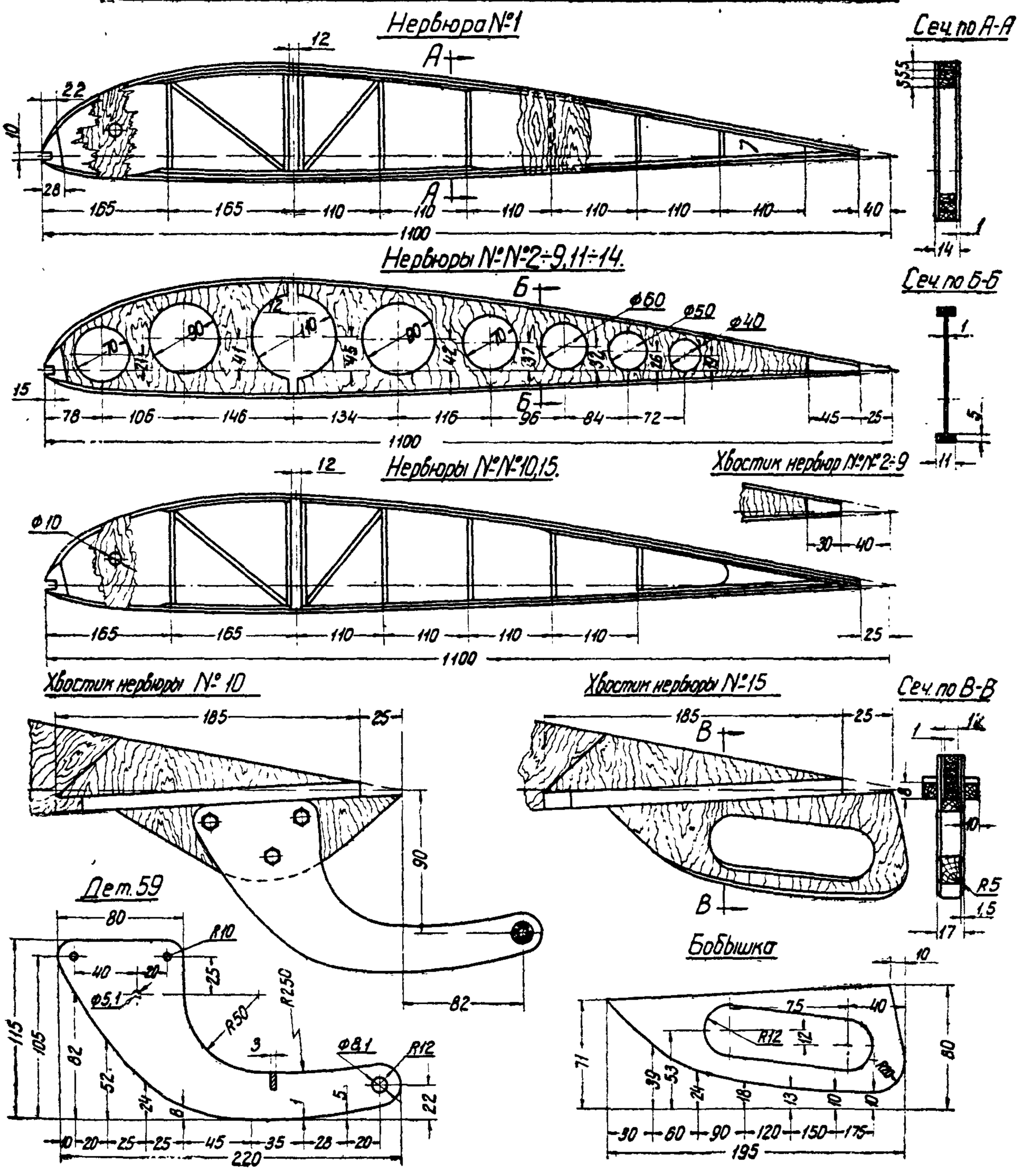
Рис. 62. Планер БРО-11. Лонжероны крыла

Координаты профиля крыла Р-II-14%

X мм	0	11	22	44	66	88	110	165	220	275	330	440	550	660	770	880	990	1100
Ув мм	0	30	42	61	75	87	95	110	118	121	120,5	113	100,5	84	64	43	22,5	0
Ун мм	0	14	19	25	28,5	30	31,5	33,5	33,8	33,5	33	31	27,5	23	19	13,5	7,5	0

Координаты профиля элерона Р-III-16%

X мм	0	7	17,5	35	52,5	70	105	140	175	210	245	280	315	350
Ув мм	0	21	27	35,5	41	42,5	42	38	33	26	20	13	6,6	0
Ун мм	0	6,8	9,2	11,0	11,3	11,5	11,3	10,7	9,6	8,0	6,3	5,1	4,0	0



Фиг. 15 БРО-11 Профили крыла и элерона. Нервюры крыла.

Рис. 63. Планер БРО-11. Профили крыла и элерона. Нервюры крыла

и раскосы — 5×12 *мм*. В передней части нервюры, в стенках, вырезаны отверстия для вентиляции.

Усиленные нервюры № 10 и 15 сходны по конструкции с нервюрой № 1 и имеют те же сечения реек.

К хвостику нервюры № 10 подклеена снизу бобышка размером 14×52×185 *мм*. Хвостик и бобышка обклеены с двух сторон 1,5-*мм* фанерой размером 94×210 *мм*, и поверх фанеры наклеены две рейки 8×10×185 *мм*. К бобышке крепится на трех 5-*мм* болтах кронштейн *59* для элерона, вырезанный из дуралюмина Д16Т толщиной 3 *мм*. В ушке кронштейна вклепана втулка из трубы диаметром 8—6 *мм*.

Хвостик нервюры № 15 имеет аналогичную конструкцию, только бобышка служит здесь для поддержания конца крыла и предохранения его от ударов о землю.

Элероны подвесного типа, т. е. они не врезаны в крыло, как обычно, а подвешены под крылом. Необычным является большой размах элеронов, занимающих почти весь размах крыла. Каждый элерон подвешен на двух точках. Один шарнир расположен на хвостовой ферме фюзеляжа, другой — на кронштейне нервюры № 10 крыла.

Каркас элерона (рис. 64) собран из лонжерона, 14 нервюр, переднего и заднего стрингеров, обшивок и книц. Расположение нервюр соответствует расположению нервюр на крыле. Лонжерон состоит из сосновой рейки сечением 8×55 *мм*, с двусторонними фанерными наклейками в трех местах. Усиленная нервюра элерона № 1 (на рис. 64 показана правая нервюра) состоит из сосновой рейки размером 6×55×315 *мм*, оклеенной 1-*мм* фанерой: с наружной стороны — по всей длине, с внутренней — на 122 *мм*, считая от носка нервюры.

Усиленная нервюра № 10 собрана из двух полок сечением 5×7 *мм*, двух книц в носке с бобышкой между ними, фанерной стенки, небольшой кницы на конце, а также бобышки и кницы в средней части нервюры для крепления шарнира элерона (дет. *61*). Конструкция нормальных нервюр (№ 2—9 и 11—14) такая же, как у нервюры № 10, за исключением того, что средняя бобышка с кницей отсутствует.

Кабанчик элерона с ухом корневого шарнира (дет. *60*) выполнен из Д16Т толщиной 2 *мм*. В нижние отверстия диаметром 8,1 *мм* вклепаны втулки из трубы диаметром 8—6 *мм*. Кабанчик крепится к наружной стороне нервюры № 1 тремя болтами 6—20 *мм*. Кронштейн элерона (дет. *61*) укреплен на нервюре № 10 двумя такими же болтами.

Подкосы крыла (рис. 65) выполнены из сосны. Во избежание коробления их склеивают из двух планок. После обработки подкосов по профилированным сечениям концевые части подкосов сострагивают по четырем наклонным плоскостям до получения сечения *Г—Г* на верхнем конце и сечения *А—А* на нижнем конце подкоса.

На оклеенные полотняной лентой концы надевают верхний и нижний наконечники подкосов и укрепляют пистонами диаметром 6—4 *мм*.

Верхний наконечник подкоса *62* сварен из двух щек (дет. *63*), закладной вилки (дет. *64*) и пластины (дет. *65*) с ушками. Нижний, более широкий, наконечник *66* состоит из двух щек (дет. *63*) и вкладыша (дет. *67*).

Расчалки подкосов и хвостовой фермы (рис. 65) выполнены из проволоки марки ОВС диаметром 2 *мм* и 2,5 *мм*. Концы проволоки загнуты петлей и закреплены туронами из проволоки того же диаметра. Натяжение расчалок осуществляется тандерами с резьбою М5. Тандеры законтрены мягкой проволокой диаметром 1 *мм*.

На рис. 65 показано также устройство центровочного груза. Он состоит из груза *68*, поршня *69*, пружины из проволоки ОВС и стопорного винта. Вес собранного груза — около 2,6 *кг*.

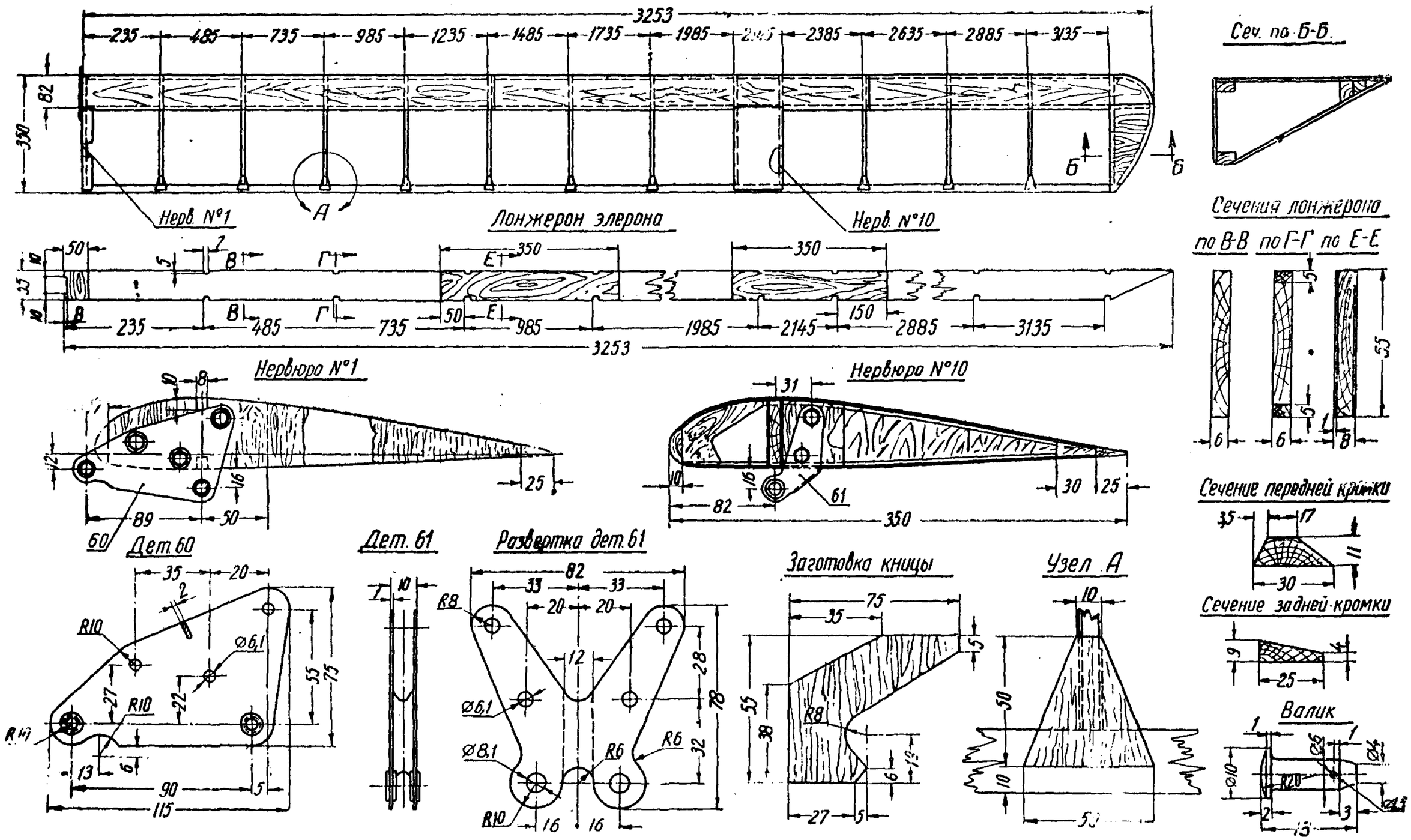


Рис. 64. Планер БРО-11. Элерон

Рис. 64. Планер БРО-11. Элерон

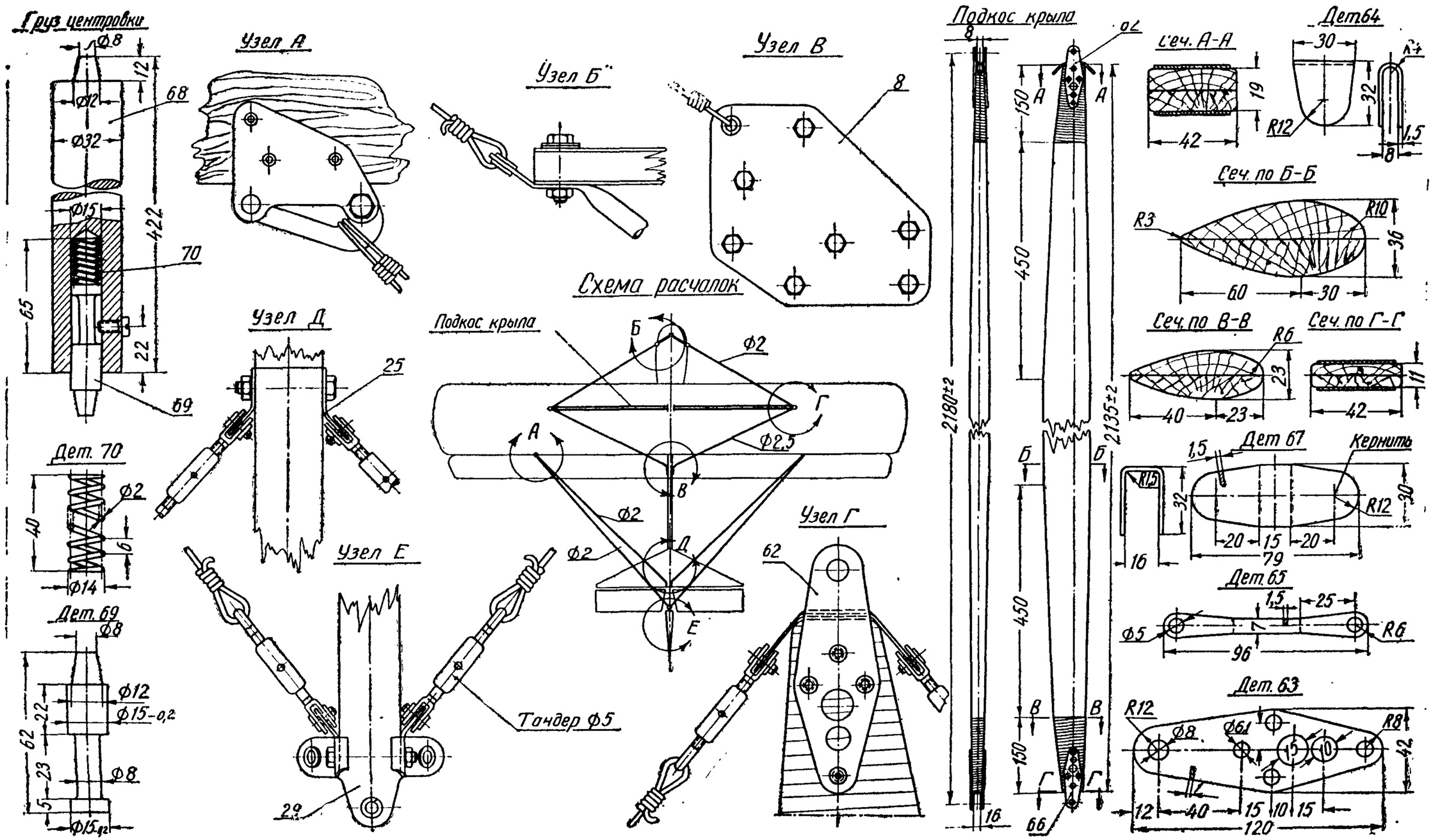


Рис. 65. Планер БРО-11. Расчалки, подкос крыла и центровочный груз

Хвостовое оперение

Хвостовое оперение того же типа, как и у планера БРО-9, но меньшего веса. Конструкция узлов значительно упрощена. Горизонтальное оперение состоит из стабилизатора и двух половин руля высоты, вертикальное — из киля, составляющего заднюю часть хвостовой фермы фюзеляжа, и руля направления. Киль связан со стабилизатором двумя подкосами.

Стабилизатор (рис. 66) имеет в плане форму треугольника. Каркас его собран из лонжерона, семи нервюр, переднего ребра, четырех бобышек и 32 книц.

Лонжерон сделан из сосновой рейки сечением 5×35 *мм*, с фанерной наклейкой в средней части. К задней стенке лонжерона прибиты и приклеены четыре рейки сечением 7×10 *мм*. Эти рейки, помимо увеличения прочности лонжерона, служат для уменьшения ширины щели между стабилизатором и рулем высоты.

Нервюры № 1 (средняя) и № 5 (косая) выполнены из реек сплошного сечения. Остальные нервюры состоят из фанерной стенки и двух полок сечением 5×7 *мм*.

Стабилизатор укрепляется на хвостовой ферме узлами *26* и *30* (см. рис. 57). Для этой цели в носке стабилизатора (узел *Б*, рис. 66) расклепана через две шайбы втулка из трубы диаметром 10—8 *мм*. В середине лонжерона просверлено отверстие диаметром 8 *мм*, в которое входит штырь заднего узла *30*.

На стабилизаторе у нервюр № 3 установлены справа и слева два узла *71*, служащие для крепления подкосов *77* и для подвески руля высоты. В отверстиях узла *71* диаметром 8,1 *мм* расклепаны втулки из трубы диаметром 8—6 *мм*. Каждый узел укреплен болтом размером 5—45 *мм* с гайкой М5.

Руль высоты (рис. 66) состоит из двух частей: правой и левой. Обе части подвешены одним концом к хвостовой ферме, другим — к узлу *71* стабилизатора.

Каркас каждой половины руля высоты состоит из лонжерона, шести нервюр, заднего и бокового ребер, двух бобышек и 14 книц.

Лонжероны и нервюры руля сходны с лонжероном и нервюрами стабилизатора. Сечения ребер указаны на чертеже. К нервюре № 1 приклеены две бобышки размером 25×35×100 *мм*.

На корне каждой половины руля установлены при помощи двух болтов 5—40 *мм* правый и левый кабанчики *72* руля высоты. Каждый кабанчик является пластиной из Д16Т толщиной 2 *мм*. В отверстия пластин диаметром 8,1 *мм* вставлены и расклепаны втулки из трубки диаметром 8—6 *мм* и штырь (дет. *32*). При монтаже оперения втулки кабанчиков надеваются на ось (дет. *24*, рис. 57), проходящую через задний узел *31* для крепления стабилизатора. Штырь служит для крепления серег тросов управления рулем высоты (см. узел *Г*, рис. 69).

Для подвески руля к стабилизатору служат узлы *Г* (рис. 66), состоящие из согнутой стальной 1,5-*мм* пластины *74* с приклепанным штырем *32*. Каждый узел укреплен на лонжероне двумя болтами 5—16 *мм*.

Руль направления (рис. 67) имеет аэродинамическую компенсацию, т. е. часть его площади (около 7,5%) расположена впереди оси вращения руля. В полете эта передняя часть руля помогает отклонению руля и уменьшает усилия на педали.

Руль состоит из лонжерона, шести нервюр, верхней законцовки и заднего ребра, четырех обшивок и шести книц. Лонжерон выполнен из рейки сечением 8—35 *мм*; внизу и в средней части он усилен двусторонними накладками из 2-*мм* фанеры. В лонжероне имеются вырезы

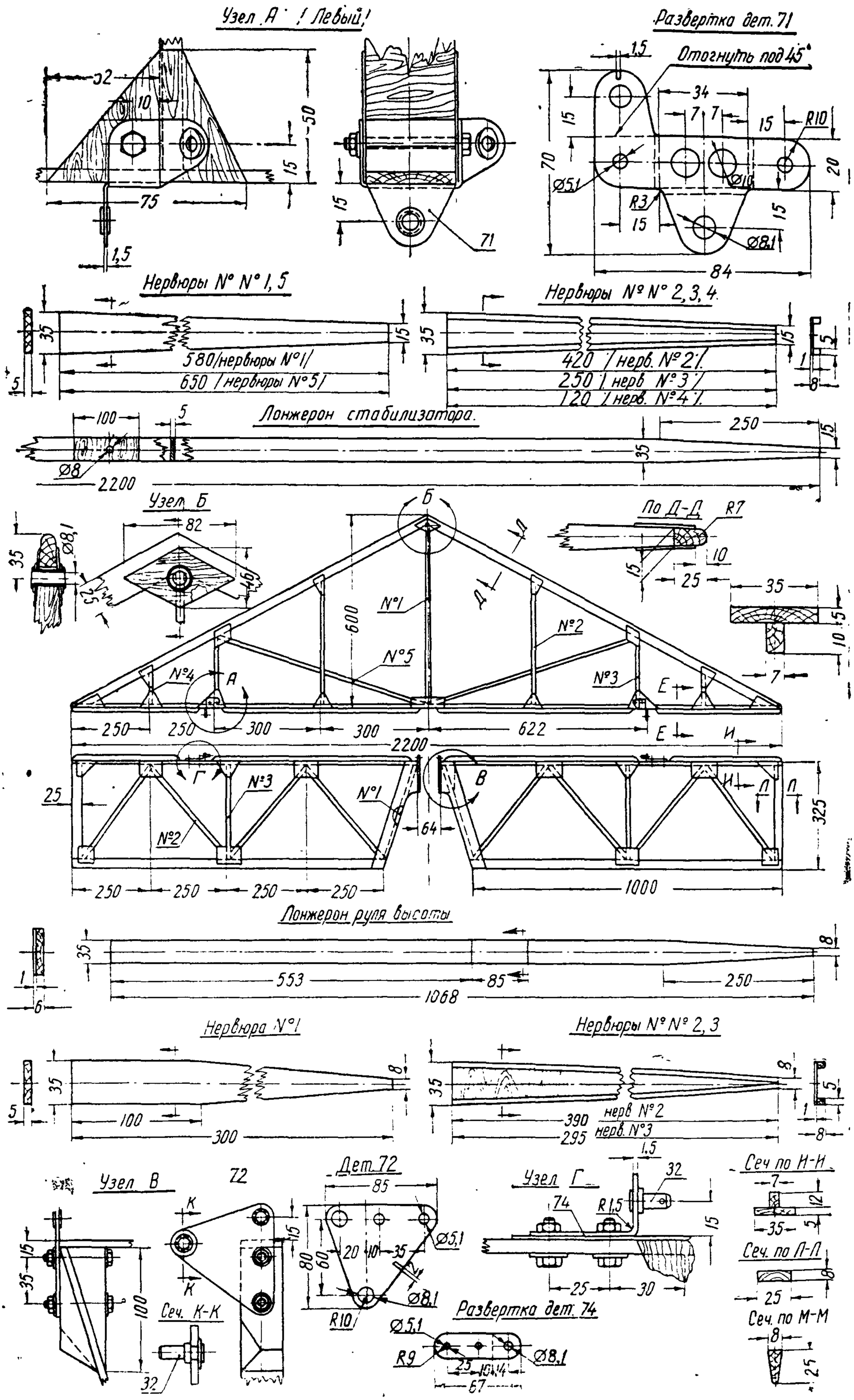


Рис. 66. Планер БРО-11. Стабилизатор и руль высоты

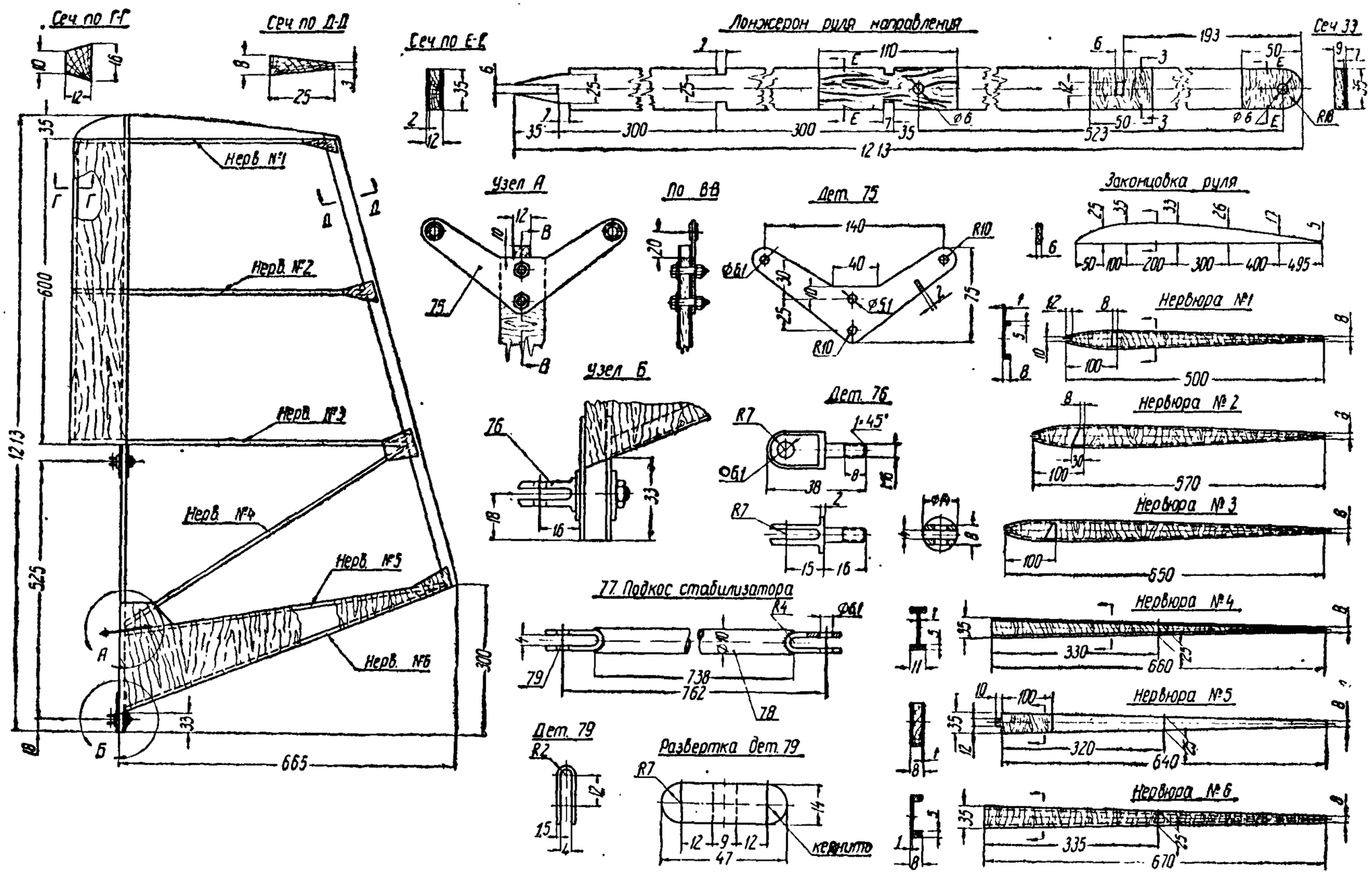


Рис. 67. Планер БРО-11. Руль направления и подкос оперения

для полок трех верхних нервюр и отверстие с односторонней накладкой из 1-*мм* фанеры.

Нервюры руля имеют симметричный профиль. Приводим координаты профиля нервюры № 3 (в *мм*).

X	0	12	32	52	77	100	150	200	300	400	640
$Y_в$	0	9	13	15,25	16,5	17,5	18	17,5	14,25	11,5	4
$Y_н$	0	−9	−13	−15,25	−16,5	−17,5	−18	−17,5	−14,25	−11,5	−4

Профили нервюр № 1 и 2 отличаются от данного профиля только хвостовой частью. Начиная примерно от X=300 *мм* до конца профили образованы касательными прямыми. Остальные нервюры имеют пологие, почти прямые очертания.

Нервюры имеют различную конструкцию, показанную на рис. 67. Трапециевидные отверстия в стенках нервюр № 2 и 3 служат для надевания нервюр на лонжерон. На нервюре № 5 сделан шип, вклеенный в отверстие на лонжероне. На этой нервюре посредством двух болтов размером 5—16 *мм* укреплен кабанчик *75* руля направления. Он выполнен из Д16Т толщиной 2 *мм* и имеет две втулки из 6—4-*мм* трубы.

Для подвески к килю на лонжероне руля установлены два шарнирных вильчатых болта (дет. *76*) с гайками № 6 и шайбами размером 1—6—20 *мм*.

Подкос стабилизатора *77* сварен из трубы *78* диаметром 10—8 *мм* и двух вилок *79*.

Навеска руля направления и крепление подкосов производится с помощью нормальных 6-*мм* валиков с контровочными булавками.

Управление

Ручное управление (рис. 68). Вильчатый шарнир ручки управления укреплен на верхней полке лыжи (см. рис. 56 и 60). В вилке шарнира (дет. 12) помещен карданный сухарь (дет. *80*), который сходен с сухарем подкоса крыла (дет. *38*, рис. 60), но имеет меньшие размеры (12×12×24 *мм*) и отверстия диаметром 6,1 *мм*.

На верхнем конце кардана на болте 6—22 *мм* посажена ручка управления. Она состоит из трубы *82*, вилки *83* с размером развертки 2×30×78 *мм*, трубки *84* диаметром 10—8 *мм*, длиной 32 *мм* и ясеневой головки.

К ручке управления присоединен вал ручного управления. Он сварен из обоймы *87*, трубы *88*, коромысла *89* и втулки *90*. Труба вала *88* диаметром 30—28 *мм* имеет длину 1230 *мм*. Втулка *90* длиной 25 *мм*, выточена из круглой стали диаметром 32 *мм* и облегчена в средней части до диаметра 18 *мм*. Отверстие имеет резьбу М12.

Соединение ручки с валом осуществлено болтом размером 6—44 *мм*, с корончатой гайкой и шплинтом. Болт проходит через распорную трубку *85* диаметром 8—6 *мм*. Задний конец вала управления соединяется ушковым болтом (дет. *91*) со спаренными качалками *92*. Вращение вала происходит на резьбе втулки *90* и болта *91*.

Качалки выполнены из Д16Т толщиной 2 *мм*. В среднем отверстии каждой качалки расклепана втулка (дет. *93*) с шайбой 2—10—14 *мм*, на концах вклепаны втулки из стальных труб диаметром 8—6 *мм*. Качалки посажены на ось (дет. *23*, рис. 57) и укреплены корончатыми гайками М6 со шплинтами. Обе качалки связаны болтом 8—74 *мм* с корончатой гайкой М8 и шплинтом. На болт надеты распорные трубки *94 и 95* длиной 24 *мм* и 10 *мм* и шесть шайб размером 1—8—18 *мм*.

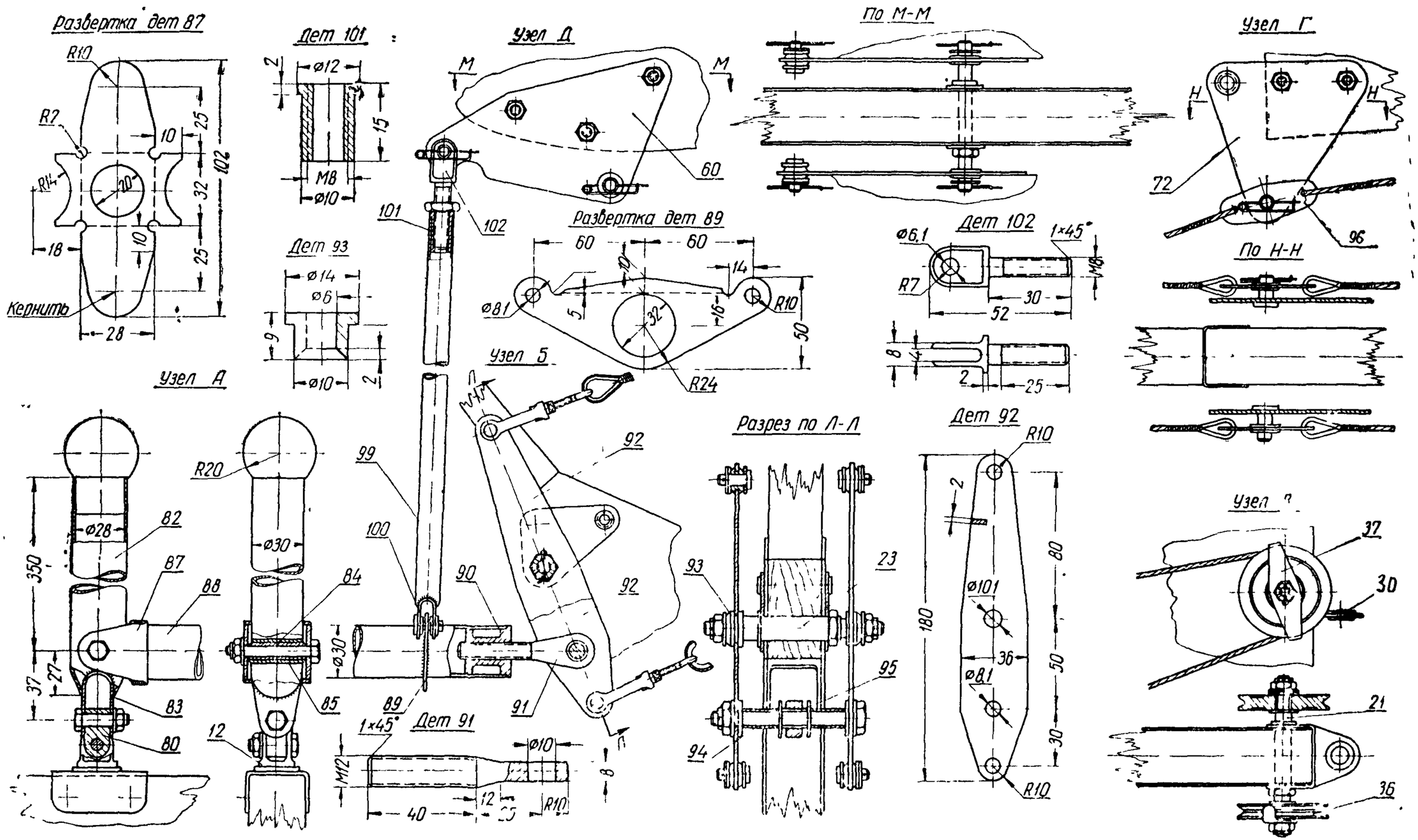


Рис. 68. Планер БРО-11. Ручное управление

Качалки *92* приводят в движение тросы управления рулем высоты. От каждой качалки два троса проходят в хвосту планера и соединяются серьгой *96*, укрепленной на каждом из кабанчиков *72* руля высоты. Нижние тросы переброшены через ролики *36*, укрепленные на оси (дет. *21*, рис. 57). Ролики вращаются на распорных трубках *97* и удерживаются каждый между двумя шайбами 0,8—6—14 *мм* посредством корончатых гаек М6 со шплинтами.

Тросы диаметром 2,2 *мм* натягиваются с помощью 5-*мм* тандеров. Серьга *96*, выполненная из 1-*мм* стали, имеет в середине втулку из пистона 8—6 *мм*.

Управление элеронами осуществляется двумя тягами *98*, соединяющими концы коромысла *89* с кабанчиками *60* обоих элеронов. В местах соединений поставлены валики размером 6—14 *мм* с булавками.

Каждая тяга элерона сварена из трубы *99*, вилки *100* и втулки *101*. В последнюю ввернут вильчатый болт (дет. *102*), закрепленный гайкой М8. Расстояние между центрами болта и вилки *100* равно 820 *мм* с допуском 6 *мм*, в зависимости от условий регулировки. Труба *99* имеет сечение 12—10 *мм*. Вилка *100* согнута из пластины размером 1,5×16×56 *мм*.

При отклонении ручки управления вправо и влево элероны работают, как обычно. Если, например, ручка дается вправо, то левый элерон опускается, а правый поднимается, и наоборот. Кроме того, оба элерона, связанные с рулем высоты, могут одновременно опускаться или подниматься, т. е. работать, как закрылки.

На схеме управления (рис. 69) показано нейтральное положение ручки управления, элеронов и руля высоты. При отклонении ручки на себя вал управления *86* нажимает на нижнюю часть качалок *92* и заставляет их поворачиваться. При этом задняя часть вала поднимается вверх вместе с тягами *98*. Тяги, толкая вверх концы кабанчиков элеронов, вращают их вокруг оси шарниров и опускают вниз оба элерона. Одновременно тросы, идущие от качалок к рулю высоты, поднимают обе половины руля вверх.

При отклонении ручки управления от себя происходят обратные явления. Оба элерона поднимаются вверх, а руль высоты опускается вниз.

При отклонении ручки управления на 20° в каждую сторону отклонение элеронов и руля высоты выражается следующими цифрами:

— при движениях ручки вправо — влево элероны отклоняются вверх на 13° и вниз на 12°;

— при движении ручки на себя элероны опускаются на 7°, руль высоты поднимается на 32°;

— при толкании ручки от себя элероны поднимаются на 2°, руль высоты опускается на 26°.

Опускание обоих элеронов при взятии ручки на себя приводит к тому, что подъемная сила крыла значительно увеличивается почти без изменения угла наклона планера.

Ножное управление (рис. 69) состоит из педали и проводки с двумя парами роликов *36*. Педаль выполнена из ясеневого бруска с тремя пистонами. Средний пистон из трубы 10—8 *мм* насаживается на 8-*мм* осевой болт, проходящий через узел крепления педалей (узел *13*, рис. 60). Болт контрится мягкой проволокой через отверстие в верхней стенке. Два боковых пистона диаметром 6—4 *мм* служат для крепления проволочных уздечек, согнутых по образцу уздечек педалей планера А-1. Узлы проводки ножного управления показаны на рис. 69.

Управление замком самопуска. На поперечине сиденья, с левой стороны, установлена деревянная ручка самопуска. Проволочная

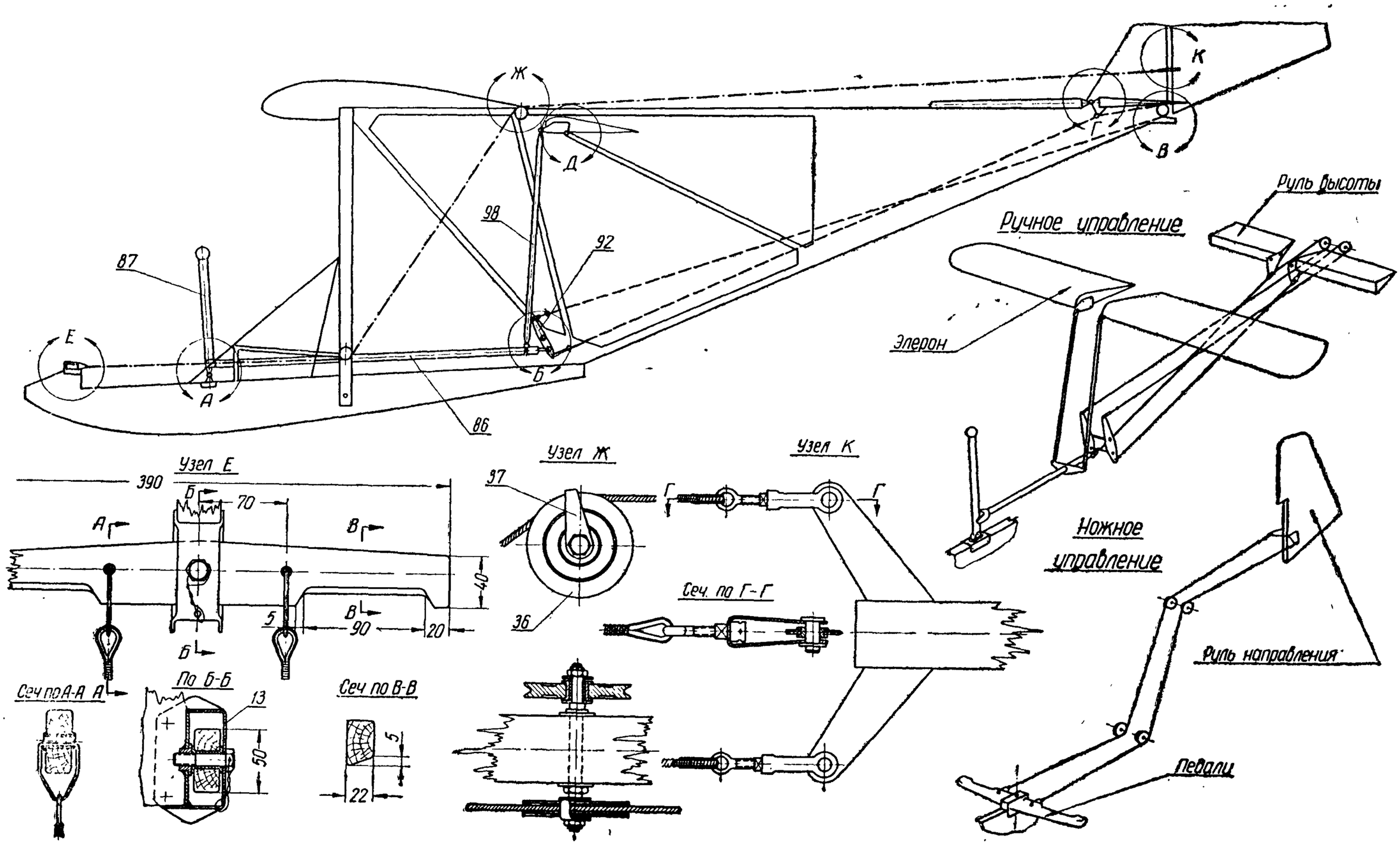


Рис. 69. Планер БРО-11. Схема управления и ножное управление

проводка проходит под сиденьем к замку с левой стороны лыжи. Рычаг замка (дет. *45*, рис. 60) соединен с нижней полкой хвостовой фермы пружиной, предохраняющей замок от преждевременного раскрытия.

* * *

За время эксплуатации планера БРО-11 выявилась необходимость изменения некоторых узлов и деталей планера. Часть этих переделок не внесена в чертежи, и они должны быть оговорены особо.

Коробка лыжи (рис. 56) усилена:

— сечение рейки, подклеенной к верхней полке, увеличено до 20×30 *мм* вместо 12×30 *мм;*

— нижняя полка увеличена по высоте добавлением сверху наклейки размером 10×30×1600 *мм;* в передней части, на длине 950 *мм,* она сострагивается на нет;

— боковые накладки из 8-*мм* фанеры расширены до 100 *мм* вместо 80 *мм;*

— ясеневая лыжа в нижней части коробки заменена стальной оковкой.

Усилен передний верхний конец хвостовой фермы (рис. 57). Для этого подклейка сечением 12×30 *мм,* бобышка под ней и две 2-*мм* фанерные кницы увеличены.

Узлы (рис. 62), служащие для крепления подкосов, заменены новыми, состоящими из двух стальных пластин 1,5-*мм* толщины. В нижней, расширенной части пластин имеются два отверстия для болта крепления подкоса и для швартовочного болта.

Размах каждого элерона уменьшен с наружных концов примерно на 120 *мм* (рис. 64).

Верхний наконечник подкоса крыла *62* переделан под карданный сухарь. Пластинка для крепления расчалок в виде отдельной детали надета на стыковой болт с наружной стороны наконечника подкоса (рис. 65).

Необходимо признать, что задача создания простого и дешевого, так называемого «массового», планера для первоначального обучения молодежи до сих пор еще полностью не решена.

Конструкция планера БРО-11 удовлетворяет в достаточной мере многим требованиям, предъявляемым к конструкции планера для первоначального обучения. Планер достаточно безопасен. В случае потери скорости он не падает на нос, а парашютирует, что объясняется особенностью аэродинамической компоновки. Небольшая удельная нагрузка и целиком разрезное крыло позволяют летать на очень малых скоростях. Планер в полете устойчив. Рули достаточно эффективные, но не чуткие.

Малые габариты планера БРО-11 и его малый вес позволили снизить расход строительных материалов в три-пять раз по сравнению с количеством материалов, потребных для постройки планеров типа А-1 или БРО-9. Экономия материалов и небольшая трудоемкость в изготовлении снизили стоимость планера. Он стоит вдвое дешевле, чем планер БРО-9. Снизилась также стоимость упаковки и пересылки планера. В отличие от других планеров готовый планер БРО-11 в разобранном виде может быть отправлен по железной дороге в обычном товарном вагоне.

Здесь уместно вспомнить о втором (ныне забытом) способе выпуска и рассылки серийной планерной продукции, а именно о выпуске планеров в комплекте. Комплект отличается от готовой машины тем, что наиболее громоздкие части планера (крыло, хвостовая ферма, об-

текатель) посылают в несобранном виде. Такой способ, применявшийся ранее на планерном заводе Осоавиахима и широко распространенный за рубежом, позволит снизить стоимость планера, удешевить его пересылку и, самое главное, даст возможность молодежи собрать свой планер «своими руками».

Основным недостатком планера БРО-11 является малая «живучесть». Срок службы его короток из-за частых поломок конструкции. При грубых посадках ученика, совершенно неизбежных для учебной машины, зачастую ломаются лыжа и передние раскосы хвостовой фермы. Причиной этого являются отсутствие амортизации в посадочном устройстве, совершенно необходимой для каждого учебного планера.

При доводке конструкции БРО-11 необходимо обратить внимание также и на следующие претензии планеристов.

Аэродинамическое качество планера весьма низкое, что вытекает из самого назначения планера. Плохая «летучесть» планера вызывает частые нарушения полетной инструкции путем применения недозволенно мощных средств запуска, что является совершенно недопустимым.

Благодаря особенностям схемы управления, как было отмечено, планер поднимается и опускается почти без изменения угла между продольной осью и горизонтом. Положение носового обтекателя по отношению к горизонту остается таким образом неизменным, и ученик лишается обычного ориентира для определения скорости полета. Желательно пересмотреть с методической точки зрения преимущества и недостатки схемы управления.

Планер очень чувствителен в отношении продольной устойчивости к изменению веса пилота. Желательно повысить продольную устойчивость планера.

Таблица 5

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ УЧЕБНЫХ ПЛАНЕРОВ

Данные планера	Название планера				
	А-1	А-2	БРО-9	БРО-11	КАИ-11
Число мест	1	2	1	1	1
1. Геометрические размеры					
Размах, *м*	10,56	13,05	8,75	7,28	9,43
Длина, *м*	5,60	6,23	5,60	5,17	5,10
Высота на стоянке, *м*	1,70	2,00	1,56	1.40	1,28
Корневая хорда крыла, *м*	1,50	1,70	1,70	1,45	1,09
Концевая хорда крыла, *м*	1,50	0,63	1,16	1,45	1,09
Средняя аэродинамическая хорда (САХ)	1,50	1,35	1,57	1,45	1,09
Площадь крыла, *м*²	15.64	16,13	13,45	10,50	10,20
Удлинение	7,13	10,55	5,70	5,05	8,71
Сужение крыла	1,0	2,70	1,47	1,0	1,0
Поперечное V крыла	1,5°	1,0°	1,5°	1,0°	2,0
Размах элерона (одного), *м*	3,15	3,40	2,50	3,17	4,35
Площадь элеронов (двух), *м*²	3,32	2,14	1,51	2,20	2,30
Плечо элерона, *м*	3,66	4,50	2,96	1,85	2,15
Длина фюзеляжа (с балкой), *м*	4,96	5,37	4,70	4,52	4,60
Высота фюзеляжа (фермы), *м*	1,14	1,30	1,13	1,24	—
Ширина фюзеляжа (макс.), *м*	0,52	0,58	0,57	0,51	0,55
Площадь миделя фюзеляжа, *м*²	0,43	0,48	0,40	—	0,38
Размах горизонтального оперения, *м*	2,80	2,80	2,40	2,20	2,37
Площадь горизонтального оперения, *м*²	2,15	2,15	1,80	1,43	1,36
Площадь руля высоты, *м*²	1,32	1,32	1,00	0,71	0,85
Плечо горизонтального оперения, *м*	3,30	3,50	3,14	1,82	2,56
Размах вертикального оперения, *м*	1,60	1,76	1,23	1,77	1,37
Площадь вертикального оперения, *м*²	1,44	1,70	0,85	1,22	1,12
Площадь руля направления, *м*²	0,92	1,20	0,65	0,71	0,69
Плечо вертикального оперения, *м*	3,3[illegible]	3,70	3,46	2,14	2,88
II. ВЕСА					
Вес конструкции с оборудованием, *кг*	92,0	160.0	92,0	58,0	70.0
Нагрузка полезная, *кг*	72,0	160,0	72,0	60,0	72,0
Полетный вес, *кг*	164,0	320,0	164,0	118,0	142,0
Удельная нагрузка, *кг/м*²	10,5	19,8	12,2	11,2	13,9
III. Летные данные					
Качество максимальное	11,0	13,5	14,3	11,0	15,0
Скорость снижения минимальная, *м/сек*	1,15	1,20	1,16	1.0	1,10
Скорость крейсерская, *км/час*	46	70	6	40	55
Скорость посадочная, *км/час*	37	50	42	30	45
Скорость буксировки (максимальная): самолетом, *км/час*	—	130	110	—	140
наземным агрегатом, *км/час*	70	90	75	—	90

ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ПЛАНЕРЫ

ПЛАНЕР ВА-3/48 «ДНЕПР»

Прототип одноместного тренировочного планера ВА-3 конструкции В. В. Абрамова был построен в 1939 г. и успешно эксплуатировался в Центральной планерной школе. Второй образец планера ВА-3/48 «Днепр» прошел летные испытания в конце 1950 г. (рис. 70).

Планер предназначается для тренировок спортсменов-планеристов по всем видам парящего полета, для полетов в сложных метеорологических условиях и пилотажа.

По схеме планер является свободнонесущим монопланом со средним расположением крыла. Конструкция планера цельнодеревянная, с металлическими узлами.

Фюзеляж овального сечения. Каркас его состоит в основном из 19 шпангоутов, двух лонжеронов, стрингеров и лыжного бруса. В верхней части двух усиленных шпангоутов вклеены лонжероны центроплана размахом 800 *мм*. На них смонтированы узлы для стыковки крыла в виде восьми стальных полос с ушками на обоих концах. На концах лонжеронов надеты нервюры центроплана и установлены стальные трубчатые распорные фермы, соединяющие оба лонжерона. Последние два шпангоута служат лонжеронами киля.

Обшивка фюзеляжа выполнена из 1,5-*мм* и 2-*мм* фанеры. Кабина обшита внутри фанерой толщиной 1,5 *мм*. Сиденье сделано передвижным и может устанавливаться по росту пилота.

Крыло двухлонжеронное, с фанерной обшивкой до заднего лонжерона.

Стыковые узлы представляют собой накладки, сваренные из пластин хромансилевой стали. Стыковку с центропланом производят посредством восьми горизонтальных болтов диаметром 10 *мм* с надетыми на них конусными втулками.

Элероны сходны по конструкции с элеронами планера А-2. Их навешивают на вспомогательный лонжерон крыла с помощью 8-*мм* шарнирных болтов и валиков.

Интерцепторы расположены на верхней поверхности крыла, позади заднего лонжерона крыла. Они склепаны из дуралюминовых листов с текстолитовыми бобышками.

Хвостовое оперение состоит из съемного двухлонжеронного стабилизатора, обшитого фанерой, однолонжеронного руля высоты, киля выполненного заодно с фюзеляжем, и руля направления, имеющего роговую аэродинамическую компенсацию.

Посадочное устройство состоит из лыжи и костыля.

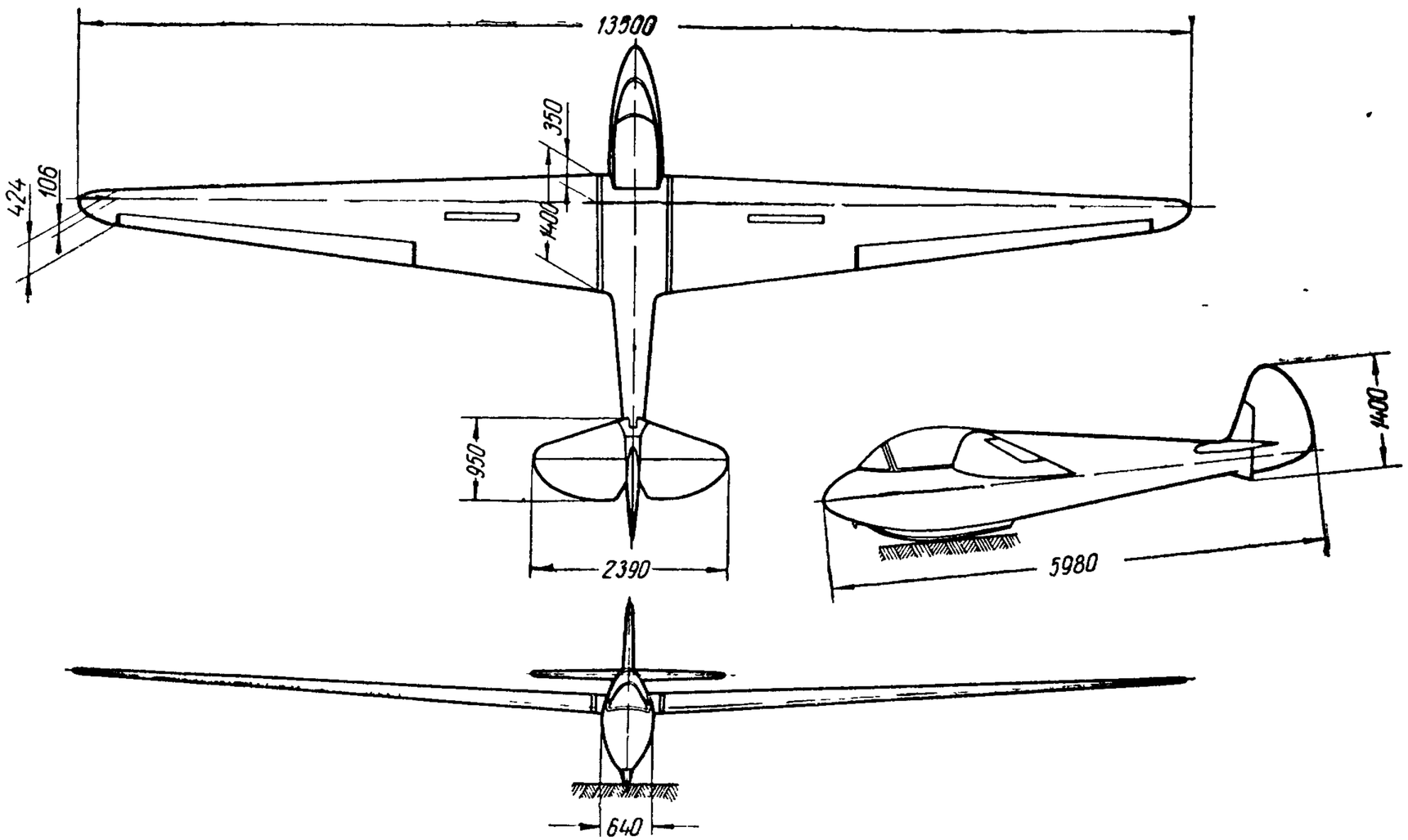


Рис 70 Планер ВА-3/48 «Днепр» конструкции В В Абрамова

Лыжа имеет амортизацию из пяти резиновых колец. Костыль рессорного типа.

Управление ручное — смешанного типа, ножное — тросовое. П-образные педали соединены спереди амортизационным шнуром, перекинутым через ролик. Управление интерцепторами тросовое.

Оборудование состоит из пяти аэронавигационных приборов и часов.

ПЛАНЕР ПАИ-6

Планер ПАИ-6 (рис. 71) конструкции А. И. Пьецуха был построен и прошел испытания в 1949 г. Планер предназначен для выполнения парящих полетов и фигур сложного пилотажа.

По схеме планер представляет собой свободнонесущий моноплан цельнодеревянной конструкции с высоким расположением крыла.

Фюзеляж обтекаемой формы с фонарем, вписанным в обводы, имеет в сечении форму овала, вытянутого снизу.

Каркас фюзеляжа состоит из 24 шпангоутов, трех лонжеронов, набора стрингеров и лыжного бруса. Каркас общит 1,5- и 2-*мм* фанерой. В верхней части фюзеляжа имеется вырез, служащий для прохождения силовых элементов крыла. Четыре узла крепления крыла к фюзеляжу расположены в четырех точках на верхних поперечинах двух усиленных шпангоутов. Вырез в фюзеляже закрыт капотом-зализом из листового дуралюмина.

Крыло состоит из двух консолей, имеющих в плане форму трапеций, соединенных основаниями по оси планера. Профиль крыла ЦАГИ-Р-III с постоянной относительной толщиной по размаху, равной 15,5%.

Конструкция — однолонжеронная, с работающим на кручение носком. Лонжерон двутаврового сечения, состоит из двух полок и фанерной стенки. Задняя часть крыла обтянута полотном.

Обе части крыла стыкуют между собой по лонжерону с помощью болтов и конусных втулок и соединяют затем с фюзеляжем четырьмя узлами, установленными на лобовом стрингере крыла и на лонжероне.

Элероны подвешены к дополнительному лонжерону крыла, в трех точках каждый. Конструкция элерона однолонжеронная, с диагональными нервюрами. Носок обшит фанерой, остальная часть покрыта полотном.

Интерцепторы представляют собой плоские рамки из сосновых брусков с двусторонней фанерной обшивкой. Каждый интерцептор подвешен к лонжерону крыла на трех петлях.

Хвостовое оперение состоит из съемного стабилизатора, руля высоты, киля, выполненного заодно с фюзеляжем, и руля направления с роговой компенсацией. Однолонжеронный каркас стабилизатора обшит фанерой. Руль высоты имеет один лонжерон, фанерную обшивку носка и полотняное покрытие. Каркас руля направления двухлонжеронный. Носок руля до заднего лонжерона зашит фанерой. Весь руль обтянут полотном.

Каждый руль навешен тремя ушковыми болтами с запрессованными шарикоподшипниками. Ответные болты на киле и стабилизаторе вильчатые.

Управление выполнено на шарикоподшипниках. Ручное управление смешанной схемы, с тросовой проводкой управления элеронами в крыле и жесткими трубчатыми тягами управления рулем высоты в фюзеляже.

Ножное управление состоит из педалей, сходных с педалями планера ВА-3/48, тросовой проводки и трех пар направляющих роликов.

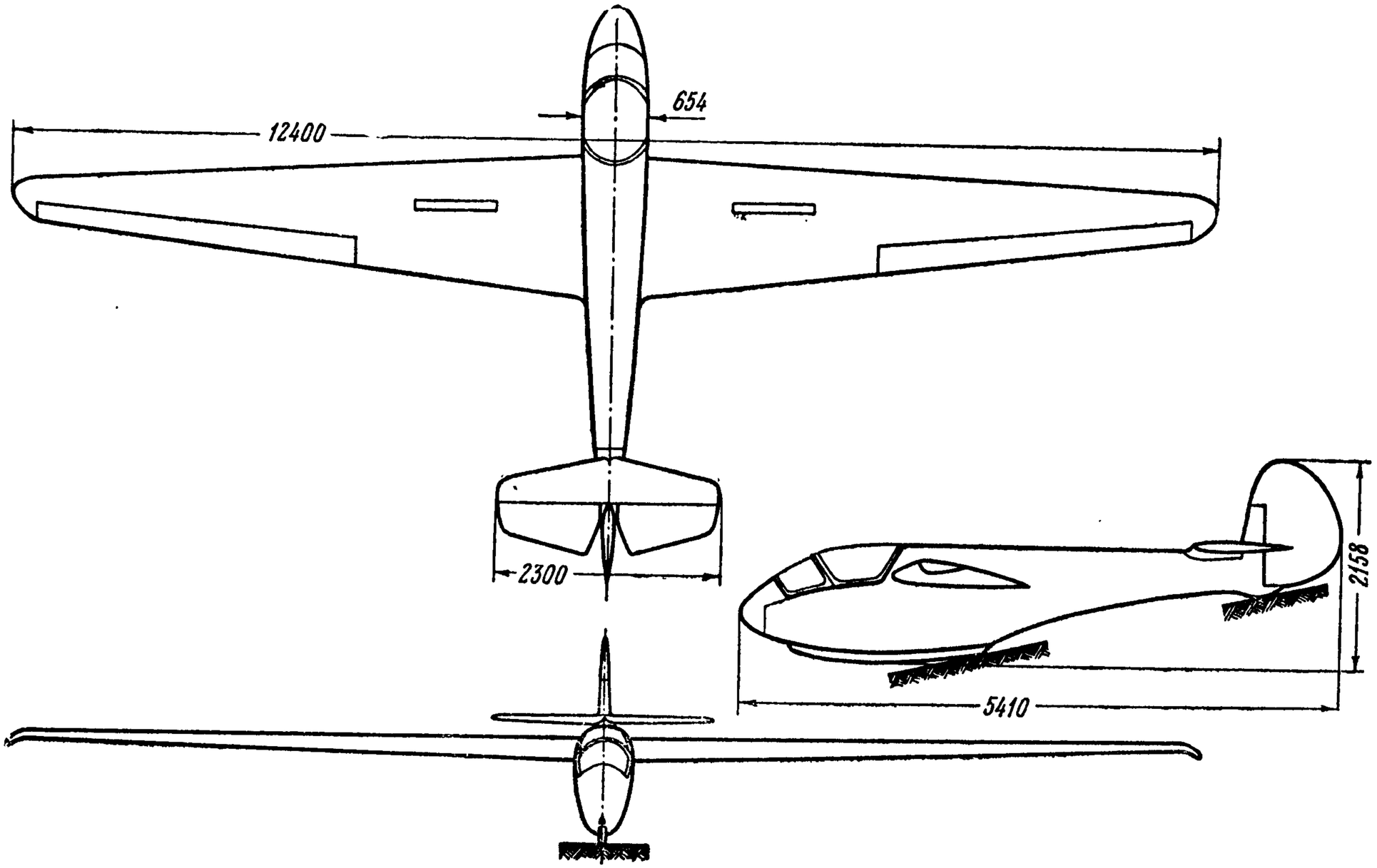


Рис. 71. Планер ПАИ-6 конструкции А. И. Пъецуха

Управление интерцепторами и буксировочным замком тросовое, с рукоятками, установленными на левом борту фюзеляжа. Закрытие интерцепторов (по потоку) производится с помощью амортизационного шнура.

ПЛАНЕР МАК-15

Планер МАК-15 конструкции М. А. Кузакова, построенный в 1952 г., является дальнейшим развитием планеров МАК-8, МАК-12 и МАК-13, построенных в 1935—1937 гг.

Планер спроектирован по своеобразной схеме высококрылого одноподкосного моноплана с правым подкосом (рис. 72 и 73). Форма крыла в плане тоже необычна. Крыло с обратной стреловидностью имеет широко развитый по хорде центроплан, переходящий в горизонтальное оперение. На стабилизаторе крепится и вертикальное оперение.

Такая форма крыла в сочетании с удачным подбором профилей (Д2-10 у корня и Р-III-15,5 на концах) позволила резко улучшить срывные характеристики крыла, что способствует безопасности полета.

Как показали аэродинамические продувки модели планера и летные испытания, критический угол атаки крыла доходит до 20°, а коэффициент подъемной силы крыла после критического угла очень медленно падает до углов атаки порядка 35—40°. Планер самопроизвольно не сваливается в штопор на самых малых скоростях полета. Более того, преднамеренный ввод в штопор осуществить на планере обычным способом затруднительно, вывод же планера из штопора никаких затруднений не представляет и производится стандартным способом.

Планер снабжен одноколесным шасси. Конструкция планера целиком деревянная, с металлическими узлами несложной конструкции.

Гондола

Планер не имеет обычного фюзеляжа, а только гондолу. Аналогично планерам А-1, А-2 и другим гондола имеет плоскую силовую ферму, на которой крепятся сиденье пилота с привязными ремнями, узлы крепления крыла и хвостового оперения, посты ручного и ножного управления, буксировочный замок, замок самопуска и колесо (рис. 74).

С фермой жестко связана кабина пилота, представляющая собой легкий каркас, покрытый полотняной обшивкой (рис. 75).

Силовая ферма (рис. 74) состоит из трех сосновых раскосов сечением 30×30 *мм* и верхнего бруска — 10×30 *мм*. Раскосы фермы и верхний пояс соединяются между собой с помощью сосновых бобышек и книц из 2-*мм* фанеры. Нижним поясом фермы является лыжа, представляющая собой балку коробчатого сечения. Верхняя полка балки имеет сечение 15×30 *мм*, нижняя — 20×30 *мм*, стенки — из 2-*мм* фанеры.

Сверху лыжи устроена подставка для пилотского сиденья и приклеены три бобышки для крепления педалей и поста ручного управления. Внутри лыжи вклеены бобышки для буксировочного замка, узла крепления подкоса и крепления колеса. Задний конец лыжи усилен дополнительно наклейкой снаружи двух сосновых бобышек и фанерными 4-*мм* накладками (сеч. по *А — А*, рис. 74).

Передний узел крепления крыла (рис. 74) выполнен в виде вилки, сваренной из двух щек и трех проушин, вваренных между щеками. Материал узла — 2-*мм* хромансилевая сталь. К двум верхним проушинам приварено по одной шайбе размером 1×20 *мм*, к нижней приварен 6-*мм* болт для крепления спинки сиденья.

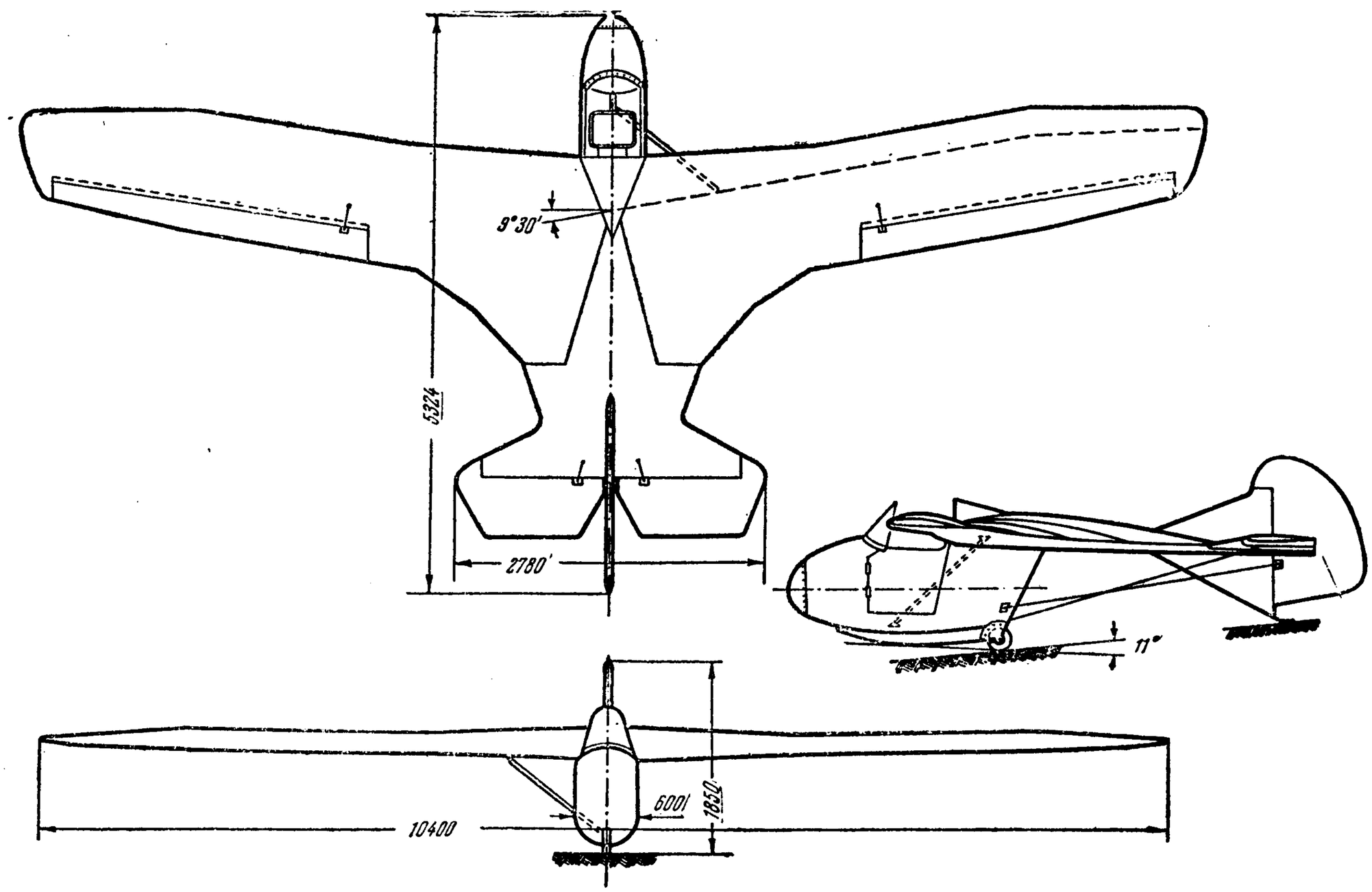


Рис. 72. Схема планера МАК-15 конструкции М. А. Кузакова

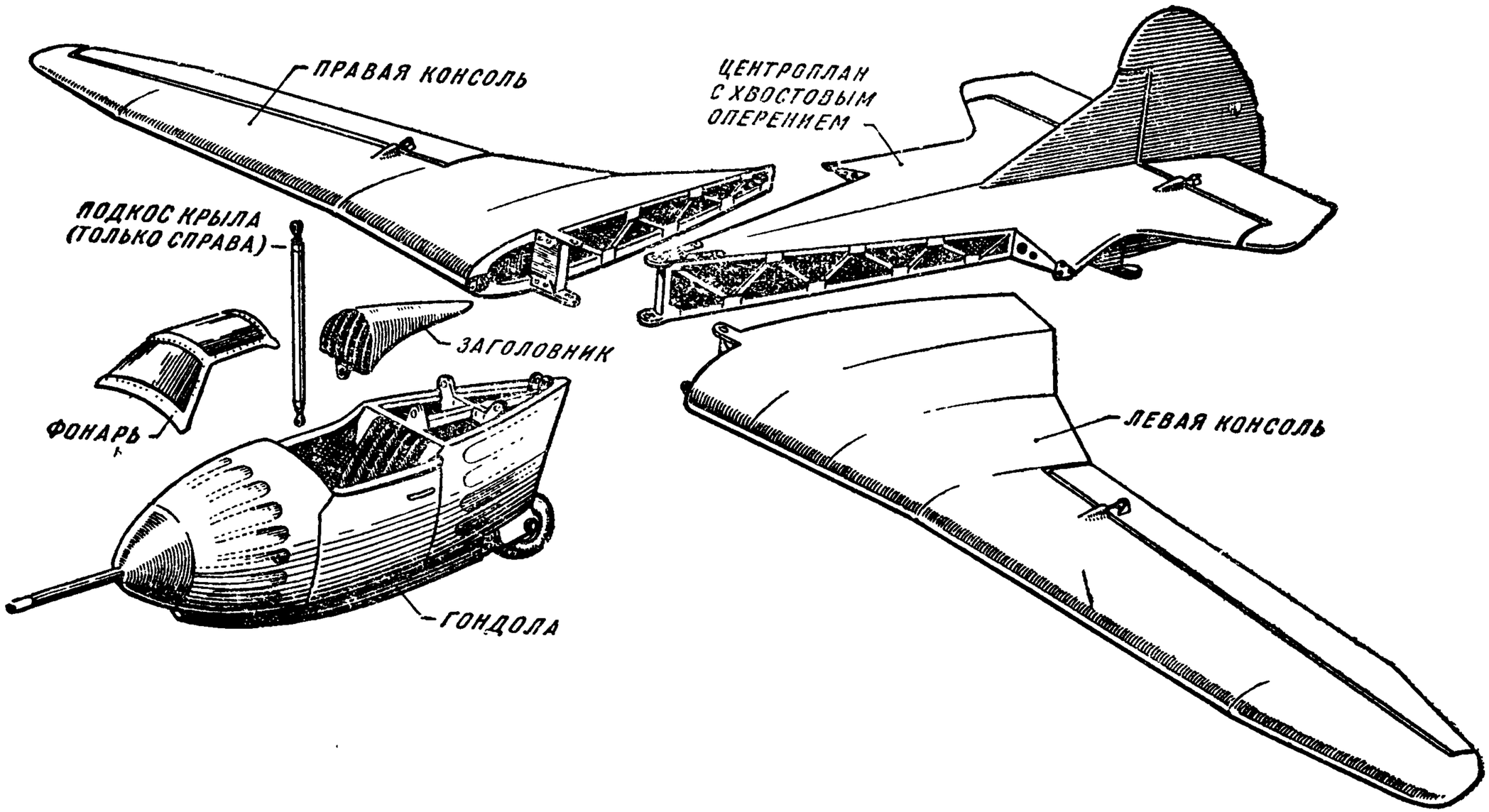


Рис. 73. Конструктивные разъемы планера МАК-15

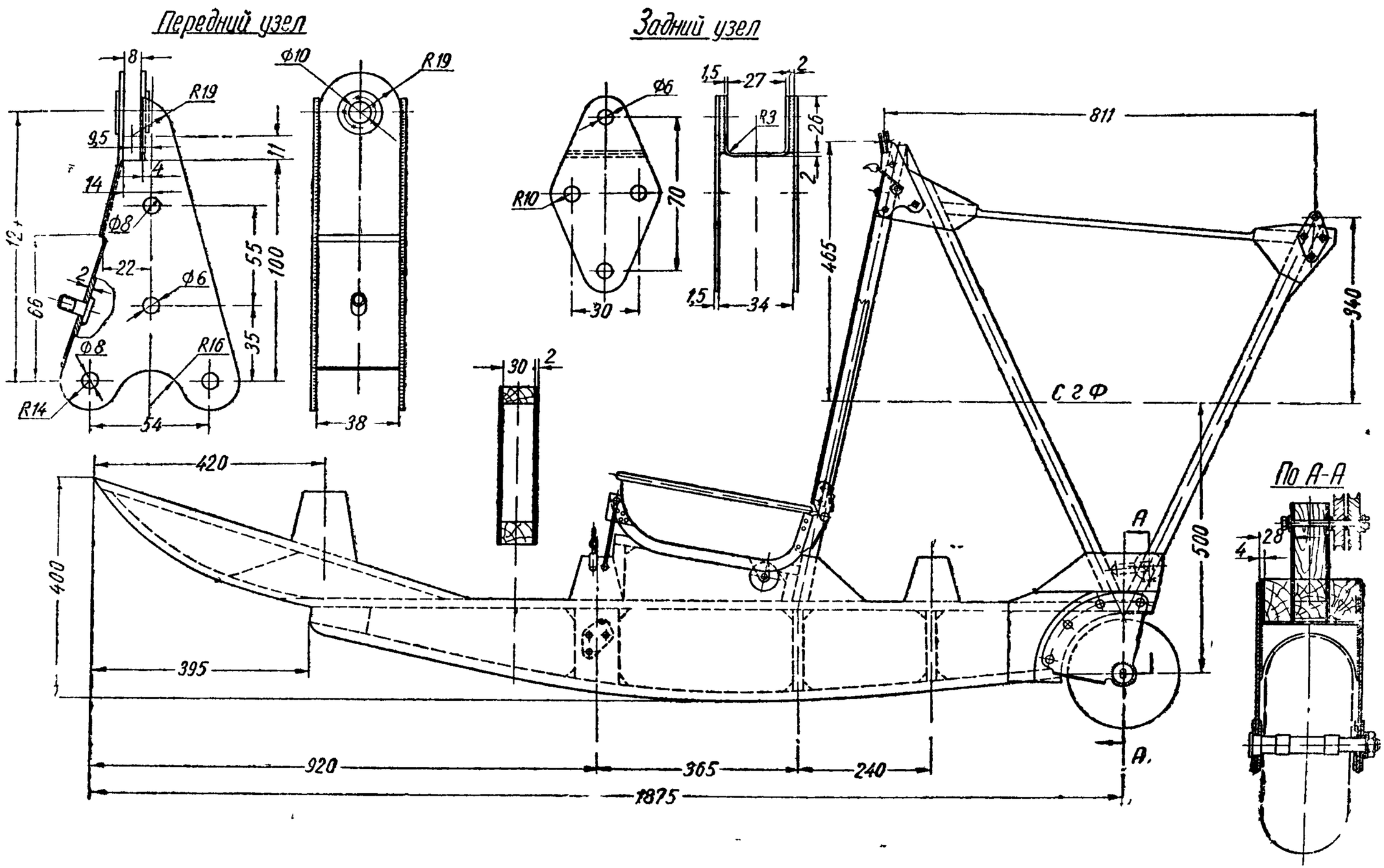


Рис 74 Планер МАК-15 Ферма гондолы и стыковые узлы

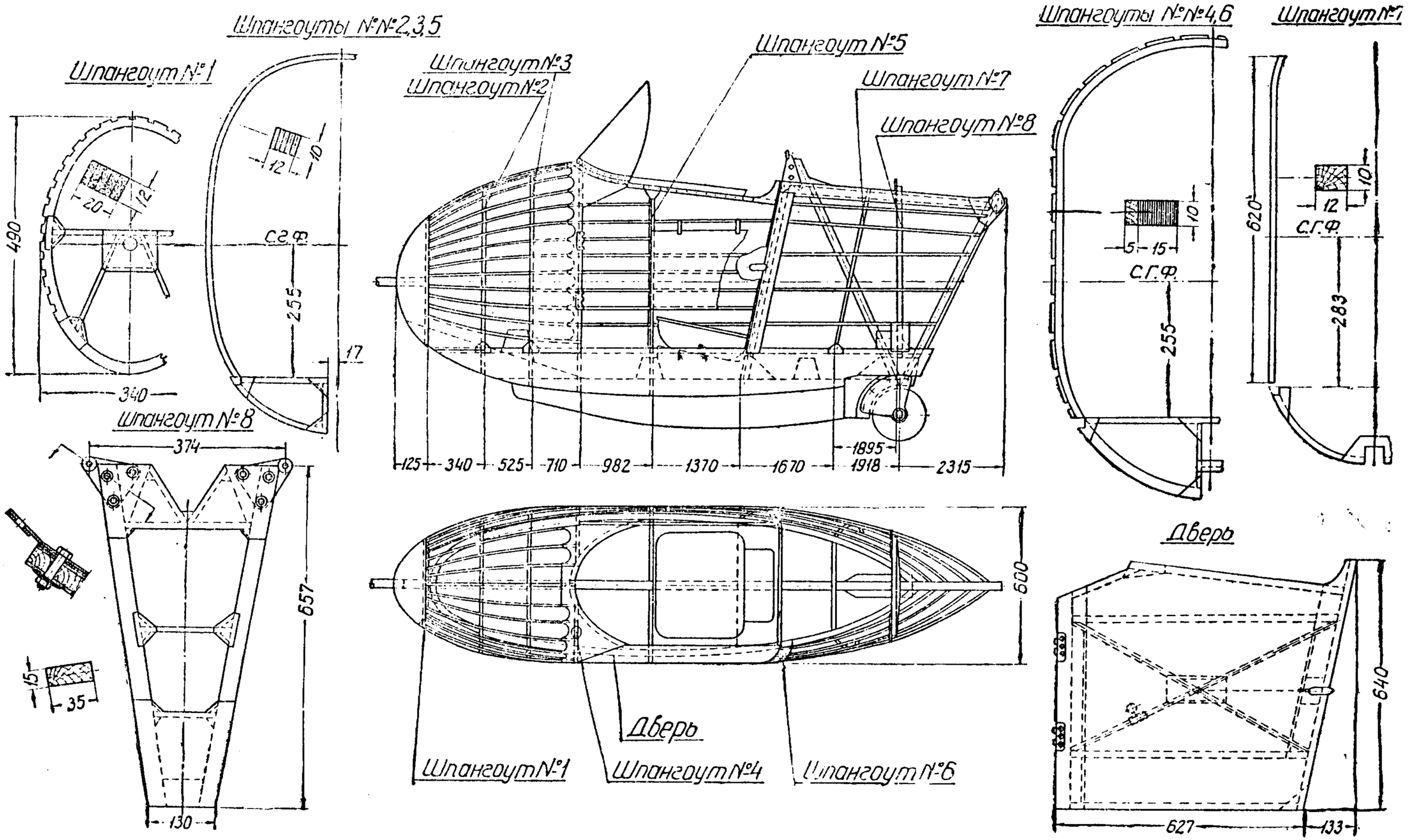


Рис. 75. Планер МАК-15. Каркас гондолы

Узел крепится к ферме тремя стальными 8-*мм* пистонами и одним 6-*мм* болтом, за который крепятся привязные ремни пилота.

Задний узел для крепления оперения выполнен из хромансилевой стали. Он представляет собой вилку, сваренную из двух щек, U-образного вкладыша и двух прокладок (рис. 74). Узел крепится к ферме тремя 6-*мм* болтами.

В средней части лыжи, справа по полету, крепится тремя 6-*мм* болтами ушко для крепления подкоса кабины. Ушко согнуто из 2-*мм* стали и усилено наваркой шайбы 2,5×20 *мм*.

Сиденье пилота состоит из чашки и спинки. Чашка сиденья является готовым изделием (на планере использовано самолетное сиденье). Чашка спереди крепится к лыже двумя стальными трубчатыми подкосами. Сзади чашка укреплена к передней стойке фермы одним 8-*мм* болтом с помощью двух кронштейнов, приклепанных к сиденью.

Спинка сиденья выполнена из 3-*мм* фанеры, усиленной по краям и в середине рейками сечением 10×15 *мм* и 10×10 *мм*. Спинка сиденья крепится шарнирно к чашке с помощью кронштейнов и двух валиков диаметром 6 *мм*. Валики крепятся булавками. Сверху спинка прикреплена 6-*мм* болтом к переднему узлу крепления крыла. Спинка имеет мягкую подушку из дерматина с волосяной набивкой.

Привязные ремни пилота стандартного самолетного типа с быстродействующим замком. Плечевые ремни крепятся при помощи стальной скобы за болт крепления переднего стыкового узла крыла с фермой. Поясные ремни прикреплены к замку, который одним ремнем связан с лыжей. Для этой цели на бобышке перед сиденьем укреплена на 6-*мм* болте скоба, согнутая из 2-*мм* пластины с приваренным к ней ушком.

Вся силовая часть гондолы закрыта легкой кабиной. Каркас кабины состоит из 8 шпангоутов, 27 стрингеров, верхней дуги и носового кока (рис. 75).

Передний шпангоут набран из обода, склеенного из пяти реек и трех раскосов сечением 8×12 *мм*. Эти раскосы связаны в центре шпангоута тремя бобышками из липы и двумя кницами из 1-*мм* фанеры. В бобышке прорезано отверстие диаметром 29 *мм* для крепления кронштейна трубки ПВД. В шпангоут врезаются концы всех стрингеров, образующих форму кабины. У шпангоута № 7 ободок выполнен из рейки сечением 10×12 *мм*. Шпангоуты № 6 и 7 поставлены наклонно (в соответствии с углом наклона спинки сиденья), остальные шпангоуты стоят вертикально. Шпангоуты № 4 и 6 окантовывают вырез левой стороны кабины под дверь. Поэтому каркас кабины с левой стороны усилен на этих шпангоутах наклейкой фанерных лент шириной 50 *мм*.

Шпангоуты крепятся к лыже, верхней дуге и фанерной обшивке нижней части кабины кницами из 1-*мм* фанеры и уголками из липы. Шпангоут № 6 крепится дополнительно к передней стойке и верхнему бруску фермы раскосами сечением 15×15 *мм* (на чертеже не указаны). Ободок шпангоута усиливается наклейкой ленты из фанеры толщиной 1 *мм*.

Шпангоут № 8 (рис. 75) является силовым. Шпангоут собран из двух стоек сечением 15×35 *мм*, распорок сечением 10×15 *мм*, книц из 1-*мм* фанеры и фанерной стенки толщиной 1,5 *мм*.

Для установки узлов шпангоут усилен сосновыми бобышками и фанерными накладками. Шпангоут крепится к раскосам фермы и к лыже с помощью больших сосновых бобышек на клею.

На шпангоуте крепятся тремя 6-*мм* болтами два узла подвески кабины к лонжеронам крыла. Каждый узел изготовлен из хромансилевой 1,5-*мм* пластины и усилен наваркой шайбы. Под узлами для уси-

ления древесины на смятие на шпангоут наклеены хромансилевые накладки размером 1,5×86×90 *мм*. Накладки приклеены клеем БФ-4.

Стрингеры сделаны из реек сечением 5×10 *мм* и накладываются на шпангоуты без врезки, только в шпангоуты № 1, 4 и 6 стрингеры врезаны.

Верхняя дуга сечением 20×20 *мм* выклеивается из фанерных лент толщиной 2 *мм*. Дуга имеет мягкий валик из дерматина с волосяной набивкой.

Кабина снабжена козырьком из органического стекла, укрепленным к дуге кабины дуралюминовым уголком, согнутым из листа толщиной 1,5 *мм*. Уголок крепится к козырьку и к дуге 4-*мм* болтами с полукруглой головкой. Между уголком и стеклом проложена резиновая прокладка толщиной 1 *мм*.

Пол, выполненный из 2-*мм* фанеры, крепится к лыже и шпангоутам рейками и фанерными кницами.

Кабина обшита в нижней части (до пола пилота) 1-*мм* фанерой, в остальной части обтянута полотном марки А-85.

Кок кабины выколочен из дуралюмина толщиной 1 *мм* и укреплен шурупами к шпангоуту № 1. В центре кока прикреплена стальная втулка для крепления кронштейна трубки ПВД.

Дверь кабины навешена на двух петлях к шпангоуту № 4 и имеет штыревой замок, открывающийся изнутри и снаружи. Дверь сделана из 1-*мм* фанеры, подкрепленной набором реек.

С правой стороны кабины установлен подкос, соединяющий кабину с лонжероном крыла и воспринимающий боковые удары при посадке. Подкос выполнен из дуралюминовой трубки диаметром 32×28 *мм* и имеет по концам два вильчатых наконечника, один из которых сделан регулируемым.

Заголовник согнут из дуралюминового листа толщиной 1 *мм*, имеет деревянную переднюю стенку и подушку, набитую волосом.

Обшивка кабины покрыта тремя слоями нитролака и окрашена серебряной нитрокраской.

Крыло

Крыло состоит из двух консолей, стыкующихся по оси планера. Для предотвращения концевых срывов и для увеличения плеча оперения крыло имеет обратную стреловидность в 9°30′ по оси лонжерона.

Крыло представляет собой однолонжеронную конструкцию с работающим на кручение носком, обшитым фанерой.

Каркас консоли крыла (рис. 76) состоит из лонжерона, носового и хвостового стрингеров, концевой дуги и 21 нервюры.

Лонжерон имеет постоянную ширину полок по всему размаху, равную 40 *мм*, и состоит из двух полок, двух стенок и диафрагм. Верхняя полка имеет толщину 43 *мм* у корня и 8 *мм* у конца лонжерона, нижняя — соответственно 25 *мм* и 8 *мм*. Полки выклеены из набора сосновых реек.

Передняя стенка лонжерона, выполненная из 1-*мм* фанеры, начинается у корня и заканчивается у нервюры № 12. Задняя стенка сделана до нервюры № 11 из 1,5-*мм* фанеры и далее до конца — из 1-*мм* фанеры. Волокна наружной рубашки фанеры ориентированы под углом 45° к оси лонжерона.

В передней стенке лонжерона, между нервюрами № 7 и 8, и в задней, между нервюрами № 9 и 10, вырезаны по два овальных отверстия для прохода тросов управления элеронами. Отверстия окантованы 1-*мм* фанерой шириной 15 *мм*.

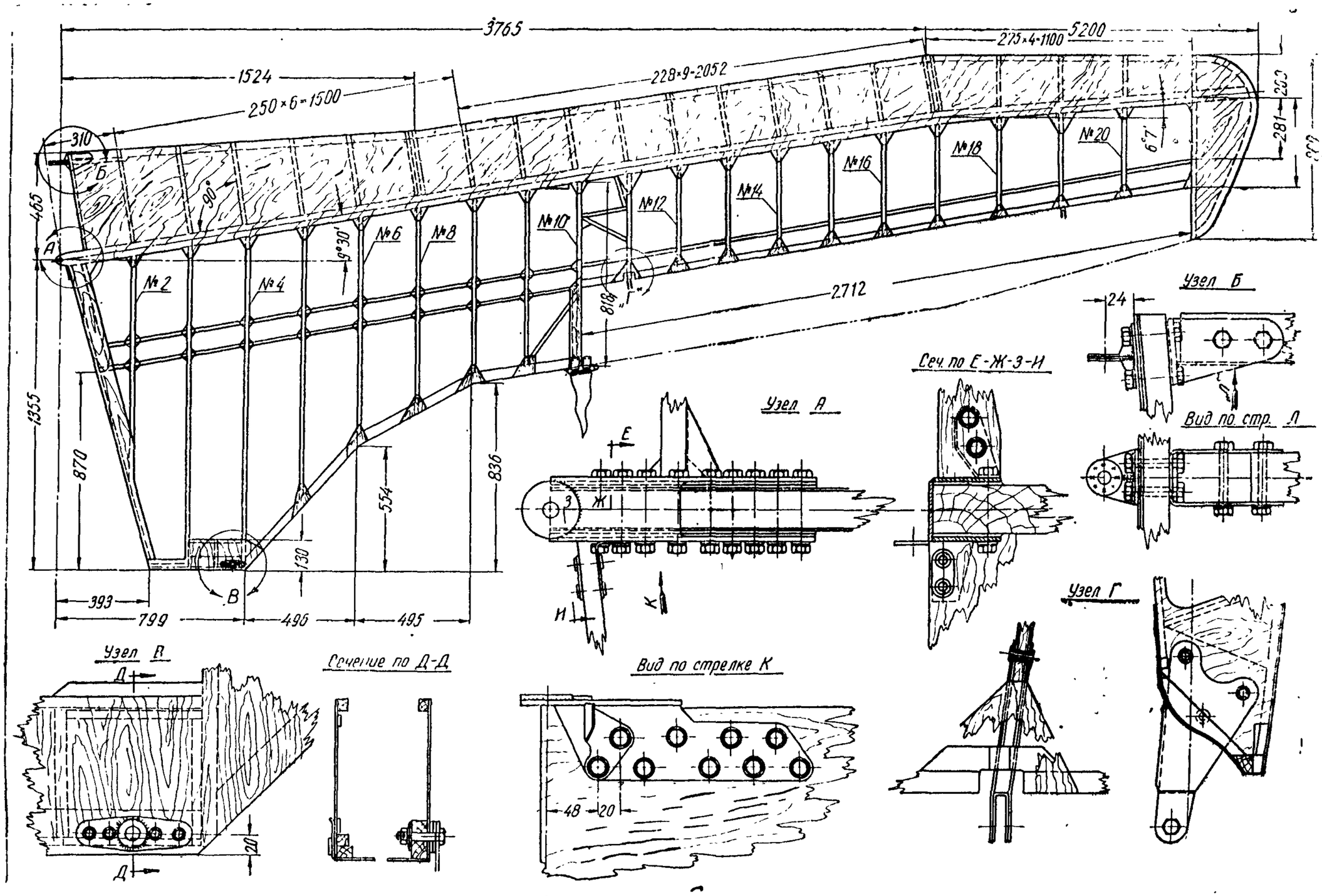


Рис. 76. Планер МАК-15. Каркас крыла

Диафрагмы выполнены из сосновых планок сечением 8×40 *мм*, приклеенных к полкам лонжерона посредством уголков из липы.

Лонжерон в плане имеет излом у нервюры № 17. В месте излома лонжерон разрезан, и стык выполнен посредством дуралюминовых накладок толщиной 1 *мм*, укрепленных стальными пистонами диаметром 6 *мм*. Нервюра в месте стыка крепится к лонжерону с помощью металлических уголков и пистонов.

Нервюры крыла разрезаны и состоят из носков рамной конструкции и ферменных хвостиков. Все носки нервюр до нервюры № 17 поставлены нормально к оси лонжерона, остальные носки и все хвостики направлены по полету.

Типовая конструкция носка нервюры состоит из верхней и нижней балочек, связанных в носке косынкой из 1-*мм* фанеры. Каждая балочка имеет корытное сечение и состоит из двух реек и 1-*мм* фанерной стенки.

Хвостик нервюры представляет собой раскосную ферму, собранную из реек 6×8 *мм*, с кницами из 1-*мм* фанеры. Носок и хвостик корневой нервюры усиленного типа. Сечения полок у носка увеличены до 10×20 *мм* и 15×20 *мм*, у хвостика — до 10×15 *мм*.

Хвостики нервюр № 11 и 19, на которых установлены узлы подвески элерона, — усиленного типа, с двусторонней фанерной обшивкой, имеющей отверстия облегчения.

Передний стрингер имеет толщину 12 *мм* и переменную по размаху ширину от 25 до 15 *мм*.

Концевая дуга сечением 10×30 *мм* выклеена из набора реек. Задний стрингер имеет такое же сечение, но изготовлен из целой планки.

На участке элерона задний обрез крыла зашит 1-*мм* фанерой, образующей профилированную щель.

В корневой части крыла длинные хвостики нервюр в поперечном направлении поддерживают два стрингера сечением 8×8 *мм*, по верхней и нижней поверхности крыла.

Обшивка носовой части крыла фанерная, толщиной 1,5 *мм* от корня до нервюры № 11 и 1-*мм* — далее до конца. Хвостовая часть крыла обтянута полотном. Обшивка покрыта тремя слоями аэролака и окрашена серебряной нитрокраской. Для подхода к роликам управления элеронами между нервюрами № 10 и 11, в нижней обшивке крыла, за лонжероном, сделан лючок, закрываемый фанерной крышкой.

Взаимная стыковка обеих половин крыла (рис. 76) осуществляется по лонжерону четырьмя хромансилевыми башмаками, связанными с полками лонжерона девятью 8-*мм* болтами.

Стыковой башмак согнут из хромансилевой листовой стали толщиной 3 *мм*. Проушины для стыкового болта усилены наваркой шайб размером 3—44 *мм*. По носку крыло стыкуется двумя узлами, установленными на носках нервюры № 1 крыла.

Передний стыковой узел представляет собой сварной кронштейн из 2-*мм* листовой стали. Кронштейн связан с нервюрой и лобовым стрингером четырьмя 6-*мм* болтами. Связь кронштейна со стрингером осуществляется посредством сварной коробочки, которая крепится к стрингеру двумя 6-*мм* болтами. В конце крыла к лонжерону двумя 6-*мм* болтами закреплена концевая предохранительная опора, за которую осуществляется и швартовка планера.

На правом крыле у нервюры № 5 на лонжерон поставлен узел крепления подкоса.

Элероны

Элероны — щелевого типа. Каркас элерона состоит из лонжерона, 13 нервюр, лобового и хвостового стрингеров (рис. 77).

Лонжерон — корытного сечения, полки сделаны из реек 10×10 *мм*,

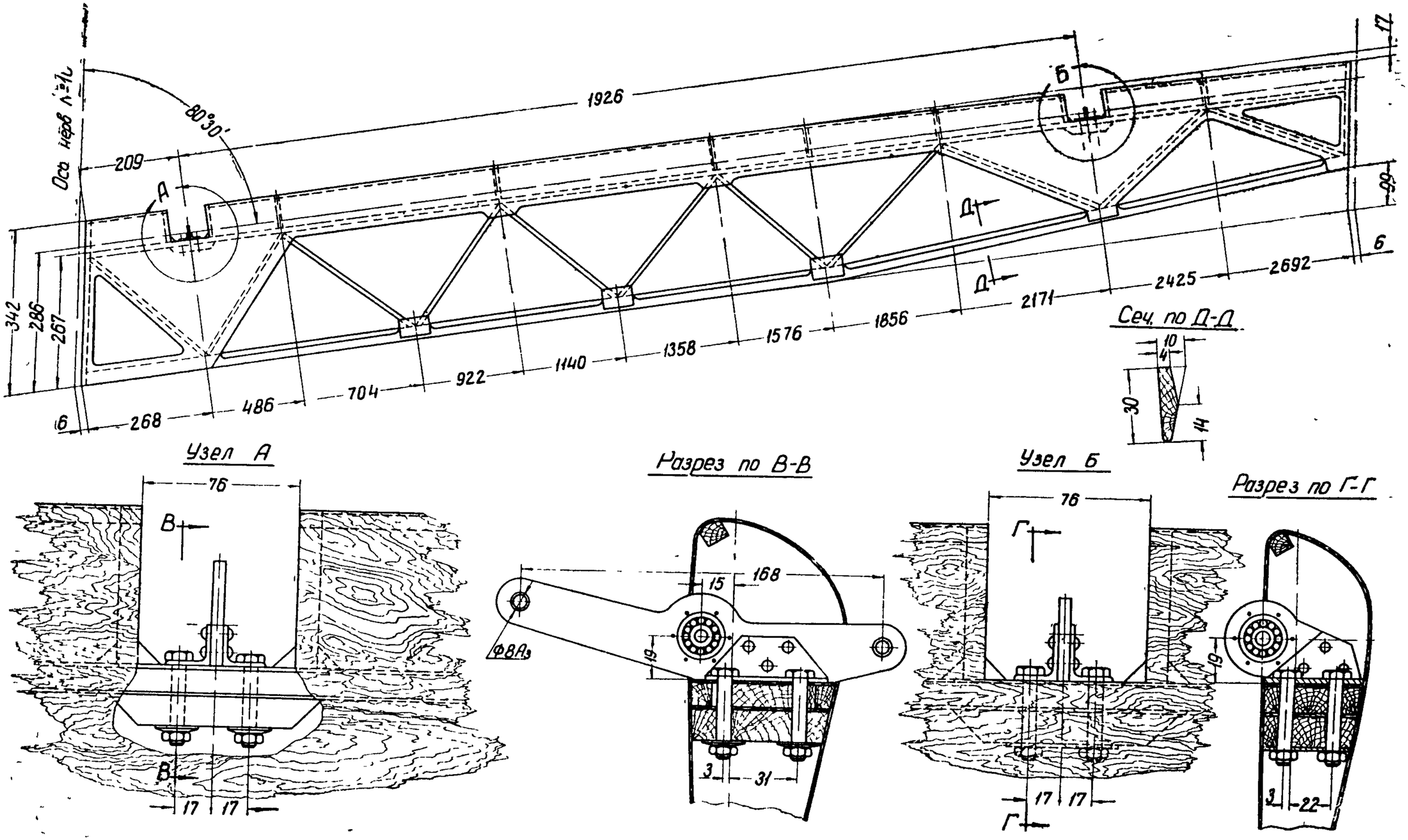


Рис. 77. Планер МАК-16. Элерон

стенка — из 1-*мм* фанеры. Для установки узлов подвески элерона к крылу лонжерон имеет сосновые бобышки.

Нервюры выполнены разрезными. Хвостики образуют раскосную решетку. Носки нервюр вырезаны из липовой планки толщиной 6 *мм*. Хвостики изготовлены из двух полок 6×6 *мм*, 1-*мм* фанерной стенки и фанерных книц.

Лобовой стрингер имеет сечение 10×10 *мм*, хвостовой — 10×30 *мм*.

Весь носок элерона и хвостовая часть в местах подвески элерона зашиты 1-*мм* фанерой, остальная часть покрыта полотном А-85.

Элерон подвешен к крылу на двух шарнирах (рис. 77), выполненных из 6-*мм* листового дуралюмина с запрессованными шарикоподшипниками. Внутренний шарнир служит одновременно кабанчиком для управления элероном. Шарниры установлены на лонжероне с помощью дуралюминовых уголков и крепятся к лонжерону 6-*мм* болтами. Ответные кронштейны на крыле установлены на нервюрах крыла № 11 и 19 и согнуты из 1-*мм* стали (рис. 76).

Хвостовое оперение

Оперение состоит из стабилизатора, руля высоты, киля и руля направления.

Стабилизатор (рис. 78) выполнен заодно целое с центральной частью крыла. Их общий каркас состоит из трех лонжеронов, центральной нервюры, двух косых нервюр, шести носков консольной части стабилизатора и двух внутренних раскосов.

Задний лонжерон—корытного сечения, состоит из двух полок сечением 10×10 *мм*, стенки из 1-*мм* фанеры, стоек и бобышек. На лонжероне установлены шесть узлов для подвески руля высоты и узел крепления лонжерона киля.

Центральная и две косые нервюры (рис. 78) — силовые. Они передают нагрузки от оперения на фюзеляж, и каждая из них представляет собой ферму, собранную из полок и раскосов, связанных косынками из 1-*мм* фанеры. Полки имеют переменное сечение.

У центральной нервюры на конце полки имеют сечение 10×15 *мм*, у корня — 20×20 *мм*. Косые нервюры имеют полки сечением 15×20 *мм* у конца и 20×20 *мм* у корня и рейки сечением от 10×15 *мм* до 20×20 *мм*. Для установки узлов стыковки с крылом центральная нервюра имеет ряд бобышек.

Носки нервюр № 1 и 2 выполнены из липы, носок нервюры № 3 собран из полок сечением 6×8 *мм* и 1-*мм* фанерной стенки.

Средний лонжерон обеспечивает форму стабилизатора в поперечном сечении и представляет собой раскосную ферму, набранную из реек сечением 10×10 *мм* и зашитую с одной стороны 1-*мм* фанерой.

Внутренние раскосы стабилизатора связывают стыковые узлы стабилизатора с лонжероном стабилизатора. Раскосы — коробчатого сечения, выполнены из полок сечением 10×20 *мм*, 1-*мм* фанерной стенки, стоек и книц. Лобовой стрингер имеет сечение 10×30 *мм*.

Стабилизатор стыкуется с крылом и фюзеляжем в четырех точках. Передний узел представляет собой две стальные 1,5-*мм* накладки, крепящиеся к центральной и косым нервюрам 6-*мм* болтами с помощью двух дуралюминовых уголков. Под накладками к каркасу клеем БФ-4 приклеена хромансилевая пластина толщиной 1,5 *мм* (узел *Б*, рис. 78).

Узел соединен с лонжеронами крыла общим стыковым болтом диаметром 12 *мм* на конусных втулках.

Два узла на переднем лонжероне и раскосах соединяют стабили-

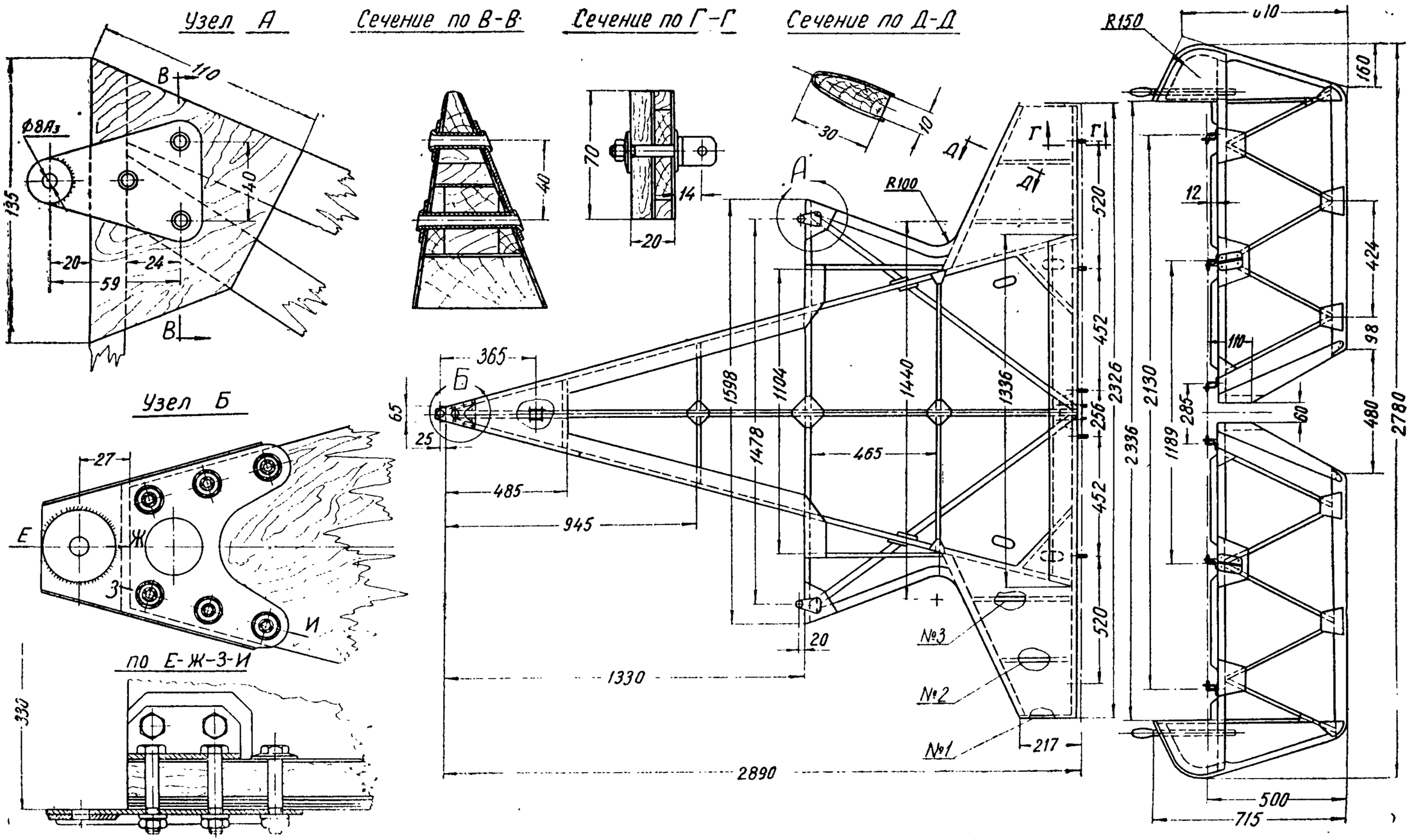


Рис. 78. Планер МАК-15. Горизонтальное оперение

затор с задними кромками крыла и передают на крыло нагрузки от вертикального оперения. Каждый узел выполнен в виде уха из 1-*мм* стали с наваренной шайбой и крепится тремя 6-*мм* пистонами с шайбами на нижней стороне стабилизатора.

К центральной нервюре, в нижней части ее, на расстоянии 365 *мм* от оси стыкового болта крепится тремя 6-*мм* болтами сварной кронштейн, соединяющий стабилизатор с фермой фюзеляжа.

Стабилизатор обшит частично 1-*мм* фанерой и полотном.

Руль высоты состоит из двух половин, управляемых раздельно. Каркас каждой половины руля (рис. 78) состоит из лонжерона, пяти одинаковых косых нервюр, концевой нервюры, заднего стрингера, концевой дуги и металлического обтекателя внутреннего торца руля.

Лонжерон руля — сплошного сечения 8×63 *мм*, постоянного по всей длине, имеет ясеневые наклейки для крепления узлов подвески руля к стабилизатору. Узлы подвески руля и кабанчик такие же, как и у планера А-2.

Нервюры состоят из полок сечением 6×8 *мм* и 1-*мм* фанерной стенки. Стрингер и концевая дуга сечением 10×30 *мм*.

Обтекатель внутреннего торца руля изготовлен из согнутого листа дуралюмина толщиной 0,8 *мм*, укреплен шурупами к лонжерону руля и на заклепках — к заднему стрингеру.

Показанные на чертеже весовые балансиры руля высоты были сняты в процессе эксплуатации.

Киль (рис. 79) имеет треугольную форму. Каркас киля собран из лонжерона, двух нервюр, двух лобовых стрингеров и двух стоек сечением 15×30 *мм*.

Лонжерон коробчатого сечения, состоит из двух полок, распорок и 1-*мм* фанерной обшивки. Задняя полка имеет сечение 20×40 *мм*, передняя — 10×40 *мм*. Лобовой стрингер выфрезован из бруска 25×40 *мм* и имеет С-образную форму. К нижнему стрингеру двумя 6-*мм* болтами крепится костыль, представляющий собой стальную рессору из одной пластины. Лонжерон киля соединен с лонжероном стабилизатора сварным узлом из 1,5-*мм* стали с четырьмя 8-*мм* болтами.

Лобовые стрингеры приклеены к лонжерону киля и центральной нервюре стабилизатора посредством фанерных косынок и липовых уголков.

Руль направления имеет каркас, собранный из двух лонжеронов, восьми нервюр и обода (рис. 79).

Передний лонжерон состоит из сосновой планки сечением 10×40 *мм* с наклеенными под узлы подвески руля бобышками из ясеня. Узлы подвески и кабанчик аналогичны узлам планера А-2.

Нервюры собраны из двух полок сечением 6×8 *мм* и 1-*мм* фанерной стенки. Нервюры нанизаны на второй лонжерон из планки 10×28 *мм* и прикреплены к нему уголками из липы.

Обод имеет треугольное сечение размером 10×30 *мм*. Нервюры соединены с лонжероном и ободом бобышками, уголками и кницами из 1-*мм* фанеры. Металлические узлы вертикального оперения такие же, как у планера А-2.

Рули и киль обтянуты полотном. Обшивка покрыта нитролаком и алюминиевой нитрокраской.

Управление

Все управление в основном гибкое, за исключением управления элеронами, в которое включена трубчатая жесткая тяга.

Ручное управление состоит из поста управления, роликов, тяги, трехплечей качалки и тросовой проводки к рулям высоты и элеронам.

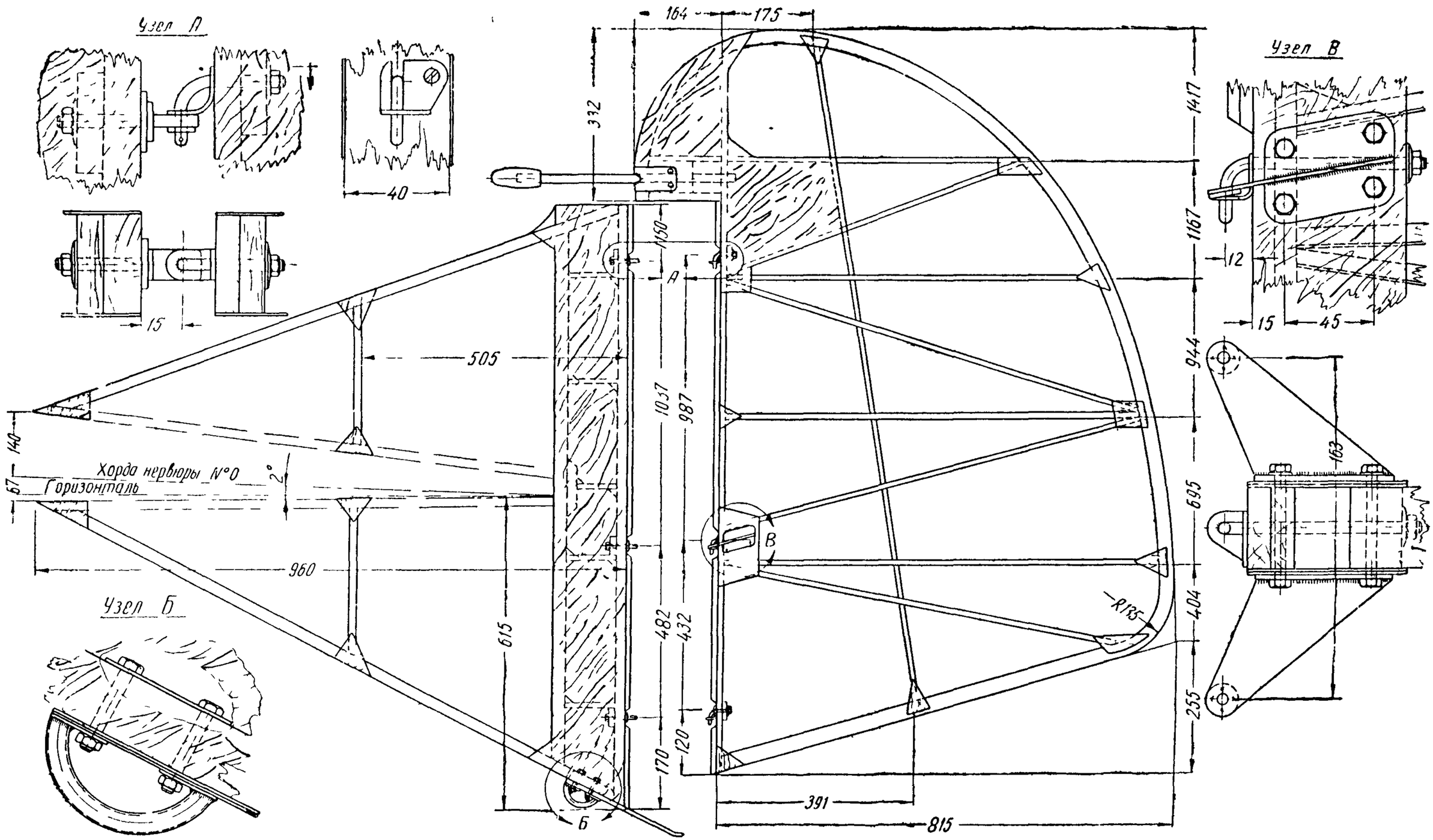


Рис 79 Планер МАК-15 Вертикальное оперение

Пост ручного управления отличается от поста управления планера А-2 только отсутствием второй ручки управления. Кроме того, на конце вала смонтирован на кронштейне ролик для троса руля высоты. Тяга и трехплечая качалка отличаются от подобных деталей планера А-2 только длиной и размерами.

Проводка к рулям высоты и элеронам выполнена из 3-*мм* стального троса.

От нижнего конца ручки управления прямой трос к рулям высоты проходит над валом управления и через ролик на конце лыжи выходит из кабины. За кабиной трос разделяется на две ветви, идущие к обеим половинам руля высоты. Обратный трос от ручки проходит через перекидной ролик, через трубу и ролик вала управления и за кабиной также разветвляется.

Перекидной ролик крепится 10-*мм* болтом к бобышке педалей с помощью обоймы и проволочной уздечки.

Два ролика, выводящие тросы из кабины, крепятся на лыже двумя болтами. Кронштейн сварен из 1-*мм* листовой стали.

Движения от ручки к элеронам передаются рычагом, приваренным на валу управления, трубчатой тягой и трехплечей качалкой. От качалки к обоим элеронам идут тросы через подвесные ролики, установленные на лонжероне. Устанавливают ролики и качалку так же, как и на планер А-2.

Ножное управление состоит из педальной качалки, двух направляющих роликов и тросовой проводки.

Педальная качалка такой же конструкции, как и на планере А-2. Ролики установлены на чашке сиденья снизу с помощью двух кронштейнов.

Кронштейны крепятся к сиденью 5-*мм* болтами и представляют собой согнутые из 2,5-*мм* стали уголки, к которым приварены 6-*мм* болты, служащие осями для роликов.

Для регулировки натяжения тросов в проводку управления включены тандеры.

Управление буксировочным замком (рис. 80) состоит из ручки, соединенной тросом диаметром 2 *мм* с буксировочным замком. Ручка установлена на левом борту кабины и представляет собой рычаг из 2-*мм* стали, вращающийся на 8-*мм* болте. Ручка снабжена деревянным шариком. Проводка к замку от ручки проходит через латунную трубку и далее в боуденовской оболочке под полом.

Буксировочный замок (рис. 81) крепится на переднюю часть лыжи слева по полету тремя 8-*мм* болтами.

Замок состоит из двух щек (дет. *1* и *2*), буксирного крюка *9* и спускового рычага *6*. Рычаг удерживается пружиной *10*, работающей на скручивание. Для предупреждения соскакивания буксирного троса с крюка замок снабжен предохранительным устройством. Оно состоит из рычага *7*, который прижимается к буксирному крюку спиральной пружиной *4* и предотвращает соскакивание с крюка буксирного кольца. Рычаг *7* вращается на оси *13*, представляющей собой валик с двумя лысками. Рычаг *7* имеет два отверстия, соединенных прорезью, и может утапливаться внутрь замка, скользя прорезью по лыскам после поворота оси укрепленным на ней рычажком *15*. Это утапливание производится при полетах планера с амортизатора. Для поворота оси рычажок *15* сначала надо расшплинтовать, а после утапливания рычага *7* вновь повернуть ось лысками поперек прорези и зашплинтовать рычажок *15* в прежнем положении.

Щеки замка выполнены из 2-*мм* стали. Буксирный крюк и спусковой рычаг выфрезованы из стали марки 45.

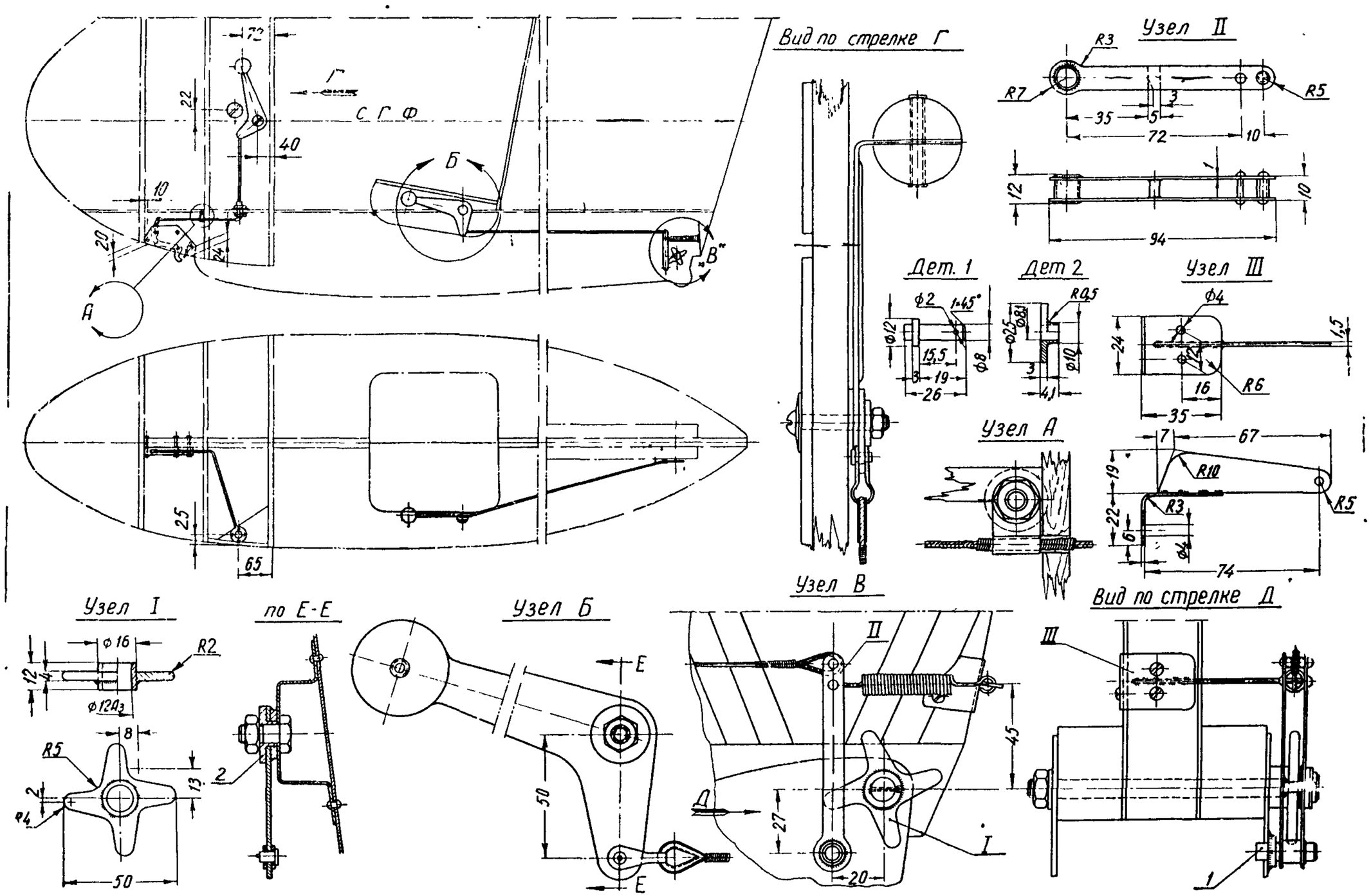


Рис. 80. Планер МАК-15. Управление буксировочным замком и замком самопуска

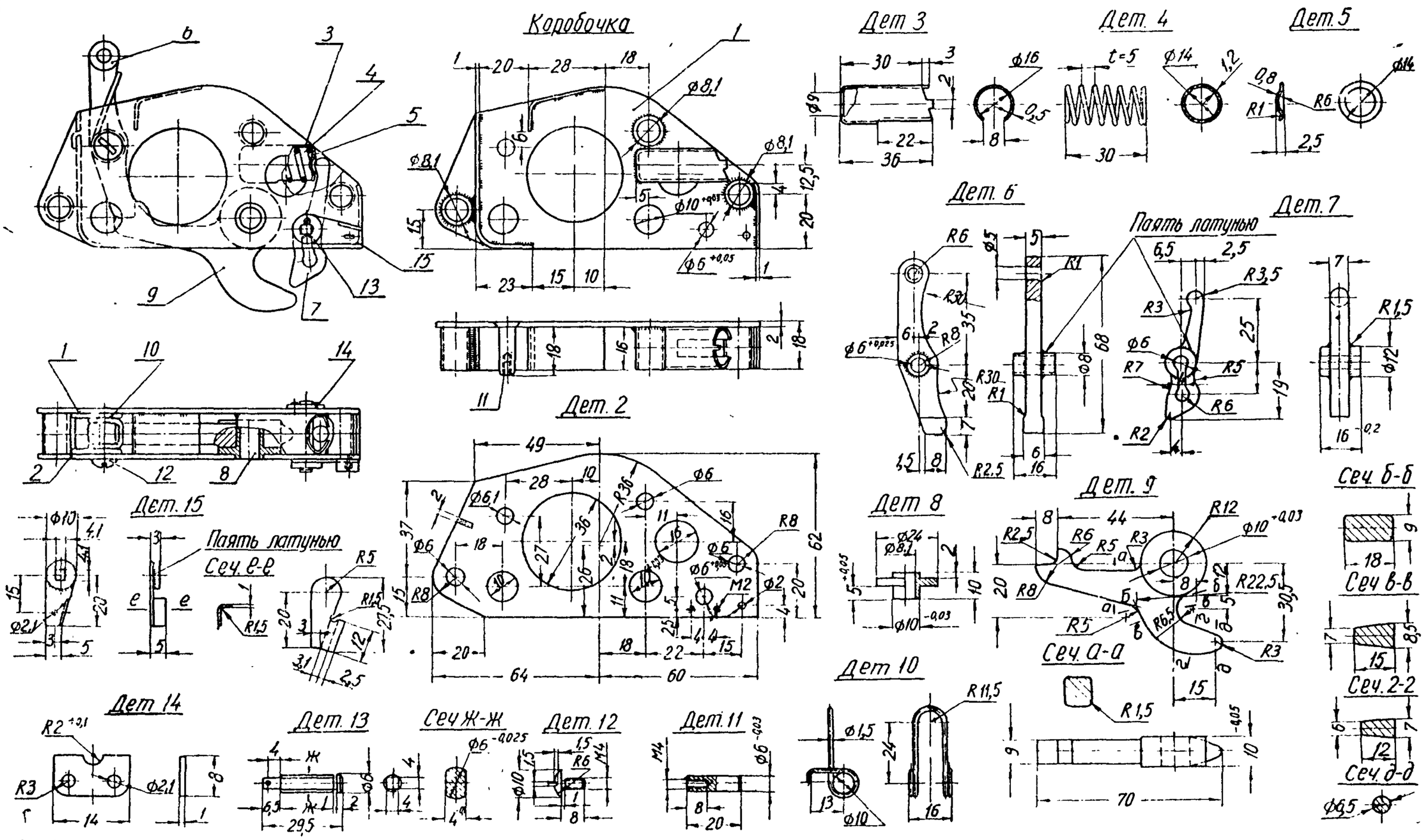


Рис. 81. Планер МАК-15. Буксировочный замок

Управление замком самопуска состоит из рукоятки, укрепленной на левой стороне чашки сиденья, и из тросовой проводки (рис. 80).

Ручка установлена на сиденье с помощью кронштейна, прикрепленного к чашке 3-*мм* заклепками. Кронштейн согнут в виде скобы, к которой приварен 8-*мм* болт, служащий осью вращения рукоятки. Рукоятка имеет деревянный шарик.

Замок самопуска, как и у планера А-1, состоит из четырехзубой звездочки и рычага. Звездочка вращается на заднем болте крепления колеса, а рычаг удерживает звездочку от проворачивания. Рычаг сделан из двух 1-*мм* пластин с вваренными между ними втулкой и упором для звездочки. Звездочка выполнена из 4-*мм* листового хромансиля с приваренной втулкой.

Посадочное устройство

Для облегчения взлета, посадки и транспортировки на земле планер снабжен колесом полубаллонного типа размером 200×80 *мм* и лыжей. Колесо устанавливается на кронштейне, сваренном из двух щек и ребра между ними, являющегося одновременно грязеочистителем. Кронштейн изготовлен из 2-*мм* листовой стали. Ось колеса закреплена гайкой со шплинтом. Между подшипниками колеса и кронштейном вставлены распорные втулки. Кронштейн крепится к задней части лыжи четырьмя 8-*мм* болтами.

Лыжа планера жесткая. Посадка планера производится на колесо с последующим переходом на лыжу. При посадке киль не касается костылем земли. Пружинящий костыль, установленный на киле, служит только для предохранения от поломок вертикального оперения при транспортировке планера на земле.

Оборудование

На приборной доске пилота слева направо размещены высотомер, указатель скорости, указатель поворота, компас и вариометр.

Приборная доска выполнена из 1,5-*мм* дуралюмина и крепится к шпангоуту № 4 четырьмя 5-*мм* винтами.

Датчиком для указателя поворота является трубка Вентури, укрепленная на правом борту кабины у шпангоута № 4. Датчиком для остальных приборов является приемник воздушного давления, установленный на конце трубы, в носу кабины. Проводка от датчика к приборам выполнена из алюминиевых трубопроводов и дюритовых шлангов.

* * *

С 1956 г. планер изготовляется серийно в мастерских ДОСААФ СССР.

Планер образца 1958 г. несколько отличается от описанного выше планера-прототипа. В табл. 6 (стр. 213—214) приводятся технические данные планера-прототипа (МАК-15) и его модификации (МАК-15м). Изменения конструкции сводятся в основном к следующим.

Крыло:

— размах крыла и его площадь несколько увеличены;

— полки лонжерона усилены для обеспечения пилотажа при полете в перевернутом положении (на спине);

— усилено крепление кабанчика элерона добавлением четвертой заклепки (см. узел *А*, рис. 77);

— на крыле установлены интерцепторы зубчатого типа.

Фюзеляж:

— длина кабины увеличена, уменьшены ее высота и площадь поперечного сечения;

— основной силовой шпангоут (№ 8) сделан цельнометаллическим из листового дуралюмина толщиной 2 *мм;*

— сиденье пилота переоборудовано под наспинный парашют;

— фонарь заменен большим козырьком хорошо обтекаемой формы;

— добавлена отдельная носовая лыжа в виде изогнутой стальной трубы;

— позади кабины, под крылом, установлен внешний легкосъемный гаргрот, закрывающий все тросы управления рулями.

Управление:

— в конструкцию ручного управления введены бронзовые подшипники по образцу управления планера БРО-9;

— деревянная педальная качалка ножного управления заменена металлическим параллелограммом, аналогично планеру БРО-9 (см. рис. 52);

— тросы управления рулями помещены в гаргрот;

— установлено управление интерцепторами.

ПЛАНЕР Ш-18

Планер Ш-18 конструкции Б. Н. Шереметева (рис. 82) представляет собой дальнейшее развитие двухместного тренировочного планера Ш-17, построенного в нескольких экземплярах в 1950 г.

Планер предназначен для парения в сложной метеорологической обстановке, для вывозных и контрольных полетов и для ознакомления учеников со штопором и другими фигурами пилотажа.

По схеме планер является свободнонесущим монопланом со средним положением крыла. Особенностью схемы является форма крыла в плане. Крыло имеет обратную стреловидность и значительное уширение в центральной части. Подобная форма крыла позволяет разместить заднего пилота в центре тяжести планера и уменьшить носовую часть фюзеляжа. Фюзеляж снабжен большим фонарем, позволяющим иметь обзор задней верхней полусферы. Посадочное устройство состоит из одного колеса, расположенного несколько позади центра тяжести, и костыля.

Конструкция планера деревянная, с узлами из хромансилевой стали и дуралюмина.

Фюзеляж

Фюзеляж имеет овальное сечение с заостренной нижней частью в месте касания земли. На конце фюзеляж переходит в киль, образуя с ним одно целое.

Каркас фюзеляжа (рис. 83) состоит из 29 шпангоутов, 4 лонжеронов, стрингеров, лыжного бруса, пола, коробки колеса и нервюр киля.

Шпангоуты для лучшей работы фанерной обшивки расставлены вертикально. Усиленные шпангоуты № 13 и 14 перпендикулярны к хорде крыла и поставлены под углом 3° к строительной горизонтали. Конструкция шпангоутов коробчатая, с обшивкой из 1-*мм* и 1,5-*мм* фанеры. Толщина шпангоута равна 10, 17 и 20 *мм*.

Лонжероны, проходящие по всей длине фюзеляжа, имеют сечение 12×20 *мм* от шпангоутов № 5 до № 17. К носу и хвосту фюзеляжа сечение уменьшается до 12×12 *мм*.

Стрингеры в сечении имеют форму трапеций высотой 12 *мм*, с основаниями 12 *мм* и 8 *мм*. В нижней передней части фюзеляжа стрингеры проложены чаще, чем в остальных местах фюзеляжа.

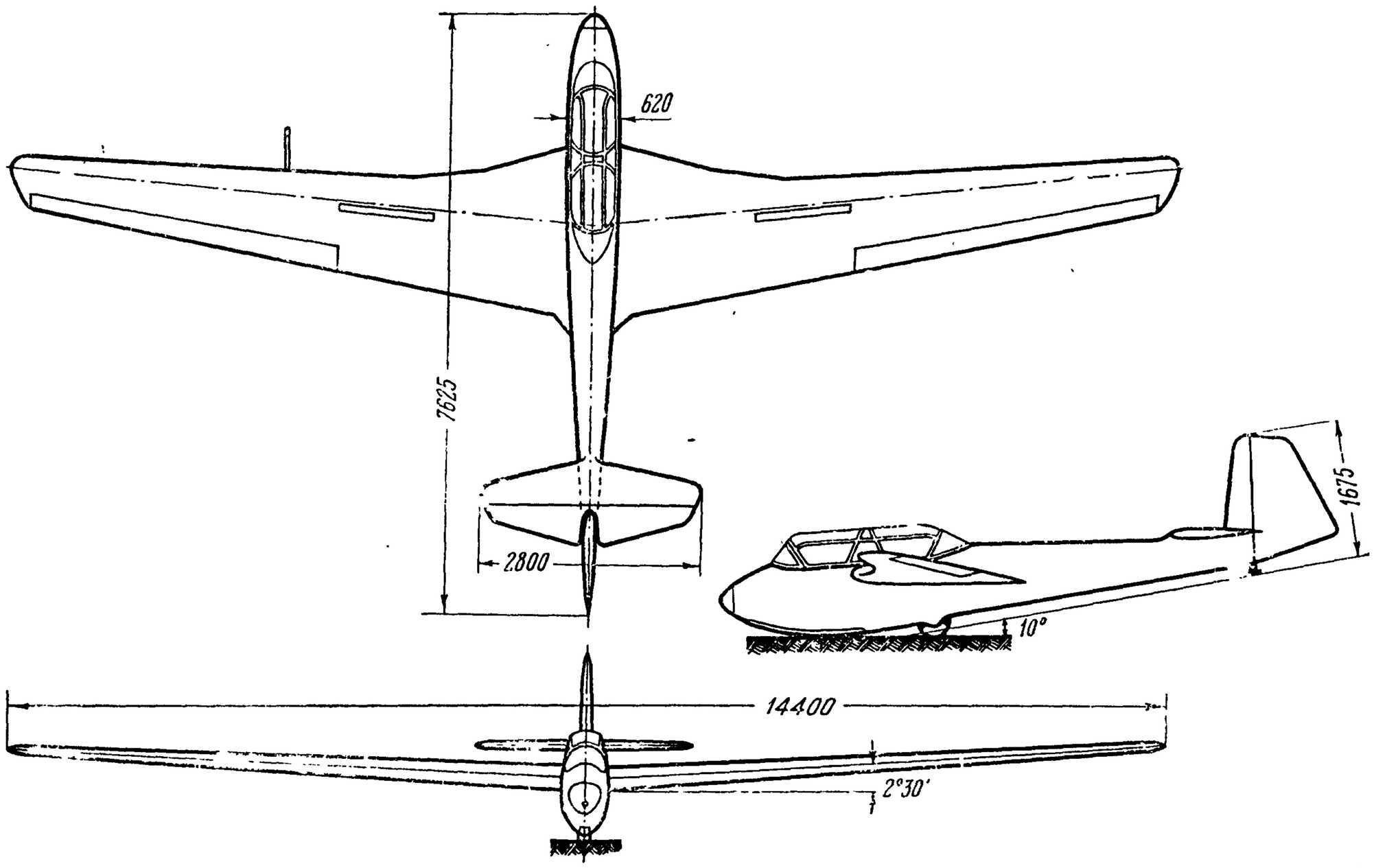


Рис. 82 Схема двухместного планера Ш-18 конструкции **Б. Н. Шереметева**

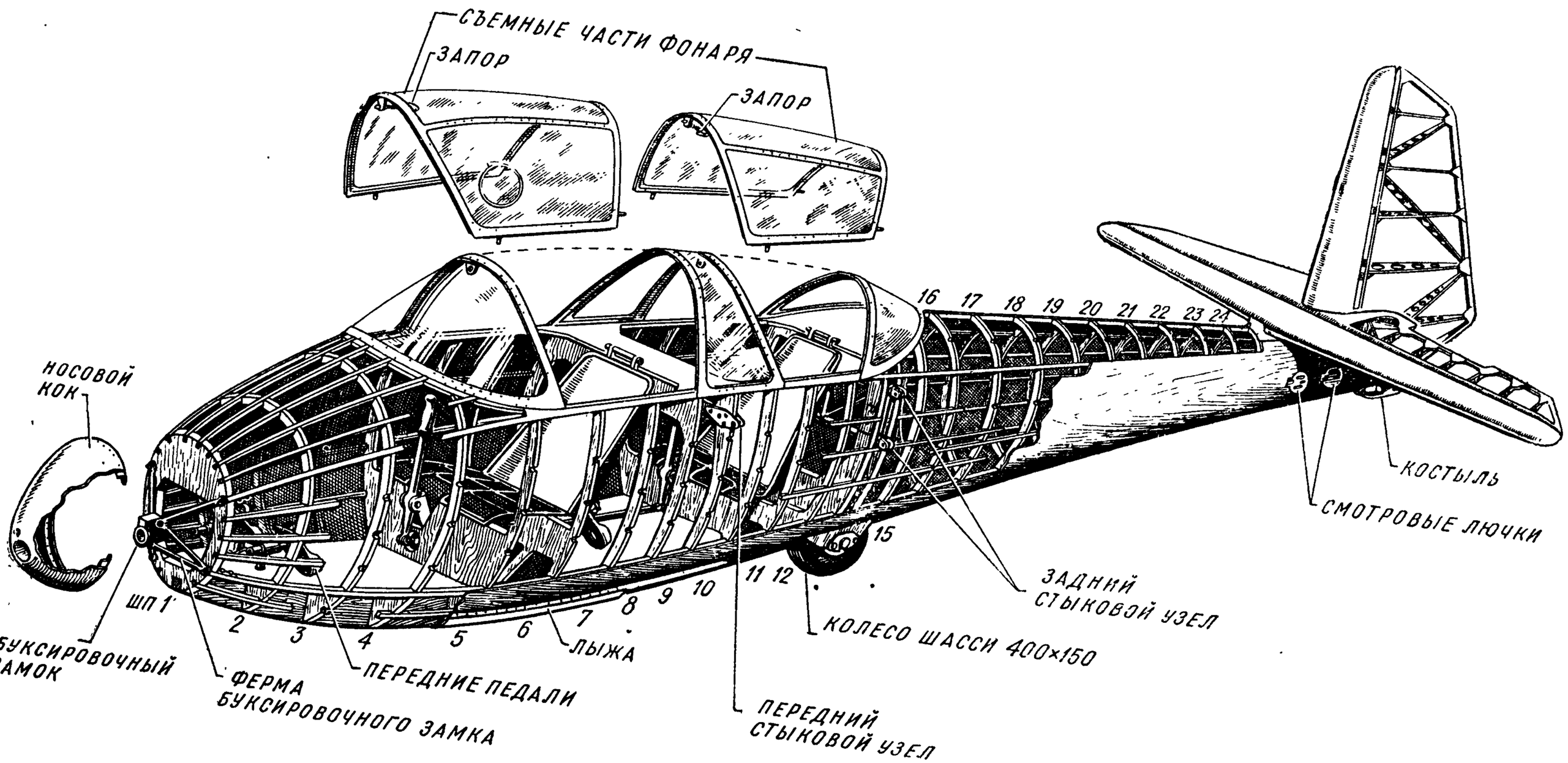


Рис. 83. Планер Ш-18. Каркас фюзеляжа с хвостовым оперением

Лыжный брус сечением 24×40 *мм* согнут и склеен из трех сосновых планок.

Для крепления кронштейнов педалей на брус укреплены две коробчатые подставки с фанерными стенками и бобышками внутри.

Полы установлены в обеих кабинах. Средняя часть переднего пола съемная. Она склеена из двух листов 2-*мм* фанеры и крепится на анкерных гайках. Пол во второй кабине целиком съемный.

Коробка для колеса расположена между шпангоутами № 12 и 15 внутри усиленных шпангоутов № 13 и 14, несущих крепление крыла. Продольными элементами коробки являются две стенки толщиной 27 *мм*, собранные из сосновых досок, обшитых с двух сторон 2-*мм* фанерой. Сверху коробка зашита 1,5-*мм* фанерой.

Нервюры киля устанавливаются при сборке фюзеляжа. Нижняя нервюра состоит из двух полок сечением 10×10 *мм*. Остальные нервюры собраны из реек сечением 6×8 *мм* с 1-*мм* фанерными стенками. Носки нервюр соединены лобовым стрингером.

Обшивка фюзеляжа выполнена из 1,5-*мм* и 2-*мм* фанеры, внутренняя обшивка кабин — из 1-*мм* фанеры.

Кок выколочен из 1-*мм* листового дуралюмина и крепится к шпангоуту № 1 с помощью 10-*мм* гайки, навертываемой на палец, приваренный к переднему буксировочному замку (рис. 85).

Оковка нижней части фюзеляжа состоит из двух частей. Верхняя часть оковки согнута из полосы 1,5-*мм* листового дуралюмина. Она крепится шурупами к нижним стрингерам фюзеляжа. Нижняя часть оковки, касающаяся земли, сделана съемной из полосы 1,5-*мм* стали, усиленной приваркой стальной ленты сечением 3×20 *мм*. Стальная оковка прикреплена к лыжному брусу фюзеляжа поверх дуралюминовой оковки с помощью четырех 6-*мм* болтов с потайными головками.

Два люка расположены с левой стороны хвостовой части фюзеляжа.

Металлические узлы фюзеляжа состоят из узлов крепления крыла, узлов крепления стабилизатора, шарниров подвески руля направления, узла крепления ремней и трех буксировочных замков.

Узлы для крепления крыла смонтированы: передний на шпангоуте № 9, задний на шпангоутах № 13 и 14. Передний узел крепления стыкуется с узлом, расположенным на лобовом стрингере крыла. Задний стыковой узел соединяет оба полукрыла по лонжеронам.

Передний узел (рис. 84) сварен из двух щек и П-образного вкладыша. Материалом узла является 1,5-*мм* листовая хромансилевая сталь. Каждый узел укреплен на шпангоуте № 9 четырьмя 6-*мм* болтами.

Задний стыковой узел является металлической фермой, сваренной из хромансилевых труб, пластин и книц (рис. 84). Верхний и нижний пояса фермы состоят из труб диаметром 40—35 *мм* с приваренными на концах стаканами, стойка и раскосы — из труб диаметром 18—16 *мм*. Пластины, соединяющие концы поясов, выполнены из 3-*мм* листовой стали, кницы — из 1-*мм* стального листа. Стаканы, выточенные из круглой 50-*мм* стали, имеют две плоские грани, входящие между ушками узлов крыла.

Ферма помещена между усиленными шпангоутами № 13 и 14 и крепится к ним двумя полыми болтами диаметром 18 *мм*. Между пластинами фермы и шпангоутами проложены сосновые бобышки. На каждом шпангоуте в месте прохода болтов с помощью четырех пистонов укреплены с двух сторон стальные накладки 1-*мм* толщины. Недостаток такого крепления — работа болтов на изгиб.

Узлы крепления стабилизатора на шпангоутах № 26 и 27 состоят из накладок корытного сечения, выполненных из листового 2-*мм* дуралюмина. Накладки соединяют оба шпангоута с передним и

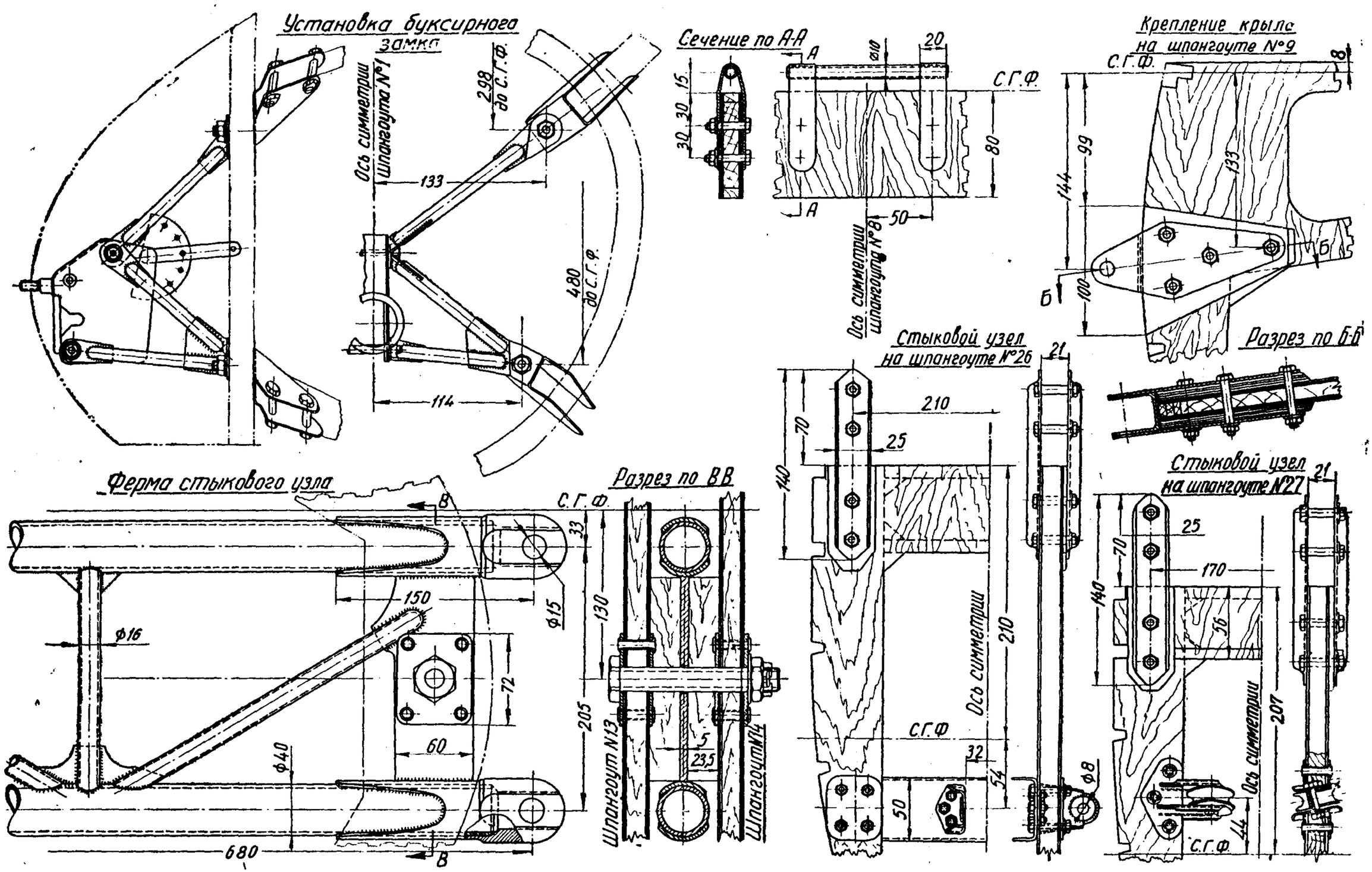


Рис. 84. Планер Ш-18. Узлы фюзеляжа

задним лонжеронами стабилизатора. Каждая пара накладок крепится к шпангоуту двумя 6-*мм* болтами (рис. 84).

Узел крепления ремней расположен в верхней части шпангоута № 8 (рис. 84). К нему крепятся плечевые ремни переднего пилота. Узел выполнен из трубки диаметром 10—8 *мм* с двумя приваренными обоймами из 1-*мм* листовой стали и укреплен четырьмя 6-*мм* болтами. Плечевые ремни второго пилота крепятся к нижней трубе заднего стыкового узла. Поясные ремни обоих пилотов прикреплены к сиденьям.

Передний буксировочный замок (рис. 85) служит для буксировки планера самолетом. Замок укреплен на ферме, сваренной из шести хромансилевых труб диаметром 10—8 *мм*. На концах труб имеются ушки из 2-*мм* листовой стали. Задними концами трубы в четырех точках крепятся к шпангоуту № 1 с помощью 8-*мм* болтов. Эти болты проходят через шпангоут и крепят к нему четыре башмака, охватывающие передние концы лонжеронов фюзеляжа. Каждый башмак крепится к лонжерону двумя 6-*мм* болтами. Таким образом, усилия, воспринимаемые буксировочным замком, передаются конструкции фюзеляжа через шпангоут № 1, лонжероны и обшивку фюзеляжа.

Замок (рис. 85) состоит из корпуса, крюка с запрессованной в него втулкой (дет. *11* и *12*), пружины *13*, поводка *1*, рычага (дет. *2* и *3*), звена *2*, рычага *3*, четырех втулок *8*, *9*, *10*, пяти болтов с гайками, трех пистонов диаметром 8—6 *мм* и стержня-заклепки диаметром 3 *мм*. Все детали замка выполнены из хромансилевой стали.

Корпус замка сварен из передней стенки *4*, двух щек *5* с усиливающими накладками *6* и *7* и кольца *15*. Через это кольцо и вырезы в щеках корпуса вкладывается кольцо буксирного троса. Детали корпуса, кроме кольца, выполнены из 1,5-*мм* листовой стали.

Пружина *13* из проволоки ОВС надета на втулку *12* крюка и удерживает крюк в закрытом положении.

Короткое плечо рычага *2* состоит из двух 1,5-*мм* пластин, соединенных двумя приваренными шайбами 3×12 *мм*. Длинное плечо рычага *3* состоит из двух пластин, соединенных с коротким тремя 4-*мм* болтами и распорной втулкой.

Рычаг вращается между щеками корпуса на распорной втулке *9*. От смещения в стороны рычаг удерживается с двух сторон втулками *8*.

Боковые буксировочные замки (рис. 85) служат для запуска планера наземным агрегатом (лебедкой). Замки расположены вблизи центра тяжести планера, так что натяжение троса при взлете не вызывает значительных нарушений продольной устойчивости и управляемости планера. Каждый замок укреплен четырьмя болтами на бортах фюзеляжа между шпангоутами № 7 и 8.

Замок (рис. 85) имеет корпус *21*, выточенный из стали 30ХГСА. На одном конце корпуса выпилен упорный зуб, на другом имеется проточка для крышки. Внутри корпуса устанавливается скользящий штырь *27*, соединенный через посредство трубчатой втулки с рычагом *23*; рычаг скользит в направляющих прорезях корпуса, образующих элемент правой резьбы. На рис. 85 изображен корпус левого замка. У правого замка прорези образуют элемент левой резьбы.

Рычаг управления *23* соединен пружиной *29* с поворотной втулкой замка *26*. Пружина *29*, стремясь раскрутиться, одним своим концом вращает штырь *27* и обеспечивает закрытое положение замка, при котором штырь выступает из замка, и другим концом вращает втулку с зубом в обратную сторону, фиксируя кольцо буксирного троса между зубом корпуса замка и зубом поворотной втулки *26*.

Сброс буксирного троса при больших углах наклона его к направлению полета осуществляется автоматически.

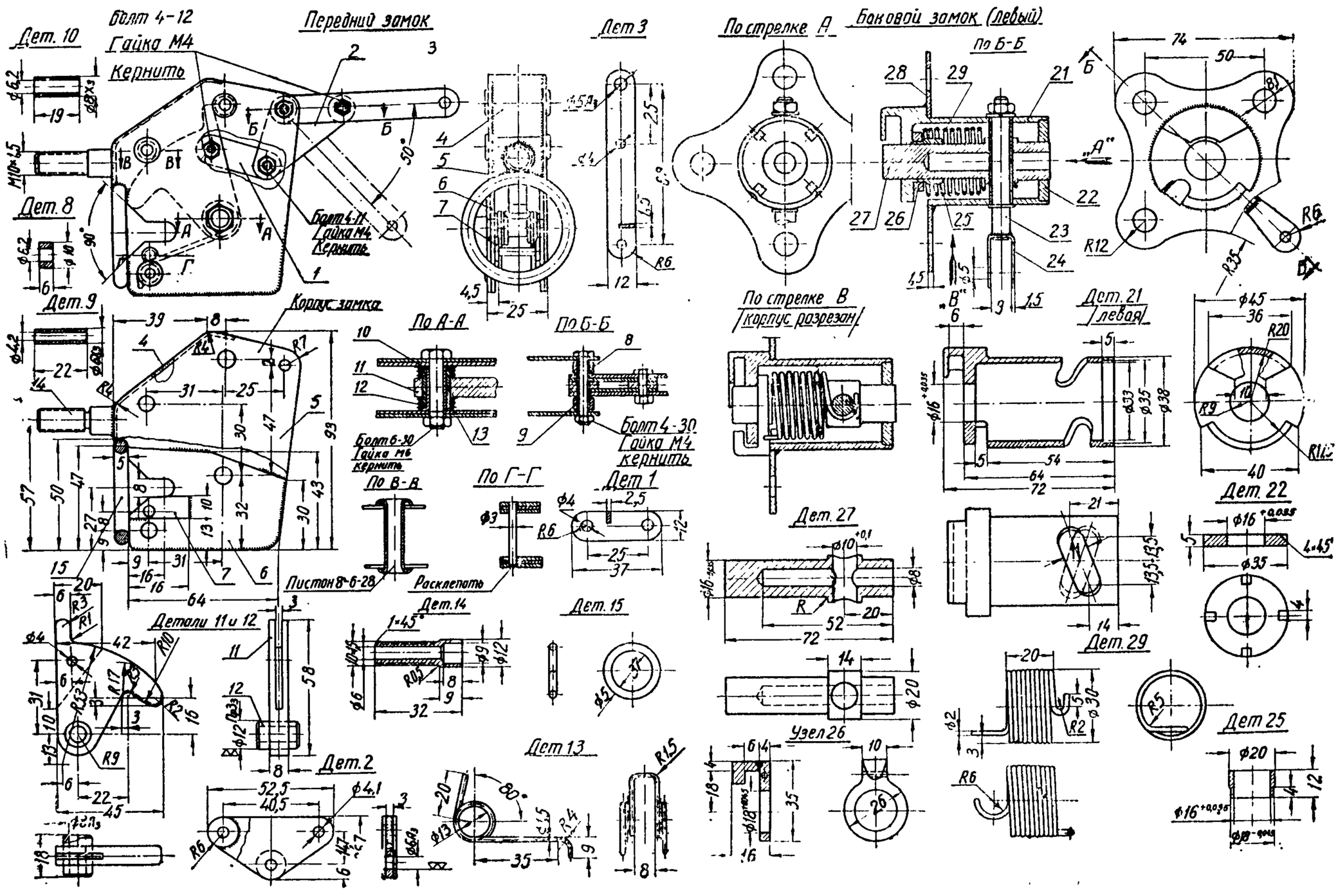


Рис. 85. Планер Ш-18. Буксировочные замки

Сиденья пилотов в обеих кабинах имеют одинаковую конструкцию. Каркас каждого сиденья сварен из стальных труб диаметром 10—8 *мм*. К каркасу приварены хомуты, служащие для крепления сидений к шпангоутам № 5, 6, 11 и 12. Хомуты согнуты из 1-*мм* листовой стали. Каждый хомут крепится к шпангоуту 6-*мм* болтом. Каркасы сидений связывают шпангоуты между собой и являются силовыми элементами фюзеляжа. Снимать сиденья нет надобности, так как ажурная конструкция их каркасов дает свободный доступ до самого днища фюзеляжа. Поверх каркасов каждого сиденья укреплен на четырех винтовых замках лист из 1-*мм* дуралюмина. Лист выгнут по форме сиденья и имеет выколоченные ребра жесткости.

Спинки сидений съемные, выполнены из 1-*мм* листового дуралюмина. Нижний край спинок крепится на петлях к каркасу сидений, верхний — к шпангоуту № 8 или к шпангоуту № 13. Боковые кромки спинок усилены закаткой 3-*мм* дуралюминовой проволоки. Съемные шомполы петель сделаны из проволоки ОВС диаметром 3 *мм*.

Фонарь размером 570×2490 *мм* имеет плоские наклонные боковые стенки и закругленную верхнюю часть. Он состоит из пяти частей: козырька, двух съемных крышек, средней части, служащей противокапотажной дугой, и заднего обтекателя. Каркасы неподвижных частей фонаря сделаны из дуралюминовых профилей. Козырек и обтекатель выполнены из плексигласа толщиной 3 *мм*, окантованного по краям с внутренней и наружной сторон. Между окантовками и стеклом проложена листовая резина.

Каркасы съемных крышек фонаря сварены из хромансилевых труб диаметром 14—12 *мм*. В них просверлен ряд отверстий для болтов, крепящих стекла. К бортовым трубам и к задней дуге каркаса каждой крышки приварено по два штыря. При закрывании крышки первые два штыря входят в гнезда на борту фюзеляжа. Задние два штыря передней крышки входят в гнезда на дуге средней части фонаря, а у задней крышки — в гнезда на дуге обтекателя (рис. 83).

Замки крышек фонаря расположены на поперечных трубах каркаса крышек и состоят из стопорного пальца, пружины и ручки. Стопорный палец с пружиной помещен внутри направляющей трубки. Гнезда для стопорных пальцев приклепаны к дугам козырька и средней неподвижной части фонаря.

При открывании фонаря пилот обхватывает рукой поперечную трубку и рукоятку замка, сжимает пальцы и толкает крышку вверх. Ручка замка вместе со стопорным пальцем оттягивается назад к поперечной трубе. Стопорный палец выходит из гнезда и освобождает крышку, которая, поднимаясь, вращается, как на шарнире, вокруг верхней точки заднего обреза крышки. При этом все четыре штыря выходят из своих гнезд.

Остекление крышек состоит из плоских боковых стекол и согнутых стекол верхней части. Толщина стекол равна 3 *мм*. Крышки окантованы сверху дуралюминовыми лентами толщиной 1 *мм*. С левой стороны передней крышки фонаря расположена круглая откидная форточка.

Крыло

Крыло состоит из двух частей, крепящихся к фюзеляжу по лонжерону и лобовому стрингеру. Каждая часть крыла в плане образована тремя трапециями и закруглена на конце. Крыло собрано из профилей ЦАГИ-Р-II и Р-III различной толщины. У корня крыло имеет профиль Р-II-13,3, на конце—Р-III-14 (рис. 86).

Лонжерон имеет коробчатое сечение, переходящее на конце в корытное сечение, обращенное стенкой назад. Высота лонжерона у корня

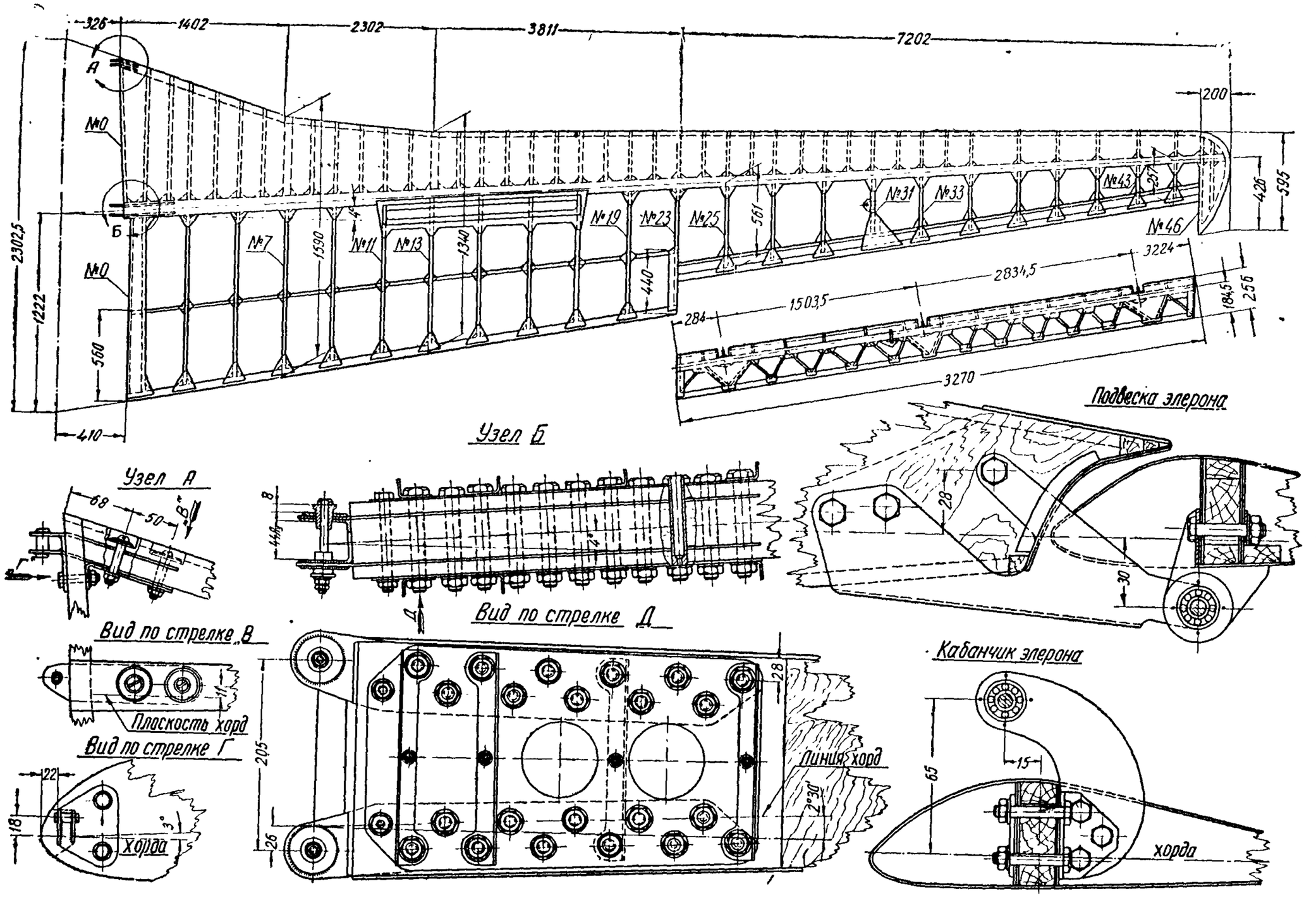


Рис. 86. Планер Ш-18. Каркас крыла и элерона

252 *мм*, на конце 84 *мм*. Полки склеены из планок толщиной 12 *мм*. В корневой части между сосновыми планками на длине 650 *мм* вклеены прокладки из 3-*мм* фанеры. Полки сужаются к концу крыла по ширине и высоте: ширина 80—33 *мм*, высота 92—9 *мм* — у верхней полки и 88—8 *мм* — у нижней.

Бобышки склеены из сосновых планок с фанерными прокладками. Диафрагмы состоят из двух стоечек сечением 10×10 *мм*, зашитых 1-*мм* фанерной стенкой. Каждая диафрагма крепится к полкам четырьмя липовыми уголками. Стенки до нервюры № 15 имеют толщину 2 *мм*, далее, к концу, 1,5 *мм* и 1 *мм*.

Лобовой стрингер выклеивается из сосновых планок, у корня имеет сечение 40×60 *мм*, которое постепенно уменьшается. Нервюры расположены через 300 *мм*, носки поставлены вдвое чаще. Конструкция всех нервюр ферменная.

Обшивка носовой части крыла до нервюры № 7 состоит из 2-*мм* фанеры. От нервюры № 7 до начала элерона обшивка имеет толщину 1,5 *мм*. Остальная часть лобовой обшивки и обшивка законцовки крыла выполнены из 1-*мм* фанеры. Наружные слои фанерной обшивки расположены под углом 45° к нервюрам. Хвостики двух нервюр у корня обшиты сверху 2-*мм* и снизу 1,5-*мм* фанерой. Остальные обшивки в хвостовой части крыла состоят из 1,5-*мм* и 1-*мм* фанеры. Конец крыла имеет оковку из 1-*мм* дуралюмина.

Металлические узлы крыла состоят из переднего и заднего стыковых узлов, ушков для швартовки, кронштейнов для навески элеронов и кронштейнов для крепления качалки на нервюре № 31.

Передний узел (рис. 86), стыкующийся с узлом фюзеляжа на шпангоуте № 9, состоит из двух проушин, соединенных поперечной пластиной и трубчатой втулкой. Проушины охватывают стрингер, причем передняя врезана в него. Проушины и пластина выполнены из 1,5-*мм* листовой хромансилевой стали. Накладка, согнутая из 1,5-*мм* листового дуралюмина, соединяет стрингер с носком нервюры. Узел прикреплен к стрингеру двумя 8-*мм* болтами и к носку нервюры — двумя 10-*мм* болтами. Стыковой болт имеет диаметр 8 *мм*.

Задний стыковой узел (рис. 86) состоит из верхних и нижних башмаков, наружных накладок, болтов и уголков для крепления нервюр.

Каждый башмак состоит из двух щек толщиной 3 *мм* с приваренными к ним шайбами из такого же материала и П-образного вкладыша из 2-*мм* листа. Материал узла — хромансилевая сталь. Наружные накладки выполнены из дуралюмина толщиной 1,5 *мм*, так же как и уголки для крепления нервюр.

Щеки башмаков врезаны в полки лонжеронов. Болты, крепящие башмаки, проходят сквозь лонжерон через наружные накладки и щеки башмаков. Подобная конструкция облегчает работу болтов в дереве и экономит вес. Узлы крепятся на каждом лонжероне 22 полыми болтами диаметром 14 *мм* и двумя 10-*мм* болтами. Стыковой болт проходит через две конусные втулки диаметром 18 *мм*.

Кронштейны подвески элеронов согнуты из 1-*мм* листовой стали. Между ушками приварены П-образные вкладыши из 2-*мм* пластинок. Кронштейны укреплены тремя 6-*мм* болтами каждый на хвостиках нервюр № 25, 33 и 43 (рис. 86).

Интерцепторы расположены непосредственно за лонжероном, между нервюрами № 11 и 19. Вырез под интерцептором в каждой половине крыла окантован 1,5-*мм* фанерой. В вырез вставлено корыто, выполненное из дуралюмина толщиной 0,8 *мм*. К корыту приклепаны три пары стальных кронштейнов, образующих вилки шарниров для подвески интерцептора. Корыто укреплено на крыле шурупами

3×15 *мм* и 4-*мм* болтами, поставленными в местах крепления кронштейнов.

Интерцептор выполнен из двух склепанных листов дуралюмина с текстолитовыми вкладышами между ними и тремя кронштейнами.

Элероны щелевого типа, имеют 24-процентную осевую аэродинамическую компенсацию. Каркас элерона — ферменной конструкции, состоит из лонжерона, нервюр, переднего и заднего стрингеров, диафрагм, обшивки и книц (рис. 86). Лонжерон коробчатый, с полками сечением 12×20 *мм* (верхняя полка) и 10×20 *мм* (нижняя полка). Лобовой стрингер имеет сечение 8×25 *мм*. Диафрагмы сделаны из липовых планок толщиной 8 *мм*. Лобовая обшивка, обшивка трех участков хвостовой части у шарниров и кницы выполнены из 1-*мм* фанеры.

Металлические части элерона состоят из кабанчика и трех шарнирных кронштейнов. В ушке кабанчика запрессован 6-*мм* сферический шарикоподшипник. Кабанчик из дуралюминовой 6-*мм* пластины с приболченными к нему уголками крепится к лонжерону четырьмя 6-*мм* болтами. Кронштейны шарниров выполнены из листовой стали. Они сварены из 3-*мм* ушков с шайбами и двух 1,5-*мм* щек. В ушках пластин запрессованы сферические шарикоподшипники диаметром 6 *мм*. Каждый кронштейн укреплен на лонжероне двумя 6-*мм* болтами, проходящими через отверстия в обеих щеках.

Зализ крыла выполнен из листового дуралюмина толщиной 0,8 *мм*. Он состоит из двух частей — передней и задней, крепящихся 4-*мм* винтами с анкерными гайками. Передняя часть зализа легко снимается для подхода к стыковым узлам.

Хвостовое оперение

Стабилизатор снимается только в случае ремонта хвостовой части фюзеляжа. Профиль стабилизатора симметричный: В-12 в средней части и В-10 на концах. Конструкция двухлонжеронная, с лобовым стрингером, набором нервюр и фанерной обшивкой (рис. 87).

Оба лонжерона на длине около 500 *мм* в средней части имеют коробчатое сечение с бобышками внутри. В остальной части лонжероны корытного сечения, с распорками и кницами. В средней части полки имеют сечение 10×18 *мм*, на концах — 6×8 *мм*. Стенки и кницы выполнены из 1-*мм* фанеры.

Металлические узлы стабилизатора состоят из трех 8-*мм* вильчатых болтов, гаек и шайб.

Стабилизатор крепится к фюзеляжу с помощью 8-*мм* дуралюминовых накладок на шпангоутах № 26 и 27 (рис. 84). Накладки охватывают с двух сторон каждый из лонжеронов стабилизатора и крепятся к ним 6-*мм* болтами.

Руль высоты однолонжеронной конструкции (рис. 87) с 14 нервюрами. Лонжерон — коробчатого сечения, с полками сечением от 9×28 *мм* до 6×9 *мм* и центральной бобышкой. Стенки выполнены из 1-*мм* фанеры. В средней части, с задней стороны, лонжерон усилен наклейкой сосновой планки сечением 8×76 *мм* и длиной 360 *мм*.

Нервюры—корытного сечения, с полками сечением 6×6 *мм* и с 1-*мм* фанерной стенкой. Носки из липовых планок толщиной 8 *мм*. Каждая корневая нервюра подкреплена двумя раскосами такой же конструкции, как и нервюры.

Обшивка лобовой и средней частей и заднего стрингера сделана из 1-*мм* фанеры.

Металлические части руля высоты состоят из кабанчика, двух ушковых 8-*мм* болтов, шарниров подвески триммера, четырех 6-*мм* болтов крепления кабанчика, гаек и шайб.

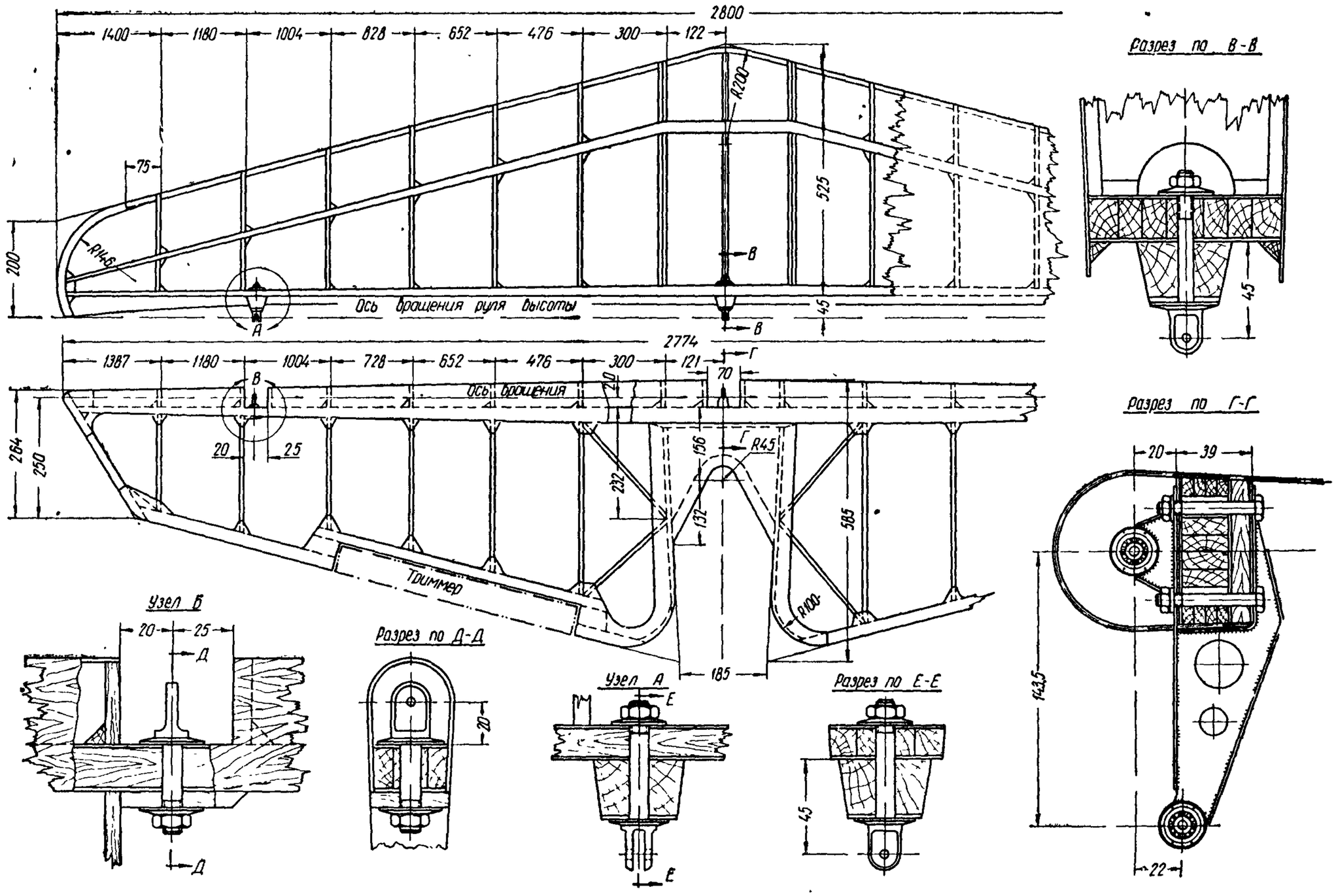


Рис. 87. Планер Ш-18. Горизонтальное оперение

Кабанчик сварен из обоймы, двух пластин с шайбами и четырех ребер из хромансилевой стали толщиной 1,5 *мм* и 1 *мм*. В ушках запрессованы два 6-*мм* шарикоподшипника.

На задней кромке левой части руля высоты помещен триммер, регулируемый на земле. Триммер состоит из пластины 60×518 *мм*, выклеенной из фанеры. На концах пластины имеются шарниры с зажимными винтами.

Руль направления (рис. 88) состоит из лонжерона, набора нервюр и раскосов, верхнего ребра, стрингера, обшивки, книц и двух шарниров. Лонжерон корытного, а в нижней части — коробчатого сечения. Он образован двумя полками сечением 10×15 *мм*, бобышками, распорками, стенкой и кницами из 1-*мм* фанеры.

Нервюры — корытного сечения, с полками сечением 6×8 *мм* и стенкой из 1-*мм* фанеры. Носки (диафрагмы) сделаны из липы. Обшивка руля и кницы выполнены из 1-*мм* фанеры.

Верхний шарнир является ушковым болтом диаметром 8 *мм*. Нижний шарнир помещен на кабанчике из двух согнутых под прямым углом и сваренных вместе пластин 1,5-*мм* толщины. В центре кабанчика приварены две шайбы, образующие гнездо для 6-*мм* шарикоподшипника. Кабанчик укреплен к лонжерону четырьмя болтами диаметром 6 *мм*.

Руль направления, так же как и руль высоты, обтянут перкалем и покрыт нитролаками.

Посадочное устройство

Посадка планера, как правило, производится на колесо, а затем на лыжу. Разбег выполняется на колесе с приподнятой лыжей. При взлете и посадке хвост не касается земли. Пустой планер балансируется примерно на колесе с перевесом хвостовой части, так что при перевозке планера костыль получает некоторую нагрузку.

Колесо полубаллонного типа размером 400×150 *мм*, установлено в коробке фюзеляжа (рис. 89). Ось колеса крепится к стенкам коробки двумя парами накладок со съемными вкладышами. Накладки выполнены из закаленных хромансилевых пластин толщиной 1,5 *мм*. Каждая пара накладок крепится к стенке шестью 8-*мм* болтами. Вкладыши, выполненные из дуралюмина, помещены между накладками на двух 8-*мм* болтах с корончатыми гайками. При вынимании этих болтов ось с колесом снимается вместе с вкладышами. Позади колеса на коробке укреплена пластинка, служащая грязеочистителем.

Костыль установлен под хвостовой частью фюзеляжа между шпангоутами № 28 и 29 (рис. 89). Костыль сечением 20×40 *мм* склеен из гнутых сосновых планок и окован снизу стальной пластиной с наваренной накладкой. Амортизация костыля состоит из бруска резины 40×70×90 *мм*, укрепленного болтами в двух коробочках из листовой 1-*мм* стали. Коробочки прикреплены 6-*мм* болтами: одна к костылю, другая к опоре костыля на фюзеляже. Передняя часть костыля укреплена на распорной трубке, надетой на поперечный 8-*мм* болт подвижной вилки, поддерживаемой вертикальным болтом в фюзеляже.

Управление

Управление планером двойное, смешанного типа. Схема ручного управления показана на рис. 90. Ручное управление в кабинах состоит из двух ручек, тяги, вала управления с двумя кронштейнами для ручек и с сектором. Ручки закреплены шарнирно на кронштейнах

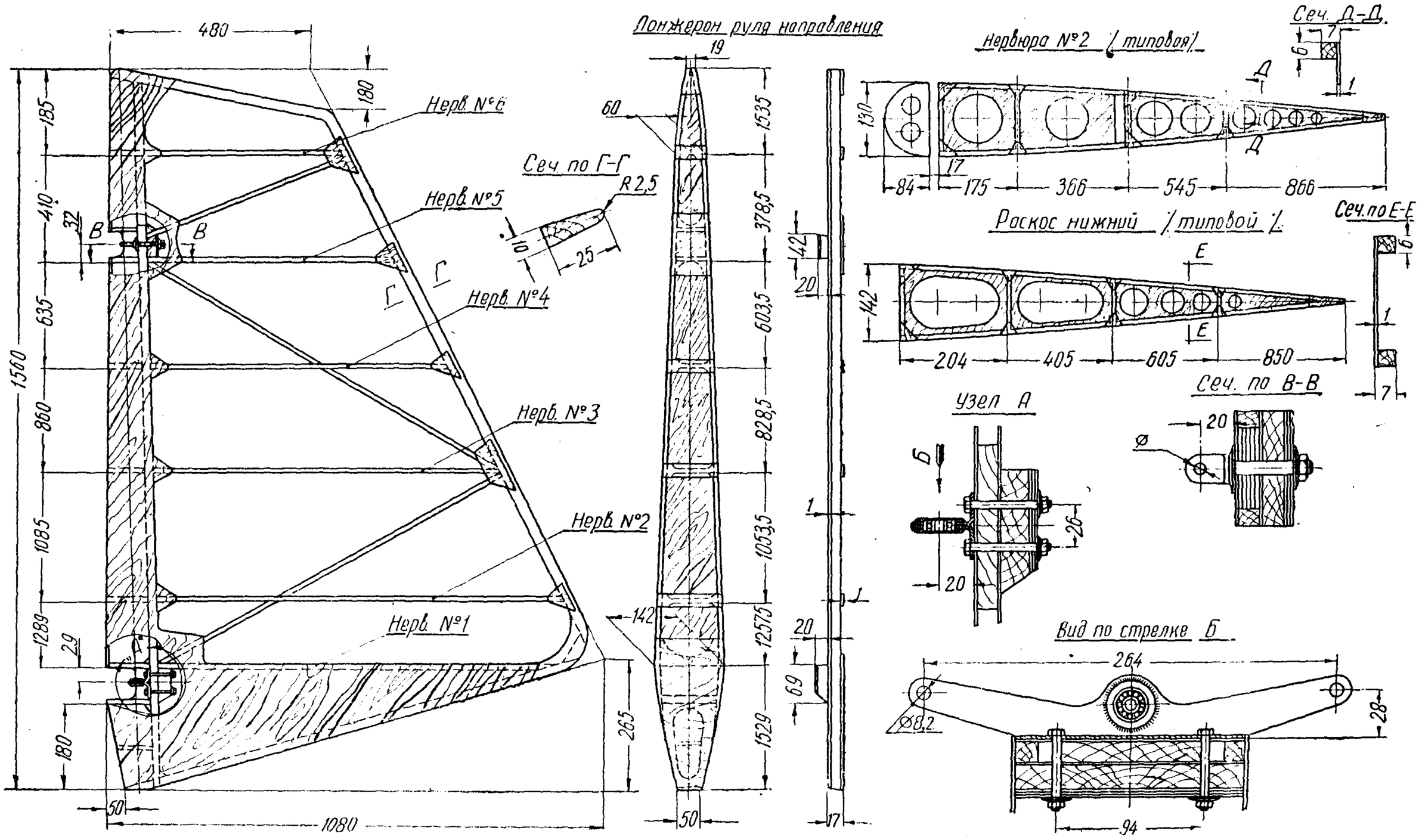


Рис. 88. Планер Ш-18. Руль направления

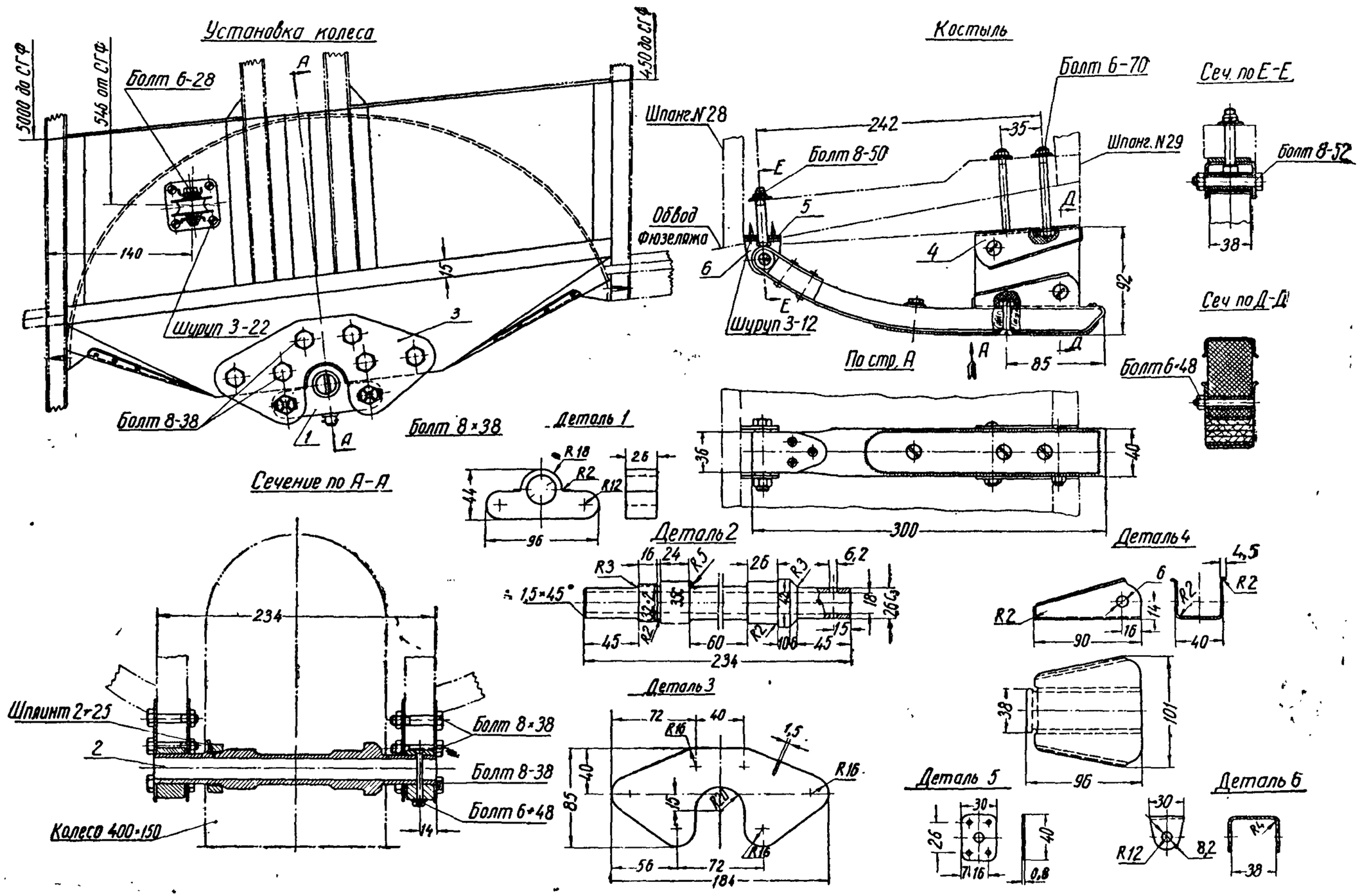


Рис. 89. Планер Ш-18. Установка колеса и костыль

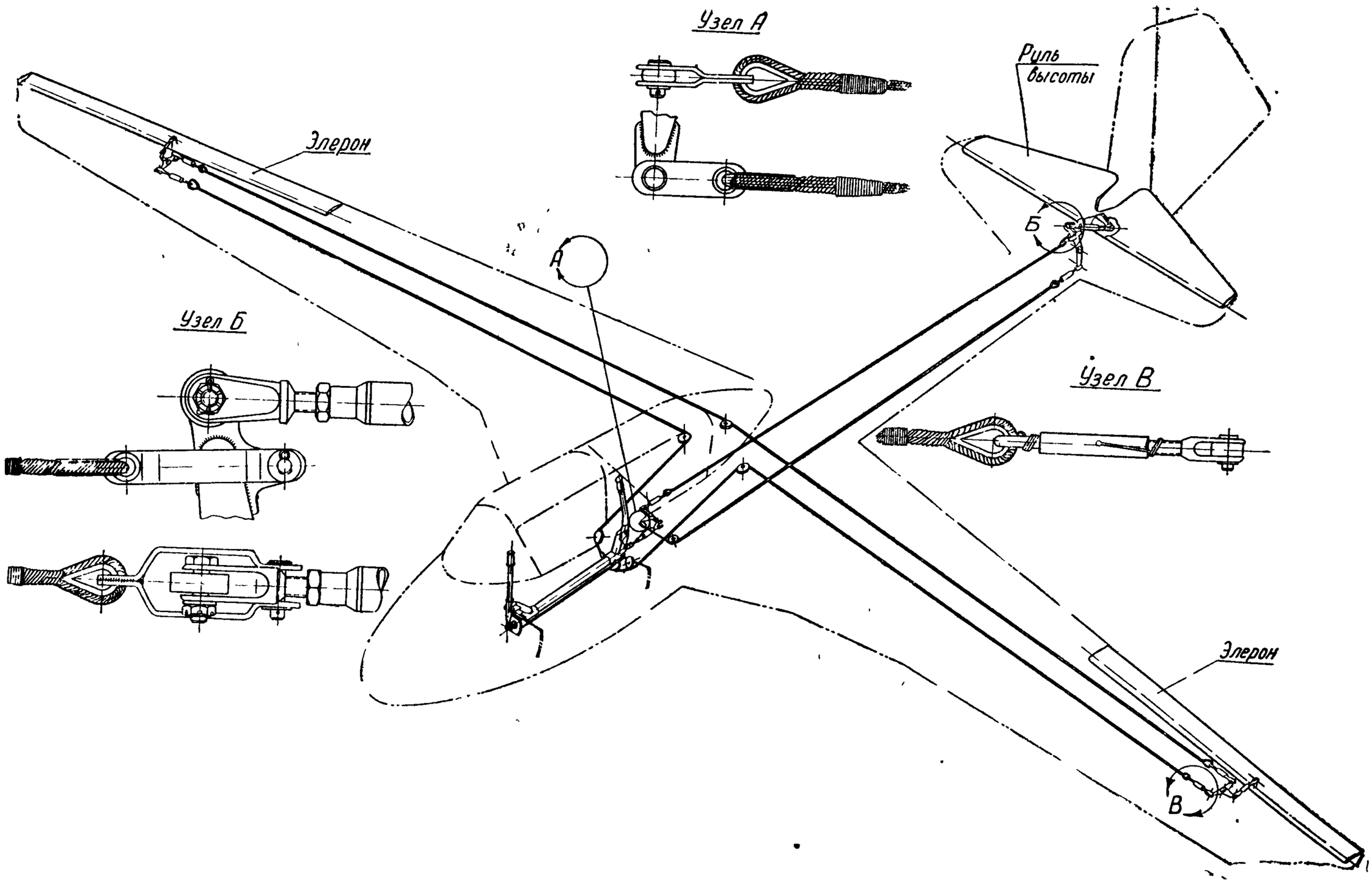


Рис. 90. Планер Ш-18 Схема ручного управления

вала. Нижние концы ручек связаны тягой, проходящей внутри вала.

Ручки (рис. 91) выполнены из дуралюминовых труб диаметром 30—27 *мм*, вставленных в стальные башмаки. На верхние концы труб надеты резиновые рукоятки. Башмаки состоят из стальных труб диаметром 32—30 *мм*, втулок и ушков. Во втулке помещены два шарикоподшипника диаметром 10 *мм*. Один из них запрессован и зачеканен, другой имеет скользящую посадку. Между подшипниками расположена распорная втулка. В нижние концы башмаков вварены ушки с гнездами для шарикоподшипников. В ушко башмака передней ручки запрессован 6-*мм* шарикоподшипник. Задняя ручка имеет двойное ушко с двумя 6-*мм* шарикоподшипниками.

Обе ручки легко снимаются. Для этой цели в нижней части дуралюминовой трубы каждой ручки просверлено сквозное отверстие диаметром 10 *мм*. Вниз от отверстия, до конца трубы, сделаны пропилы шириной 4,2 *мм*. В верхней части башмака, усиленной шайбами, имеется также сквозное 10-*мм* отверстие. Через эти отверстия труба и башмак ручки соединены специальным валиком с ушковой головкой. Средняя часть валика с двух сторон опилена до ширины 4 *мм*. Чтобы снять ручку, надо повернуть валик таким образом, чтобы узкая его часть вошла в пропилы трубы. Валик удерживается от выскакивания шплинтом, от проворачивания — пружиной с пропилом, приклепанной к трубе башмака и охватывающей ушко головки валика. Чтобы повернуть валик, следует оттянуть пружину.

Вал управления вращается в двух шарикоподшипниках, укрепленных на шпангоутах № 5 и 10 фюзеляжа. Подшипники диаметром 45 *мм* запрессованы в отлитые из легкого сплава чашки с фланцами. Каждая чашка крепится к шпангоуту четырьмя 6-*мм* болтами. Шпангоуты № 5 и 10 стянуты двумя прутками диаметром 5 *мм*, проходящими через фланцы гнезд по обеим сторонам вала управления. Прутки создают натяжение в подшипниках и служат для устранения продольного люфта вала.

Вал состоит из дуралюминовой трубы диаметром 48—45 *мм*. В концы трубы плотно вставлены две втулки. Наружные концы втулок входят в подшипники вала. На концах вала приклепаны стальные кронштейны ручек. К заднему кронштейну, с нижней стороны, приварены стенки сектора. На верхней стороне кронштейнов укреплены тремя болтами ограничители хода ручки, сделанные из текстолита.

Сектор состоит из двух 1-*мм* стенок и набора из пяти дуралюминовых пластинок, образующих два ручья (канавки) для тросов. Стенки сектора соединены сверху двумя 6-*мм* болтами и распорными трубками для крепления коушей тросов. Стенки и дуралюминовые пластинки в нижней части сектора соединены заклепками и двумя 4-*мм* болтами, крепящими заодно предохранитель тросов.

Тяга, соединяющая ручки, состоит из дуралюминовой трубы диаметром 25—23 *мм* с двумя регулируемыми вильчатыми наконечниками с правой и левой резьбами.

Управление рулем высоты производится с помощью короткой тяги, соединяющей нижний конец задней ручки с рычагом качалки, установленной на шпангоуте № 11. Тросы, присоединенные к качалке, идут к качалке управления руля высоты, смонтированной на шпангоуте № 26. Один из тросов огибает ролик, поставленный на шпангоуте № 11. Качалка управления рулем высоты связана тягой с кабанчиком руля высоты (рис. 90).

Короткая тяга (рис. 91), идущая от задней ручки, двигается поступательно, качаясь преимущественно в вертикальной плоскости и вращаясь вокруг своей оси. Тяга состоит из двух муфт, соединенных

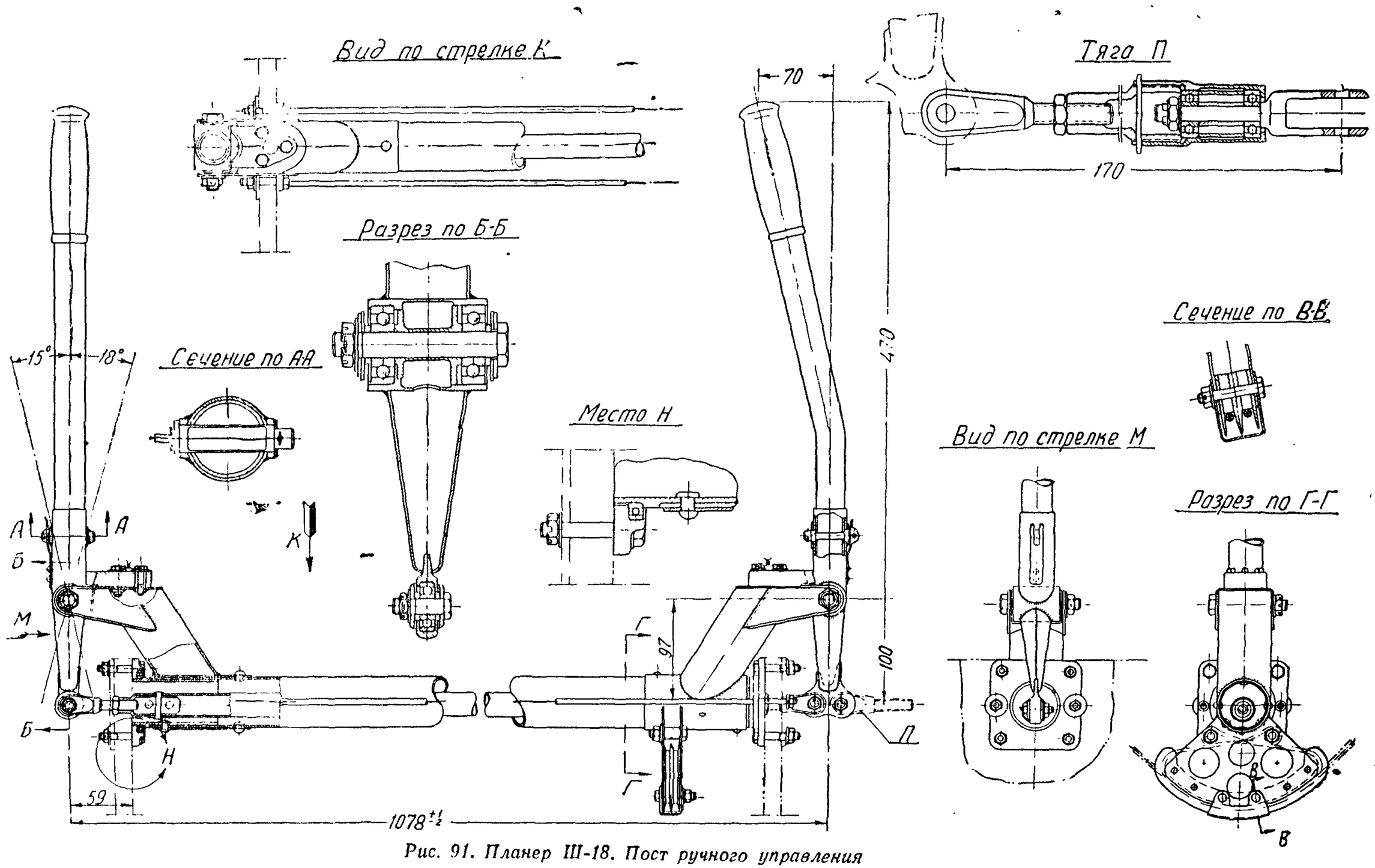


Рис. 91. Планер Ш-18. Пост ручного управления

резьбой, и двух вильчатых наконечников. Передний наконечник закреплен неподвижно с помощью контргайки. Задний наконечник может вращаться на двух шарикоподшипниках, надетых вместе с двумя распорными втулками на хвостовик наконечника и закрепленных гайкой.

Качалка на шпангоуте № 11 вращается в наклонной плоскости в двух шарикоподшипниках диаметром 8 *мм*. Плечи качалки разнесены вдоль оси. К нижнему плечу с запрессованным сферическим шарикоподшипником присоединена короткая тяга, к двум верхним плечам — тросы управления.

Качалка управления рулем высоты укреплена на кронштейне шпангоута № 26. Плечи качалки овального сечения, сварены из двух боковин, выколоченных из 1-*мм* листовой стали. Втулка качалки с двумя шарикоподшипниками вращается на 8-*мм* болте. К двум ушкам качалки крепятся тросы, к третьему, верхнему, ушку с шарикоподшипником присоединяется тяга. Кронштейн качалки, сваренный из 1-*мм* листовой стали с шайбами 1,5×20 *мм* на ушках (рис. 84), укреплен на поперечине шпангоута № 26 шестью 5-*мм* болтами.

Тяга состоит из дуралюминовой трубы диаметром 20—18 *мм* с двумя регулируемыми вильчатыми наконечниками.

Управление элеронами (рис. 90) осуществляется с помощью сектора на вале управления. С сектора тросы через две пары роликов, укрепленных на бортах фюзеляжа, проходят в крыле к передним концам трехплечих качалок, установленных на нервюрах № 31. Задние концы качалок соединены замыкающим тросом, поддерживаемым ориентирующимся роликом в центре фюзеляжа.

Качалки управления элеронами аналогичны по конструкции остальным качалкам управления.

Тяги, соединяющие качалки с кабанчиками элеронов, сходны с тягами управления рулем высоты.

Проводка ручного управления выполнена из гибких тросов диаметром 3 *мм* с тандерами диаметром 5 *мм*.

Управление рулем направления (рис. 92) состоит из двух пар ножных педалей и проводки с направляющими роликами.

Педали установлены на бобышках лыжного бруса фюзеляжа. Расстояние педалей от сидений может регулироваться в зависимости от роста пилотов. Комплект педалей состоит из основания, коромысла, направляющих трубок, башмаков педалей, двух поводков, ремней и стопорных шпилек.

Основание педали представляет собой П-образную скобу из 1-*мм* листовой стали с приваренным к ней штырем для крепления поводков и оси для коромысла. Коромысло Н-образной формы сварено из двух вертикальных труб диаметром 20—18 *мм* и поперечной трубы диаметром 25—23 *мм*. В верхние концы вертикальных труб вварены оси для направляющих трубок педалей. К нижним концам труб приварены пальцы для серег тросов управления. В центре поперечной трубы вварена втулка для оси коромысла.

Направляющие трубки педалей диаметром 25—23 *мм* имеют на концах вваренные втулки с внутренним диаметром 20 *мм*. Снаружи к каждой трубе приварены две пары ушков. Одна пара ушков, усиленных шайбами, служит для надевания направляющей трубы на ось, помещенную на коромысле; к другой паре ушков крепится поводок.

Башмаки педалей выполнены из 1,5-*мм* листовой стали. К подошве башмаков приварены в стык трубы диаметром 23—20 *мм* с тремя вертикально припаянными внутри трубками диаметром 8—6 *мм* для пропуска стопорной шпильки. Поводки состоят из двух трубок диаметром 10—8 *мм* с ушками из 4-*мм* пластинок, согнутых и вваренных в концы труб. Башмаки снабжены ремнями с пряжками. Стопорная

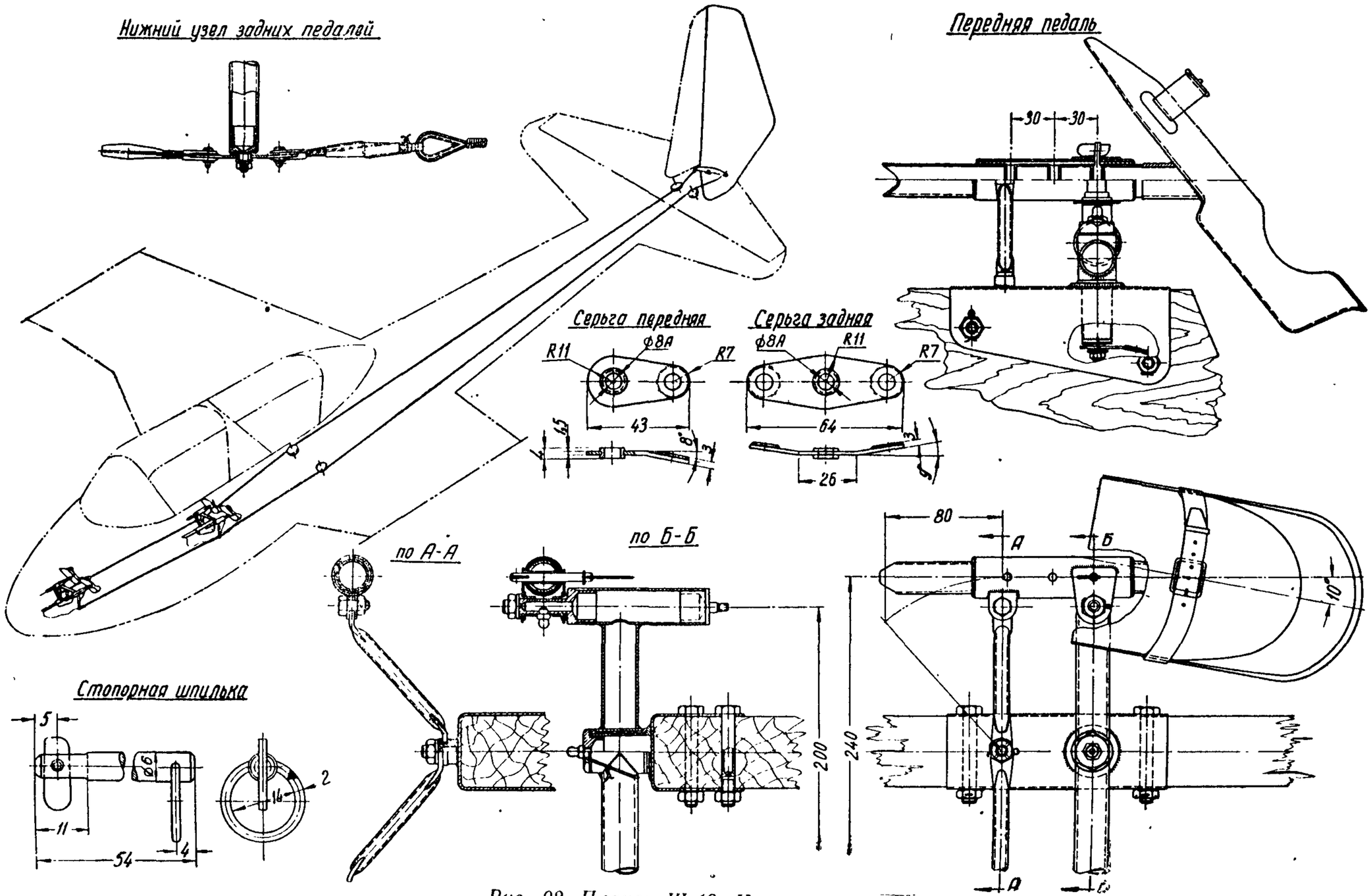


Рис. 92. Планер Ш-18. Ножное управление

шпилька представляет собой так называемый «морской болт» с кольцом с пружиной (рис. 92).

Все шарниры коромысла собраны на бронзовых втулках и снабжены шариковыми масленками.

Проводка ножного управления состоит из 3-*мм* тросов. Тросы проходят через катушки, установленные на стенках коробки колеса (рис. 89) и на шпангоуте № 27 (рис. 84).

Управление интерцепторами расположено в фюзеляже на левом борту. Ручка управления интерцепторами в первой кабине укреплена к борту с левой стороны под сиденьем. На ручке укреплены два сектора. К ней присоединена жесткая тяга, которая проходит через шпангоут № 9 во вторую кабину и заканчивается рукояткой. Два троса диаметром 2 *мм* от ручки управления проходят по левому борту и поднимаются вверх за шпангоутом № 14. Здесь тросы расходятся в оба полукрыла и идут к качалкам интерцепторов. На участке от шпангоута № 9 до входа в крыло тросы заключены в боуденовскую оболочку, укрепленную хомутами к бортам фюзеляжа.

Управление интерцепторами в каждой половине крыла состоит из качалки, выполненной в виде ролика с эксцентричным пальцем, и небольшой тяги, соединяющей палец ролика с кабанчиком интерцептора. Между тягой и кабанчиком включен кардан. Ролик с тягой, пружина и направляющий ролик укреплены на болтах, проходящих через лонжерон.

Управление буксировочными замками состоит из двух ручек и тросовой проводки (рис. 93). Передний и оба боковых буксировочных замка срабатывают одновременно.

Ручки помещены на левой стороне обеих приборных досок. Передняя ручка прикреплена к кронштейну, поставленному на шпангоут № 4, а задняя — к шпангоуту № 9.

Ручка состоит из трубчатого корпуса с приваренным фланцем, стержня и шарика. В корпус впаяна боуденовская оболочка. В стержень запрессован конец троса. Движение стержня ограничено стопорным винтом в пропиле корпуса. Шарик из текстолита закреплен 4-*мм* винтом на конце стержня.

Тросы заключены в боуденовскую оболочку, закрепленную в кронштейне на шпангоуте № 1 и в корпусах обеих ручек. Проводка расположена в верхней части левого борта фюзеляжа.

Оборудование

Обе приборные доски выполнены из 1,5-*мм* листового дуралюмина. На передней доске помещены указатель скорости, указатель поворота, вариометр, высотомер и часы. Компас помещен сверху доски на отдельном съемном кронштейне (рис. 94).

Во второй кабине на задней доске слева направо установлены высотомер, указатель скорости, указатель поворота и вариометр. Каждая приборная доска подвешена на трех стандартных амортизаторах. Приемник воздушного давления (трубка Пито) помещен в левом крыле у нервюры № 23. Трубки Вентури установлены на правом борту фюзеляжа у шпангоутов № 4 и 7.

* * *

Летные испытания, проведенные в Центральном аэроклубе имени В. П. Чкалова, показали, что планер Ш-18 послушен и не труден в управлении. Все рули достаточно эффективны. При центровке 24 — 27% САХ планер обладает достаточным запасом продольной и

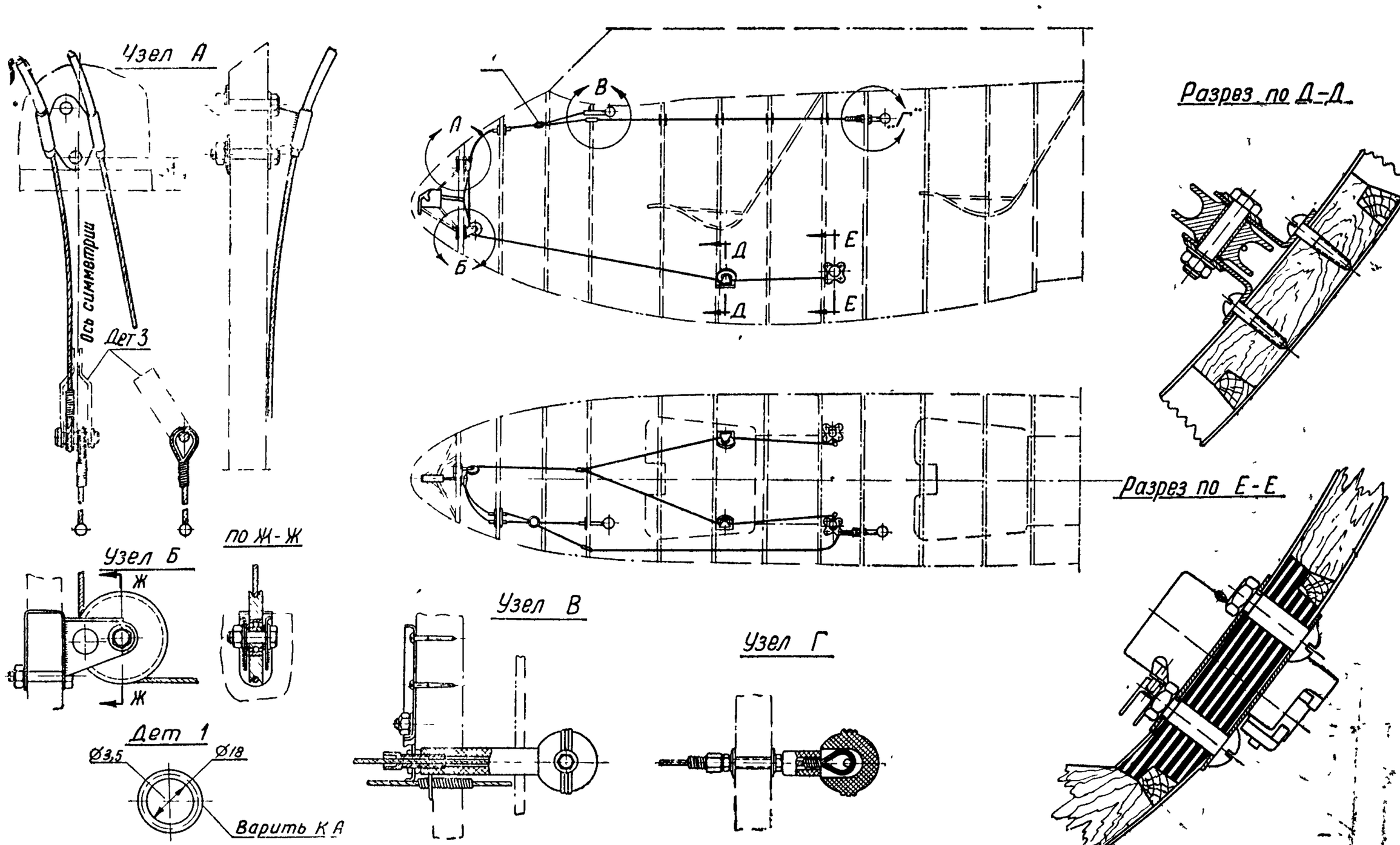


Рис. 93 Планер Ш-18. Управление буксировочными замками

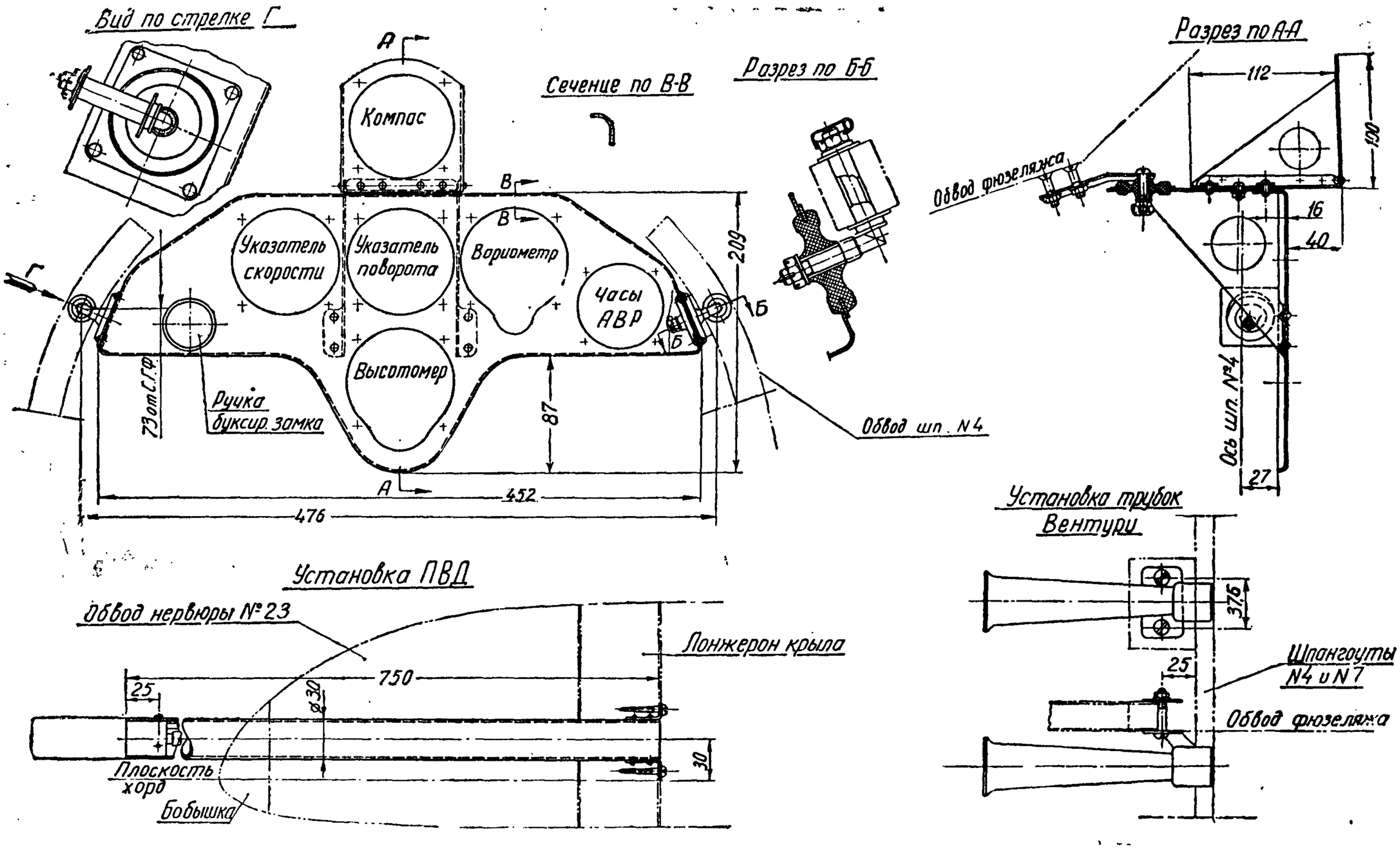


Рис. 94. Планер Ш-18. Установка приборной доски в передней кабине

путевой устойчивости при удовлетворительной поперечной устойчивости. Взлет и посадка просты по технике выполнения.

На буксире за самолетом планер допускает полет в пеленге до 45° без больших усилий на ручку. При взлете с автостарта за счет большого диаметра колеса и более высокого аэродинамического качества нагрузки на трос как при разбеге, так и на взлете оказались меньшими, чем при запуске планера А-2.

Планер Ш-18 входит в штопор только с полностью добранной ручкой и полностью отклоненным рулем направления и после выполнения 1,5—2 витков выходит из штопора самостоятельно, переходя в спираль. Вывод из штопора происходит без запаздывания.

Конструкция планера требует дальнейшей доводки и упрощения. Необходимо облегчить сборку и разборку планера, повысить эффективность интерцепторов, сделать триммер управляемым в полете и устранить все недостатки, замеченные в процессе эксплуатации.

РЕКОРДНЫЕ ПЛАНЕРЫ

ПЛАНЕР А-9

Планер А-9 конструкции О. К. Антонова является дальнейшим развитием планера РФ-7, построенного в 1939 г. Планер предназначен для всех видов парящего полета в любых метеорологических условиях.

При сравнительно небольшом размахе крыла планер обладает высоким аэродинамическим качеством и отличными парящими свойствами. На планере А-9 установлен ряд мировых рекордов.

По схеме планер представляет собой моноплан с высокорасположенным свободнонесущим крылом (рис. 95 и 96). Характерной особенностью конструкции планера является отсутствие выступающей лыжи. Посадка производится непосредственно на нижнюю заостренную часть фюзеляжа, окованную стальным полозом.

Конструктором была проделана специальная работа по подбору для взлета и посадки нижнего обвода фюзеляжа, имеющего характерную «припухлость» под задней частью кабины *.

Для перевозки планера служит специальная двухколесная тележка, легко присоединяемая к фюзеляжу.

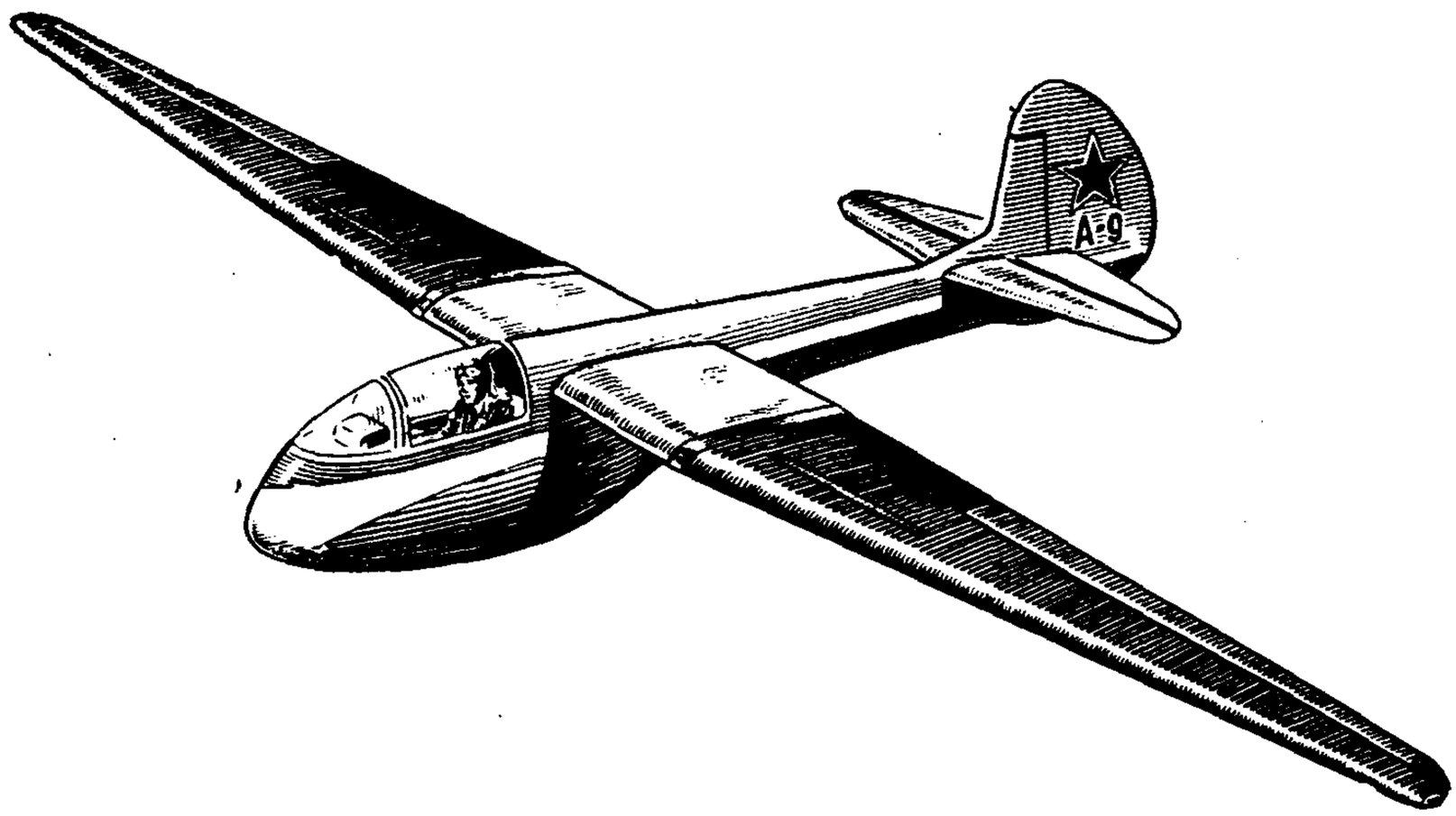


Рис. 95. Планер А-9 в полете

* См. статью О. К. Антонова «О посадке безвинтовых самолетов на лыжу», журн. «Техника воздушного флота», 1945 г., № 7—8.

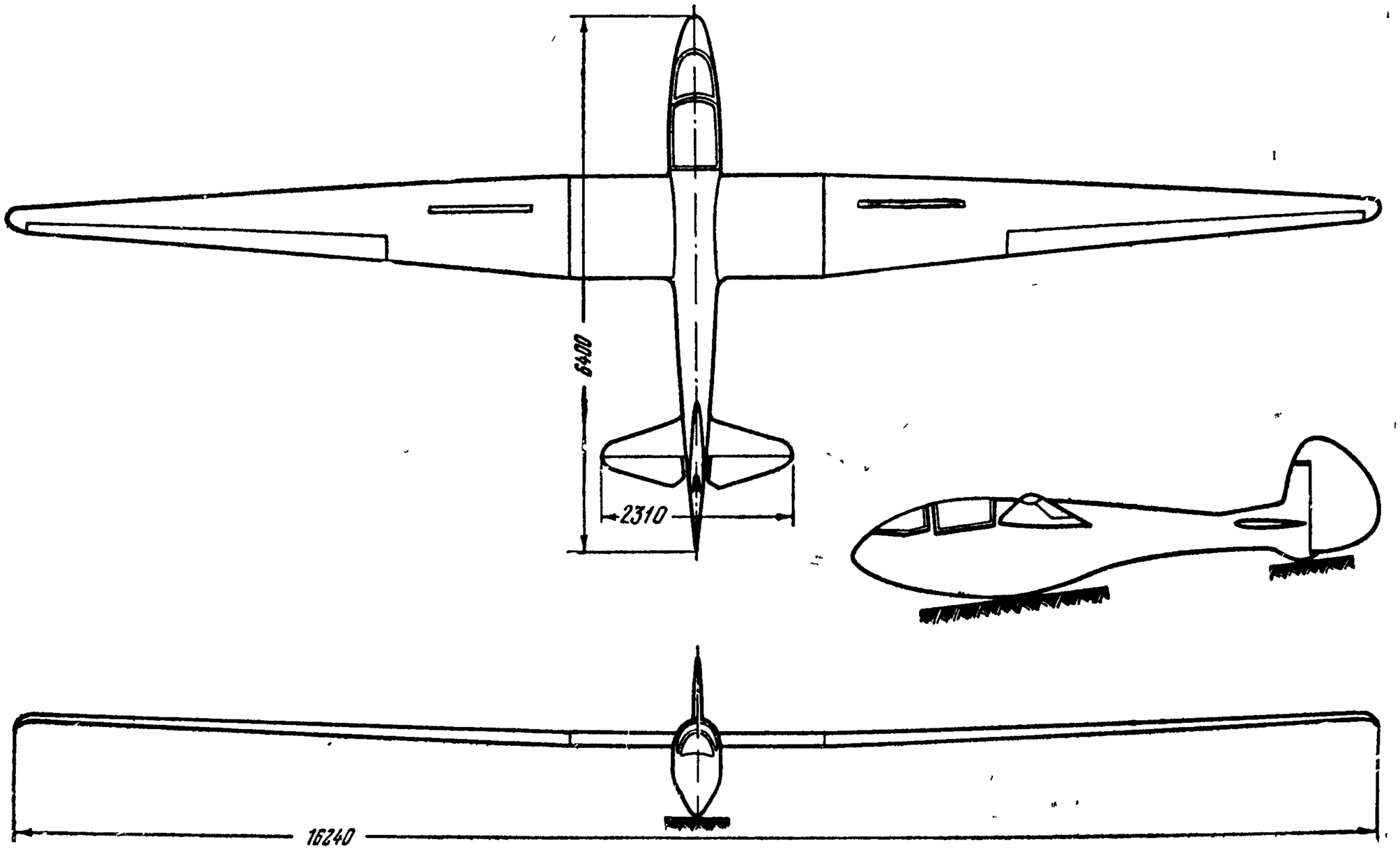


Рис 96 Схема планера А-9 конструкции О. К. Антонова

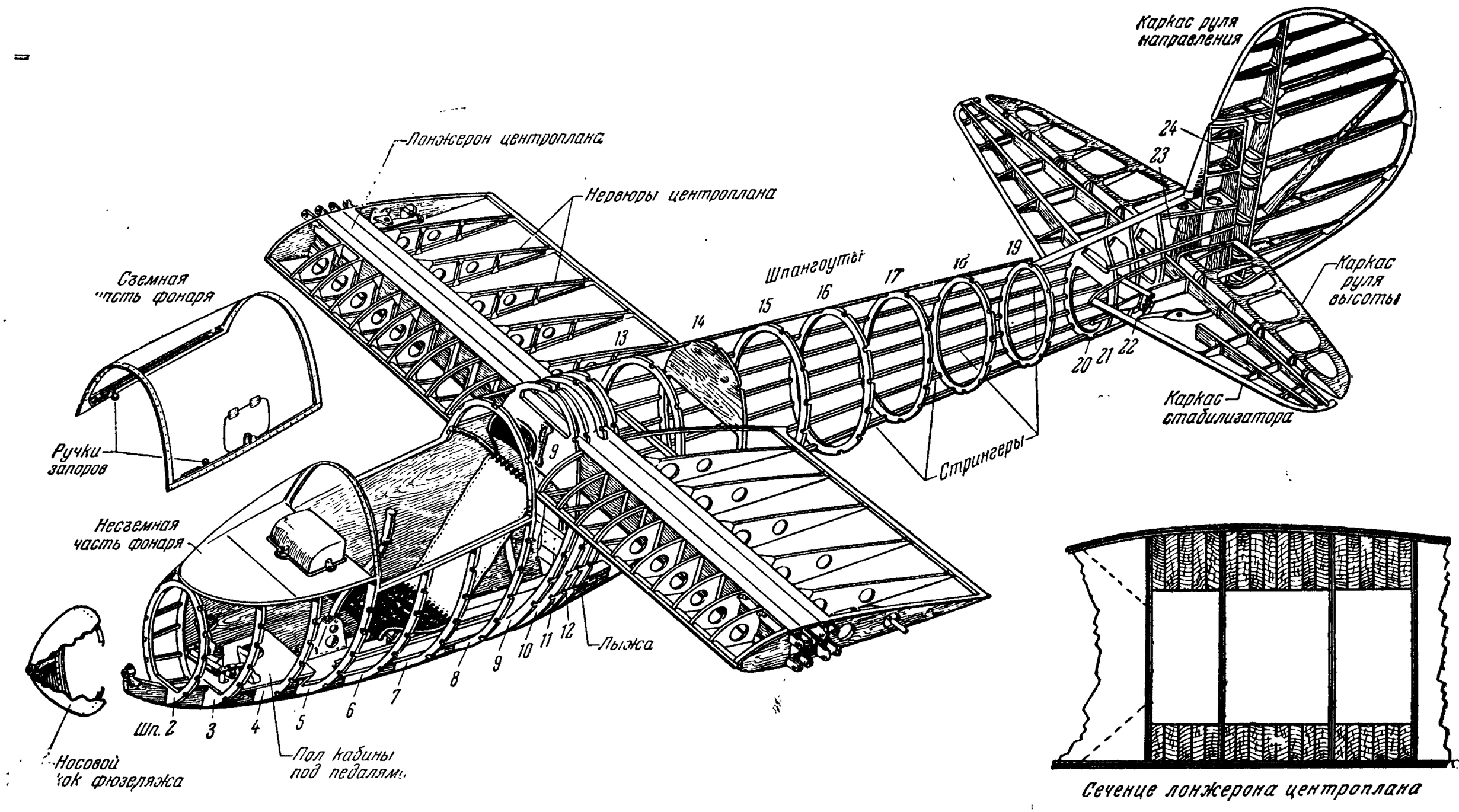


Рис 97. Планер А-9. Каркас фюзеляжа с центропланом и хвостовым оперением

Фюзеляж

Фюзеляж планера имеет хорошо обтекаемую форму с овальными сечениями и заостренной нижней частью в районе касания планером земли. Хвостовая часть фюзеляжа развита вверх и образует киль.

Каркас фюзеляжа состоит в основном из 23 шпангоутов, стрингеров, лыжной балки и пола кабины (рис. 97).

Шпангоуты расположены нормально к строительной горизонтали фюзеляжа, за исключением четырех усиленных шпангоутов, установленных под углом 3° к вертикали. Между этими шпангоутами вклеены лонжероны центроплана.

Шпангоуты сплошного сечения, выклеены из тонких гнутых реек с двусторонней оклейкой 1—1,5-*мм* фанерой.

Стрингеры прямоугольного сечения, размерами от 8×10 *мм* до 15×15 *мм;* врезаются в шпангоуты широкой стороной наружу.

Лыжная балка имеет коробчатое сечение. К ней крепятся первые 14 шпангоутов. Нижняя изогнутая полка балки сечением 46×50 *мм* выклеена из 5-*мм* сосновых планок. Верхняя полка имеет сечение 30×46 *мм*. Между полками помещены распорки и бобышки. Балка зашита с двух сторон 2-*мм* фанерой, имеющей косое направление наружных слоев.

Пол пилотской кабины, выполненный из 4-*мм* фанеры, укреплен на лыжной балке между бортами фюзеляжа и состоит из верхнего пола (под педалями) и нижнего пола (под валом управления).

Обшивка фюзеляжа в средней его части, от шпангоута № 5 до № 14 выполнена из 2-*мм* фанеры. Носовая и хвостовая части обшиты 1,5-*мм* фанерой. Пилотская кабина имеет внутреннюю обшивку из фанеры толщиной 1,5 *мм* от шпангоута № 3 до № 11. Верх передней части фюзеляжа под козырьком зашит фанерой и образует горизонтальную панель, позади которой в вырезе расположена приборная доска.

Нижняя часть фюзеляжа усилена оковкой, состоящей из двух изогнутых полос закаленной хромансилевой стали общей толщиной 4 *мм*. Оковка крепится к фюзеляжу шурупами с потайными головками.

Для подхода к деталям управления в обшивке фюзеляжа имеются два люка с дуралюминовыми крышками. Один из люков расположен на верху фюзеляжа между шпангоутами № 11 и 12. Люк этот служит одновременно и для подхода к багажнику, помещенному между шпангоутами № 12 и 13. Другой люк, круглой формы, помещен на левом борту между шпангоутами № 21 и 22. Крышка люка открывается нажатием пальца.

Носовой обтекатель (кок) легко снимается и обеспечивает хороший доступ к педалям ножного управления, буксировочному замку, приборной доске и управлению вентиляцией кабины. Кок выколочен из дуралюмина, усилен приклепкой профилей и плотно прилегает к переднему шпангоуту при завинчивании гайки в кронштейн, помещенный на носке лыжной балки (рис. 97).

Фонарь состоит из переднего неподвижного козырька и съемной крышки, имеющей с левой стороны откидную форточку. Козырек изготовлен путем выдувания его из нагретого листа органического стекла (плексигласа) толщиной 5—6 *мм*. Такой способ изготовления обеспечивает отсутствие искажения просматриваемого изображения и хорошую прозрачность. Стекло крышки имеет толщину 4 *мм*.

Сиденье пилота передвижное по горизонтали (рис. 98). Каркас его сварен из стальных труб диаметром 16—13 *мм*. Сиденье сделано эластичным для смягчения толчков, испытываемых пилотом при взлете и посадке. Поперек сиденья натянуто восемь пружин из 2-*мм* стальной

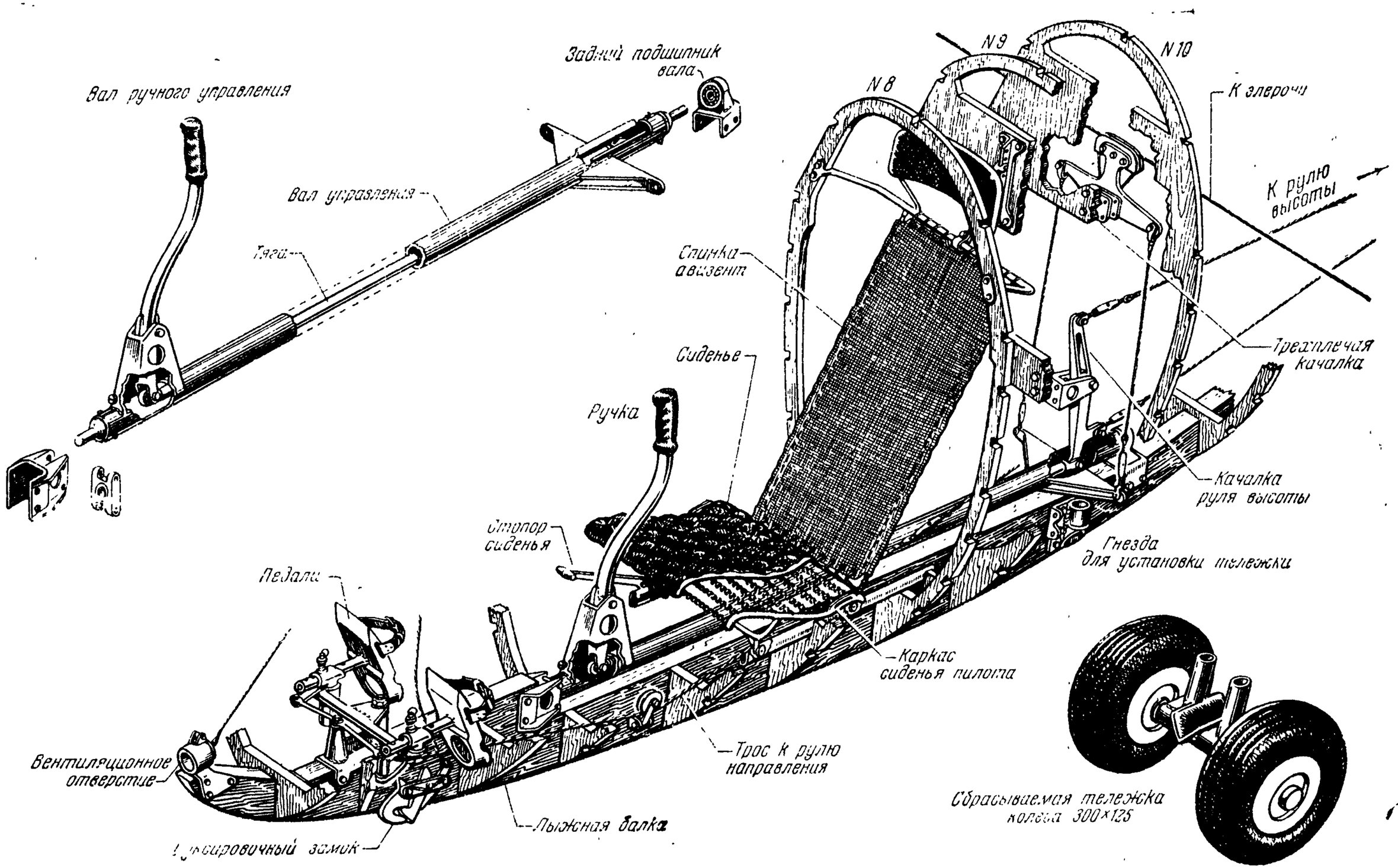


Рис. 98. Планер А-9. Передняя часть фюзеляжа

проволоки, покрытых сверху мягкой стеганой подушкой. Сиденье может передвигаться вперед и назад на четырех роликах, сделанных из шарикоподшипников. Ролики двигаются по направляющим рельсам, согнутым из листового дуралюмина, укрепленным шурупами к шпангоутам № 6, 7, 8. Сиденье может в пяти различных положениях стопориться ручкой, смонтированной на правой стороне каркаса сиденья. Ручка снабжена штырем, входящим в отверстия на правом рельсе, и прижимается к рельсу пружиной .

Спинка сиденья состоит из двух шнуровых амортизаторов диаметром 10 *мм* с натянутым между ними брезентом. Она пришнурована снизу к сиденью, а сверху — к изогнутой поперечной трубе сечением 16×13 *мм*, укрепленной шарнирно к шпангоуту № 8. Труба несет подушку подголовника и может быть закреплена в различных положениях с помощью короткой тяги, соединенной с кронштейном на шпангоуте № 9. Кронштейн, сваренный из двух согнутых пластин, имеет ребро с рядом отверстий для крепления вильчатого конца тяги в разных положениях с помощью стопорной шпильки (рис. 98).

Привязные плечевые ремни укреплены к скобе на поперечной трубе спинки сиденья, а поясные ремни — к скобам на боковых трубах каркаса сиденья.

Крыло

Крыло состоит из прямоугольного центроплана и двух трапециевидных отъемных консолей (рис. 97 и 99). Крыло по всему размаху имеет профиль РФ-7, являющийся модификацией профиля Р-III-ЦАГИ.

Конструкция двухлонжеронная, деревянная, с полотняной обтяжкой. Крепление полотна выполнено без прошивки нитками.

Консоли крыла имеют элероны и интерцепторы. В левом носке центроплана установлена трубка приемника указателя скорости. Для подхода к деталям управления в нижней обшивке крыльев имеются лючки, открываемые нажатием пальца.

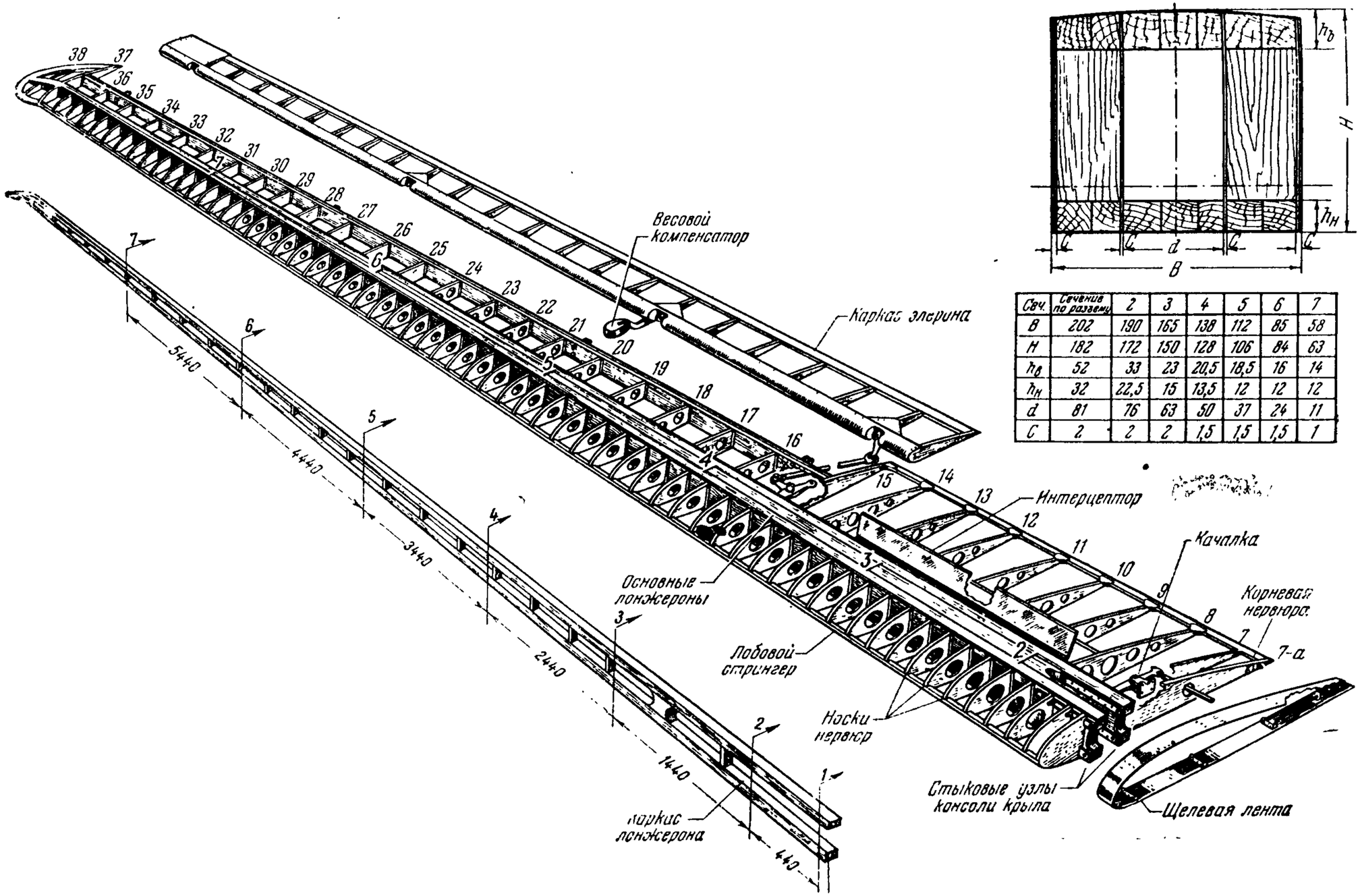
Каркас консоли крыла состоит из двух коробчатых лонжеронов, набора нервюр, вспомогательного лонжерона, лобового и хвостового стрингеров и законцовки (рис. 99). Лонжероны сближены и соединены между собой промежуточными полками, образуя прочную многосвязную балку-кессон. Поэтому конструкцию крыла можно назвать и однолонжеронной. В месте установки стыковых узлов промежуточные полки заменены стальными П-образными вкладышами (рис. 100). Боковые стенки вкладышей прихвачены гайками болтов, крепящих узлы. На верхней стенке вкладышей приклепана полоса 5-*мм* фанеры для приклейки лобовой обшивки крыла.

Нервюры на корневой части консоли расположены через 250 *мм*. К концам крыла расстояние между нервюрами уменьшается до 150 *мм*. Носки поставлены вдвое чаще. Такая частая расстановка нервюр обеспечивает хорошее выполнение профиля крыла.

Нервюры разрезные, состоят из носков и хвостиков, собранных из полок и раскосов сечением 6×12 *мм*, с 1,5-*мм* фанерными стенками и кницами. В усиленных нервюрах сечение полок увеличено до 12×15 *мм* и добавлена вторая стенка. Носки в концевой части крыла выполнены из липы толщиной 12 *мм*.

Вспомогательный лонжерон корытного сечения, служит для навески элерона. Лонжерон выполнен из полок сечением 10×15 *мм* и стенки из 1,5-*мм* фанеры.

Законцовка крыла слегка отогнута вниз. Дуга законцовки выклеена из десяти планок 3-*мм* толщины. Поверх фанерной обшивки законцовка имеет оковку из листового дуралюмина.



Сеч.	Сечение по разъему	2	3	4	5	6	7
B	202	190	165	138	112	85	58
H	182	172	150	128	106	84	63
$h_в$	52	33	23	20,5	18,5	16	14
$h_н$	32	22,5	15	13,5	12	12	12
d	81	76	63	50	37	24	11
C	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1

Рис. 99. Планер А-9. Консоль крыла (правая) с элероном

Центроплан по конструкции аналогичен консоли крыла. Каркас центроплана состоит из лонжеронов, нервюр, лобового и хвостового стрингеров. Передний и задний лонжероны одинаковы. Каждый из них состоит из двух полок шириной 60 *мм*, трех бобышек, склеенных из сосны с фанерными прослойками, и двух стоек сечением 8×60 *мм*. Стенки лонжерона обшиты 2-*мм* фанерой с косым расположением наружных волокон.

Лонжероны и средние полки между ними вклеены между шпангоутами № 9, 10, 11 и 12. В первую очередь между шпангоутами № 10 и 11 вклеивают средние полки. При этом шпангоуты врезают в полки заподлицо, т. е. на всю толщину. Затем приклеивают передний и задний лонжероны и шпангоуты № 9 и 12.

Нервюры корытного сечения, с полками и стойками сечением 6×13 *мм*. Стенки из 1-*мм* фанеры на носках и 1,5-*мм* — на хвостах. Торцовые нервюры усилены, имеют полки сечением 16×20 *мм* и две стенки из 2-*мм* фанеры.

Обшивка крыла выполнена из 1,5-*мм* фанеры, причем наружные слои лобовой обшивки направлены под углом 45° к оси крыла.

Металлические узлы крыла состоят из стыковых узлов, кронштейнов качалок, швартовочного узла и шарниров подвески элеронов.

Стыковой узел консоли с центропланом (рис. 100) состоит из 16 стальных накладок, прикрепленных болтами к верхним и нижним поясам лонжеронов. Накладки выполнены из 3-*мм* пластин хромансилевой стали с приваренными с одной стороны шайбами из того же материала. Накладки закалены и имеют высокую прочность. Каждая пара накладок укреплена семью 12-*мм* полыми болтами и тремя 8-*мм* стяжными болтами.

Накладки, стоящие на лонжеронах центроплана, обхватывают с двух сторон накладки, укрепленные на лонжеронах консолей. Между накладками консолей помещены распорные трубки диаметром 20—17 *мм*. В отверстие стыковых ушков вложены конусные втулки из закаленной стали. Конусные втулки затянуты проходящими через них болтами диаметром 10 *мм* с гайками и контргайками. На рис. 100 видны П-образные вкладыши, соединяющие корневые части лонжеронов между стыковыми узлами, и дуралюминовые уголки, крепящие нервюры.

Кронштейны качалок управления выфрезованы (в серийном производстве отлиты) из дуралюмина и имеют П-образную форму. Кронштейны установлены на торцовых нервюрах центроплана и консолей и на нервюрах № 15 с помощью четырех 5-*мм* болтов каждый. Кронштейн качалки интерцептора, состоящий из основания и оси, укреплен к задней стенке лонжерона четырьмя шурупами.

Швартовочный узел состоит из уголка, согнутого из 1-*мм* листовой стали с приваренной к нему гайкой. Узел крепится 10 шурупами к лонжерону и нервюре № 15. В гайку ввинчен болт с головкой, выполненной в форме кольца.

Шарниры подвески элерона состоят из П-образных скоб и промежуточных звеньев, соединенных с вильчатыми болтами на элероне. Звенья допускают небольшие отклонения в стороны для удобства сборки.

Элероны

Конструкция элеронов (рис. 99) выполнена из дуралюмина с полотняной обшивкой. Каркас элерона состоит из лонжерона, нервюр, лобовой обшивки с диафрагмами, хвостового стрингера и книц. К каркасу прикреплены кабанчик элерона, шарнирные болты и весовой компенсатор.

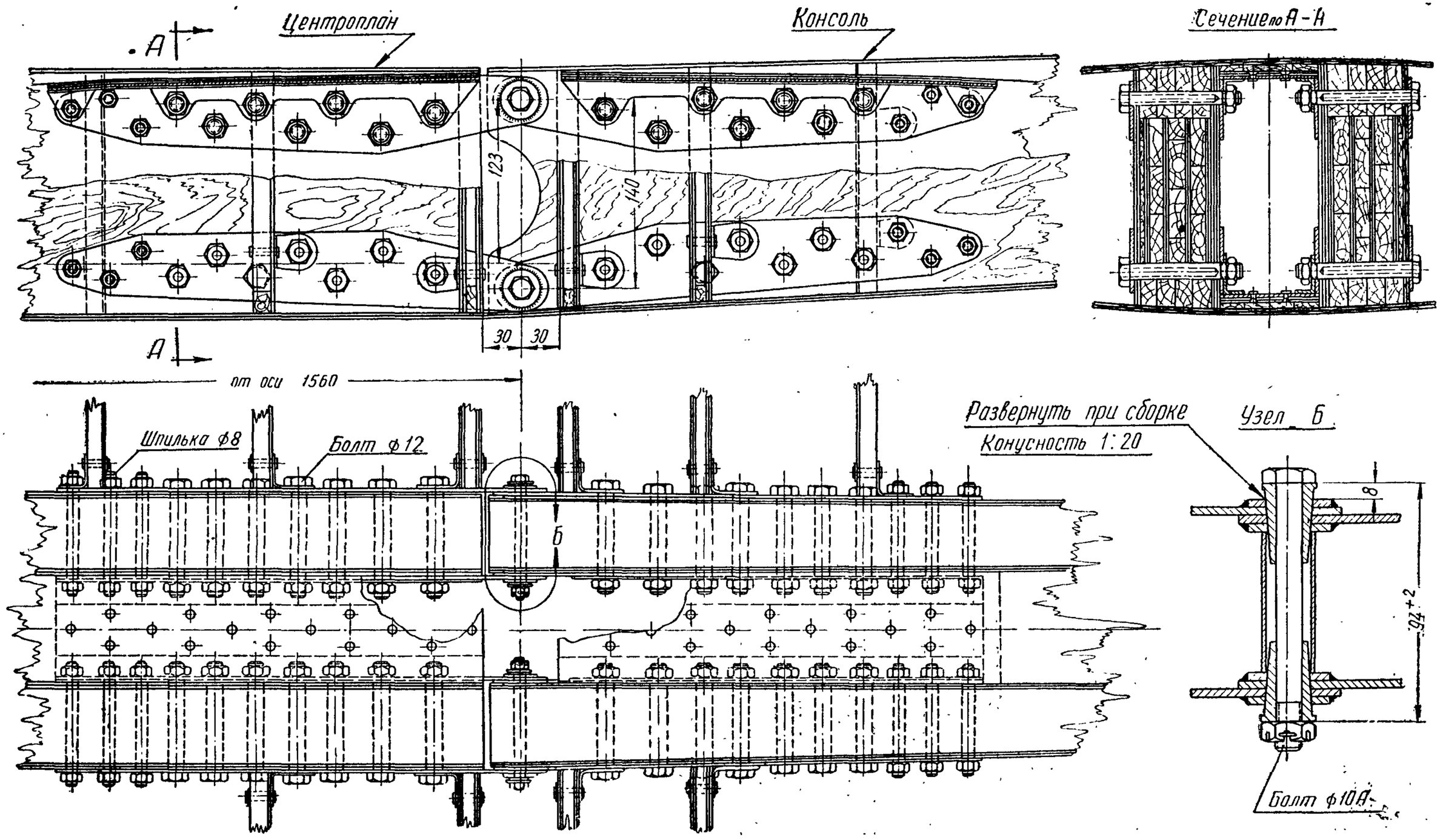


Рис. 100. Планер А-9. Узел стыковки консоли крыла с центропланом

Лонжерон корытного сечения, согнут из 1-*мм* листового дуралюмина. В местах крепления кабанчика и весового компенсатора лонжерон усилен корытным вкладышем из 0,8-*мм* листа, 1-*мм* накладкой и фрезованным кронштейном.

Вместе с приклепанной 1-*мм* лобовой обшивкой лонжерон образует жесткую трубу, работающую на кручение. Ослабление трубы вырезами под шарниры компенсировано раскосами и кницами, образующими закрытые клепаные коробки.

Нервюры корытного сечения, сделаны из 0,6-*мм* дуралюмина.

Кабанчик элерона фрезованный из дуралюмина, имеет два запрессованных шарикоподшипника. Один из них служит корневым шарниром элерона, к другому присоединяется тяга элерона. Остальные шарниры состоят из трех вильчатых 8-*мм* болтов.

Весовой компенсатор служит для предотвращения вибраций элерона. Плечо груза выполнено из 4-*мм* листовой стали и сварено задним концом с 3-*мм* пластиной, которая крепится к лонжерону элерона четырьмя 5-*мм* болтами. На переднем конце рычага двумя 6-*мм* болтами укреплен свинцовый груз весом 1,5 *кг*, имеющий обтекаемую форму. Передний конец рычага с грузом входит в отверстие, вырезанное по форме компенсатора на нижней поверхности крыла. При нейтральном положении элерона груз закрывает это отверстие.

Интерцепторы

Интерцепторы установлены на верхней поверхности крыла между нервюрами № 8 и № 13 и в закрытом положении вписываются в контур профиля крыла. Конструкция интерцептора выполнена из дуралюмина с текстолитовыми бобышками. Верхний лист имеет толщину 1,5 *мм*, нижний, профилированный лист толщиной 0,6 *мм* образует одновременно и петлю (см. рис. 103).

Хвостовое оперение

Стабилизатор составляет одно целое с конструкцией фюзеляжа. Он состоит из двух лонжеронов, набора нервюр, лобового стрингера, обшивки и шарниров (рис. 101).

Оба лонжерона — коробчатые, с полками постоянного сечения 15×17 *мм* и стенками из 1,5-*мм* фанеры с вертикальным направлением наружных слоев. Лонжероны стабилизатора приклеены к задним стенкам шпангоутов № 20 и № 22 фюзеляжа. Нервюры корытного сечения, с полками и стойками сечением 6×8 *мм* и стенками и кницами из 1-*мм* фанеры. Лобовой стрингер переменного сечения, выстругивается из бруска сечением 30×40 *мм*. Концевая дуга склеена из тонких планок. Обшивка стабилизатора фанерная, толщиной 1,5 *мм*, с направлением волокон под 45° к нервюрам.

Шарниры стабилизатора состоят из шести ушковых болтов диаметром 6 *мм*, проходящих через задний лонжерон стабилизатора и бобышки-подставки, выточенные из дуралюмина. Седьмой шарнир, расположенный по оси симметрии, является вильчатым болтом, проходящим через шпангоут № 22, задний лонжерон стабилизатора и деревянную бобышку.

Руль высоты (рис. 101) состоит из одного лонжерона, набора нервюр и хвостового стрингера. Носок и хвостовая часть руля обшиты 1-*мм* фанерой с большими вырезами между нервюрами. Лонжероны и нервюры такой же конструкции, как и у стабилизатора.

Правая и левая части руля высоты соединены между собой трубой, имеющей центральный шарнир подвески к стабилизатору и кабанчик

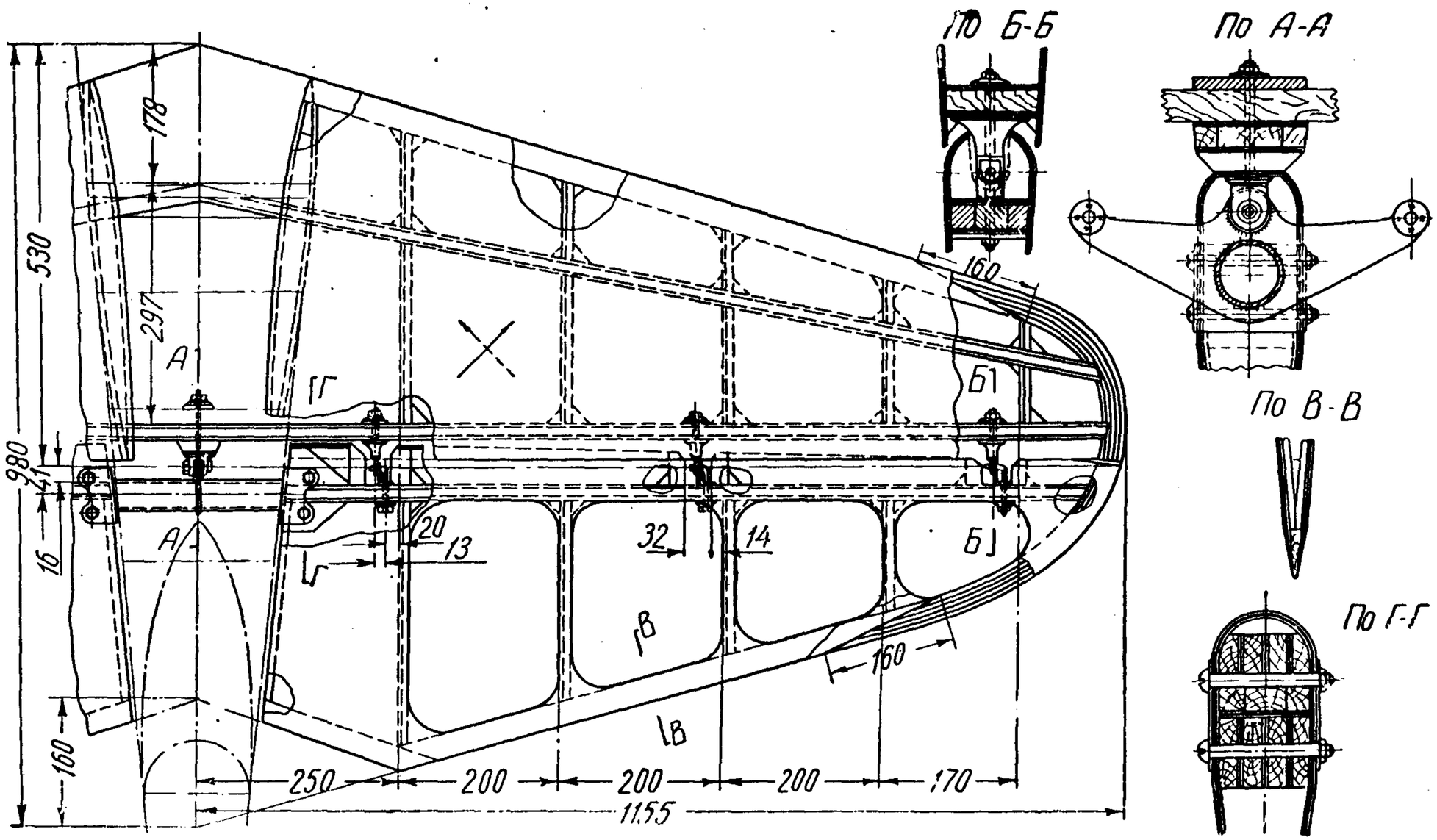


Рис. 101. Планер А-9. Горизонтальное оперение

для присоединения тросов управления. Половины руля вставлены в скобы соединительной трубы и укреплены в них двумя 8-*мм* болтами каждая. На соединительную трубу диаметром 40—38 *мм* приварен кабанчик из листовой 2,5-*мм* стали с наваренными на концах шайбами. В средней части кабанчик утолщен шайбами до 6,5 *мм* для образования гнезда под 6-*мм* сферический подшипник, служащий центральным шарниром подвески руля. Плечи кабанчика разведены в разные стороны, так как тросы управления рулем высоты перекрещиваются. Скобы П-образной формы, приваренные к торцам трубы, выполнены из 1,5-*мм* листовой стали. Соединительная труба со всеми деталями выполнена из хромансилевой стали с дальнейшей закалкой.

К заднему ребру левой части руля высоты прикреплен триммер, выполненный из дельта-древесины. Триммер может быть отклонен и зафиксирован на земле под нужным углом при помощи двух стопорных винтов.

Для подвески руля к стабилизатору имеются шарнирные крючки.

Киль образован развитой по высоте хвостовой частью фюзеляжа. Каркас киля состоит из шпангоута, четырех нервюр и лобового стрингера. Снаружи киль обшит фанерой.

Руль направления имеет 9-процентную роговую аэродинамическую компенсацию. Он состоит из одного лонжерона, семи нервюр, раскоса и наружного обода. Верхняя и лобовая части руля обшиты 1,5-*мм* фанерой (рис. 102). Лонжерон коробчатый, с полками сечением 15×17 *мм* и стенками из 1,5-*мм* фанеры.

Руль привешен к килю на трех шарнирах. Два верхних шарнира образованы вильчатыми болтами, нижний — шарикоподшипником, запрессованным в кронштейне, являющимся также кабанчиком, к которому присоединены две жесткие тяги управления. Тяги управления и кабанчик находятся целиком внутри обводов фюзеляжа и руля.

Два верхних шарнира руль — киль имеют промежуточные звенья для облегчения сборки, подобно шарнирам подвески элеронов (рис. 102).

Посадочное устройство

Планер не имеет шасси, и при перевозках его заменяет тележка, сваренная из трех стальных труб с двумя колесами размером 300×125 *мм*. На фюзеляже имеются узлы для установки тележки, состоящие из двух круглых стаканов, приваренных к уголкам. Узлы крепятся болтами к лыжной балке и шпангоуту № 8 (рис. 98).

Управление

Управление планера слагается из управлений рулем высоты, элеронами, рулем направления, интерцепторами и буксирным замком.

Пост ручного управления состоит из ручки, вала с колонкой и тяги. Ручка, шарнирно закрепленная в колонке вала, нижним концом связана с тягой. Вал проходит под сиденьем и крепится на двух шарикоподшипниках. Тяга пропущена внутри вала и одним концом соединена с ручкой, другим — с качалкой управления рулем высоты. На заднем конце вала приварена качалка управления элеронами (рис. 98).

Ручка управления выполнена в верхней части из дюралюминовой трубы диаметром 30—28 *мм*. Нижняя часть ручки представляет собой коробку, сваренную из двух 1-*мм* стальных щек с вильчатой заделкой на конце. Втулка выточена из 30-*мм* стального прутка. В нее запрессованы два шарикоподшипника 8×22 *мм*. Рукоятка деревянная, выточена из бука. Ручка вращается на болте диаметром 8 *мм*.

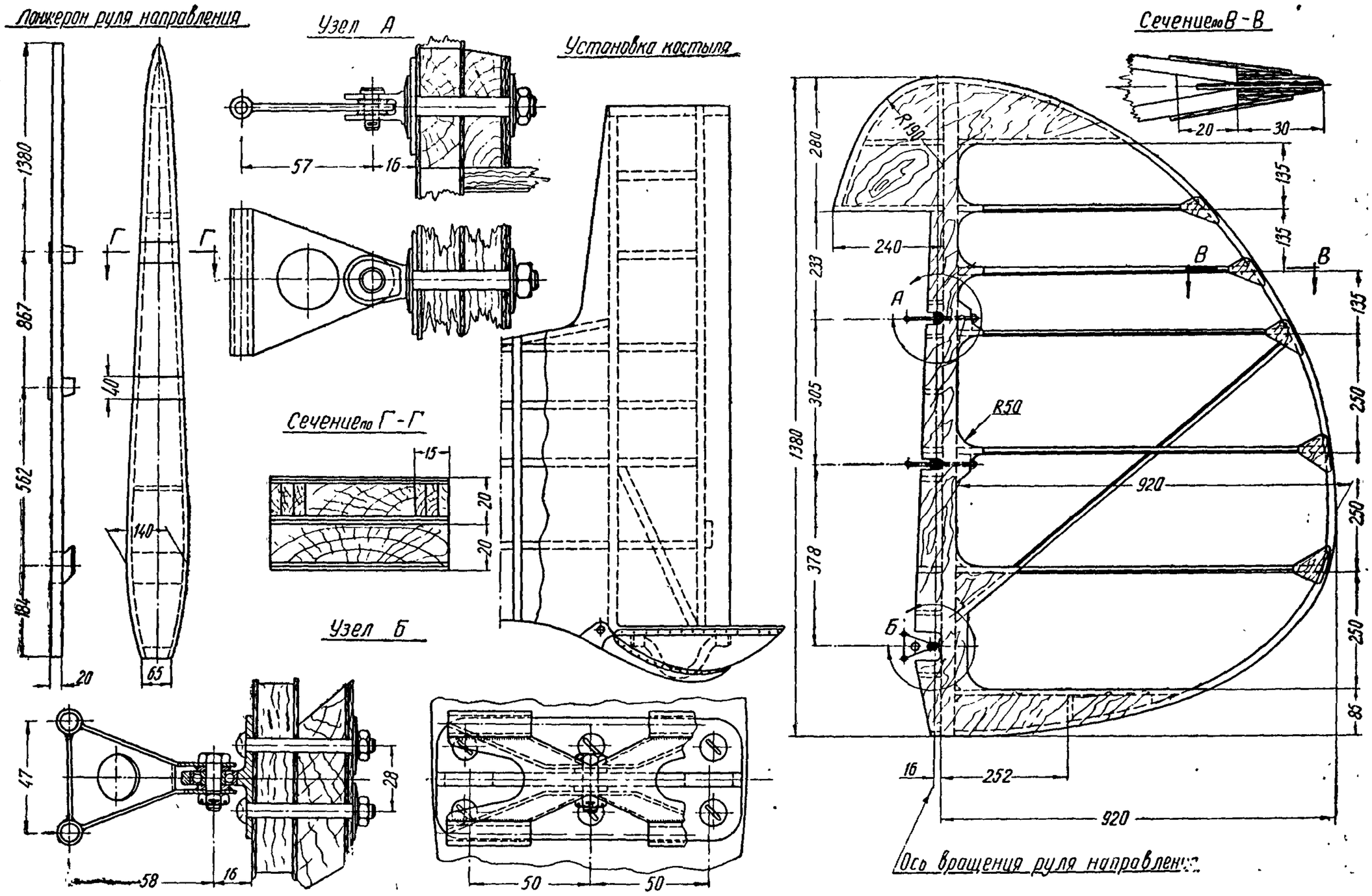


Рис 102. Планер А-9. Вертикальное оперение

Вал управления состоит из трубы диаметром 42—40 *мм* с приваренными к ней колонкой и качалкой. Труба в верхней задней части имеет вырез, в который входит нижний конец качалки управления рулем высоты. В оба конца трубы вставлены и укреплены 5-*мм* конусными болтами два стакана с пальцами. Колонка сварена из 1,5-*мм* листовой стали. К ушкам верхней части колонки приварены шайбы 2,5×20 *мм;* в нижней части колонки, спереди и сзади, приварены втулки с резьбой для ограничительных винтов. Качалка состоит из двух рычагов, согнутых из 1,5-*мм* листовой стали, приваренных по бокам трубы вблизи выреза. Каждое ушко качалки усилено двумя шайбами 2,5×12 *мм*. Все части ручного управления выполнены из хромансилевой стали и закалены.

Подшипники вала управления укреплены в двух кронштейнах на лыжной балке фюзеляжа. Каждый кронштейн крепится двумя 10-*мм* болтами. Передний кронштейн сварен из 1,5-*мм* листовой стали. Он состоит из обоймы и двух отбортованных щек с шайбами 1,5×16 *мм* Между щеками двумя поперечными болтами крепится корпус с гайкой. В гайке запрессован 12-*мм* сферический шарикоподшипник. Гайка стопорится винтом диаметром 4 *мм*.

Задний кронштейн вала сварен из 1,5-*мм* листовой стали. В нем укреплен второй сферический шарикоподшипник.

Тяга состоит из стальной трубы диаметром 20—18 *мм* с наконечниками. Передний наконечник представляет собой стакан с ушком, в котором запрессован 6-*мм* шарикоподшипник. Стакан крепится к трубе двумя 6-*мм* пистонами. Задний вильчатый наконечник может вращаться в приклепанной к трубе муфте.

Управление рулем высоты производится путем отклонения качалки, установленной на шпангоуте № 12 и соединенной с тягой управления. От качалки, перекрещиваясь, идут два троса непосредственно к кабанчику руля высоты.

Регулировка и натяжение тросов производятся тандерами, поставленными у качалки. Доступ к ним обеспечен из кабины пилота.

Качалка выфрезована из дюралюмина. Во втулке качалки запрессованы два сферических шарикоподшипника 8×22 *мм*. Через них проходит осевой 8-*мм* болт. В переднем нижнем ушке запрессован такой же подшипник, но меньшего размера (6×9 *мм*); к нему присоединена тяга управления. Радиальные однорядные подшипники 6×19 *мм* заделаны в верхнее и нижние ушки качалки; к ним присоединены тандеры тросов управления. Проводка выполнена из троса диаметром 3 *мм*.

Управление элеронами (рис. 98 и 99) производится тросами, идущими вверх от качалки на заднем конце вала ручного управления до трехплечей качалки на лонжероне центроплана. Верхнее плечо качалки выполнено в виде сектора с двумя канавками под тросы. От сектора тросы расходятся в стороны к двуплечим качалкам центроплана у разъема крыла. Вторые концы качалок соединены между собой замыкающим тросом.

Каждая качалка на центроплане соединяется жесткой тягой с качалкой в корневой части консоли крыла, установленной на нервюре № 7. От этой качалки тросы идут к трехплечей качалке, помещенной на нервюре № 15, соединяясь через серьги с двумя плечами. Третье плечо качалки соединяется жесткой тягой с кабанчиком элерона (рис. 99).

Трехплечая качалка в фюзеляже состоит из рычага, втулки и сектора. Рычаг выполнен из 6-*мм* листового дуралюмина. На концах боковых плеч рычага запрессованы и зачеканены два радиальных 6-*мм* шарикоподшипника. К верхнему плечу рычага приклепан сектор. В середине рычага крепится дуралюминовая втулка с двумя запрессованными с обеих сторон сферическими 8-*мм* шарикоподшипниками. Втул-

ка прикреплена к рычагу четырьмя 5-*мм* болтами, из которых два болта имеют ушки для крепления концов троса.

Двуплечие качалки центроплана и консоли у разъема крыла сходны по конструкции с трехплечей качалкой.

Трехплечие качалки на нервюре № 15 отличаются большей толщиной рычага, который выполнен из 8-*мм* листового дуралюмина. Усиление рычага вызвано тем, что одно из плеч рычага, снабженное сферическим подшипником под тягу элерона, отогнуто вниз под углом 21° и находится поэтому в худших для работы условиях.

Тяги, соединяющие качалки у разъема крыла, и тяги к кабанчикам элеронов отличаются только длиной и состоят из дуралюминовых труб диаметром 16—14 *мм* с двумя вильчатыми наконечниками, из которых один регулируемый.

Тросы управления имеют диаметр 3 *мм*. Натяжение тросов и регулировка производятся тандерами.

Управление рулем направления состоит из коромысла с педалями, укрепленного на кронштейне, проводки с роликами и качалки на шпангоуте № 21 с тягами к кабанчику руля направления. Предусмотрена возможность регулировки расстояния от педалей до сиденья, в зависимости от роста пилота.

Комплект педалей состоит из кронштейна, коромысла, двух поводков, двух качалок, соединяющих концы поводков и коромысла, и двух педалей (рис. 98).

Кронштейн состоит из обоймы, двух стоек и ребра между ними. Обойма согнута П-образно из 1,5-*мм* листовой стали; на ней приварены две стойки. Передняя стойка имеет форму усеченного конуса, образованного согнутым листом из 1-*мм* листовой стали; сверху приварена втулка с 6-*мм* резьбой. Задняя стойка представляет собой круглый ступенчатый стакан с нарезанным стержнем в верхней части. Обе стойки соединены приваренным ребром. Кронштейн крепится к лыжной балке фюзеляжа двумя 10-*мм* болтами.

Коромысло состоит из поперечной трубы диаметром 40—37 *мм*. На концах трубы приварены цилиндрические бобышки, в которых запрессованы по два сферических шарикоподшипника. В середине трубы приварена коробка со стаканом. В стакане сверху и снизу запрессованы две обоймы насыпных шарикоподшипников. К нижней стороне трубы коромысла приварены вертикально два отрезка трубы диаметром 30—27 *мм*, к нижним концам которых приварены пластины с ушками для крепления тросов.

Качалки педали состоят из направляющих труб диаметром 25—23 *мм* с приваренными снизу полуосями и рычагами из листовой 3-*мм* стали, крепящими наружные концы поводков. С верхней стороны на трубах приварены бобышки для крепления стопорных шпилек, как на планере Ш-18.

Педали состоят из башмаков и труб. Башмаки сварены из 1,5-*мм* листовой стали. К подошвам башмаков приварены в стык трубы диаметром 23—20 *мм* с четырьмя отверстиями для стопорения педалей в различных положениях. Педали снабжены ремнями для ног.

При сборке педалей коромысло надевают на заднюю стойку кронштейна и закрепляют сверху специальной гайкой. Предварительно под нижнюю обойму стакана и под гайку помещают 30 шариков диаметром 5 *мм*.

Концы рычагов качалок соединяют поводками с втулкой передней стойки кронштейна с помощью 6-*мм* болтов. Поводки сделаны из трубок диаметром 12—10 *мм* со сплющенными концами, образующими ушки.

Проводка выполнена из троса диаметром 3 *мм*. Тросы, идущие от

коромысла педалей, оттянуты ориентирующимися роликами под пол кабины и соединяются с качалкой, установленной на шпангоуте № 21.

Качалка состоит из рычага и втулки, укрепленной четырьмя заклепками. На концах рычага запрессованы два сферических 6-*мм* шарикоподшипника, во втулке — два таких же 8-*мм* подшипника.

Тяги, соединяющие качалку с кабанчиками руля направления, состоят из дуралюминовых труб диаметром 16—14 *мм* с двумя вильчатыми наконечниками. Один наконечник сделан регулируемым. Вильчатый стакан и муфта с резьбой укреплены на 6-*мм* пистонах.

Управление интерцепторами состоит из рычага, установленного на левом борту кабины, проводки с роликами и двух качалок с тягами (рис. 103).

Рычаг приклепан к ролику, помещенному на оси в коробке, и имеет стопорение в переднем положении, соответствующем закрытому положению интерцепторов. Через окно из коробки выходят два конца троса, закрепленного на ролике. Далее тросы в боуденовской оболочке идут за сиденье пилота, затем через ролики на шпангоуте № 12 поднимаются на два верхних ролика (третий — для замыкающего троса) и расходятся по лонжеронам в правую и левую части крыла.

В стыке консоли крыла с центропланом тросы соединены тандерами и идут дальше к трехплечей качалке, установленной на задней стенке лонжерона крыла между нервюрами № 11 и 12.

Качалка связана с кабанчиком интерцептора жесткой стальной тягой. Качалки правой и левой частей крыла соединены между собой замыкающим тросом.

Регулировка и натяжение тросов производятся тандерами через лючок на нижней поверхности крыла у нервюры № 7.

Управление буксировочным замком показано на рис. 104. В носовой части фюзеляжа, на левой стороне лыжной балки, установлен самозапирающийся замок, открывающийся из кабины пилота. Конструкция замка выполнена так, что замок автоматически отцепляет буксирный трос в случае приложения силы тяги вертикально вниз или в сторону под углом в 30° и более. Такое устройство замка делает безопасным посадку планера с тросом и исключает возможность полета с опасным превышением.

Буксировочный замок (рис. 104) представляет собой плоский крюк, запирающийся подвижным рычагом *2* с пружиной *5*. Крюк и рычаг выполнены из закаленной хромансилевой стали толщиною 5 *мм*. Пружина навита из стальной проволоки марки ОВС.

Крюк и рычаг вращаются на распорных втулках между щекой и накладкой *3*, укрепленных на лыжной балке тремя 10-*мм* болтами.

Пружина помещена на второй распорной втулке среднего болта. Верхний конец рычага соединен с тросом управления, проведенным через ролик, подвешенный на верхней левой части переднего шпангоута. С ролика трос идет к рычагу, установленному на левом борту фюзеляжа. Для открытия замка рукоятку рычага следует потянуть на себя.

Аэронавигационное оборудование

В оборудование планера входит комплект аэронавигационных приборов, установленных на приборной доске (рис. 105).

Указатель скорости, вариометр и высотомер имеют проводку питания от приемника давления, состоящую из алюминиевых трубок диаметром 6—4 *мм*. Питание указателя поворотов осуществлено также алюминиевой трубкой диаметром 8—6 *мм*, выведенной к трубке Вентури, помещенной в стыке центроплана с левой консолью крыла.

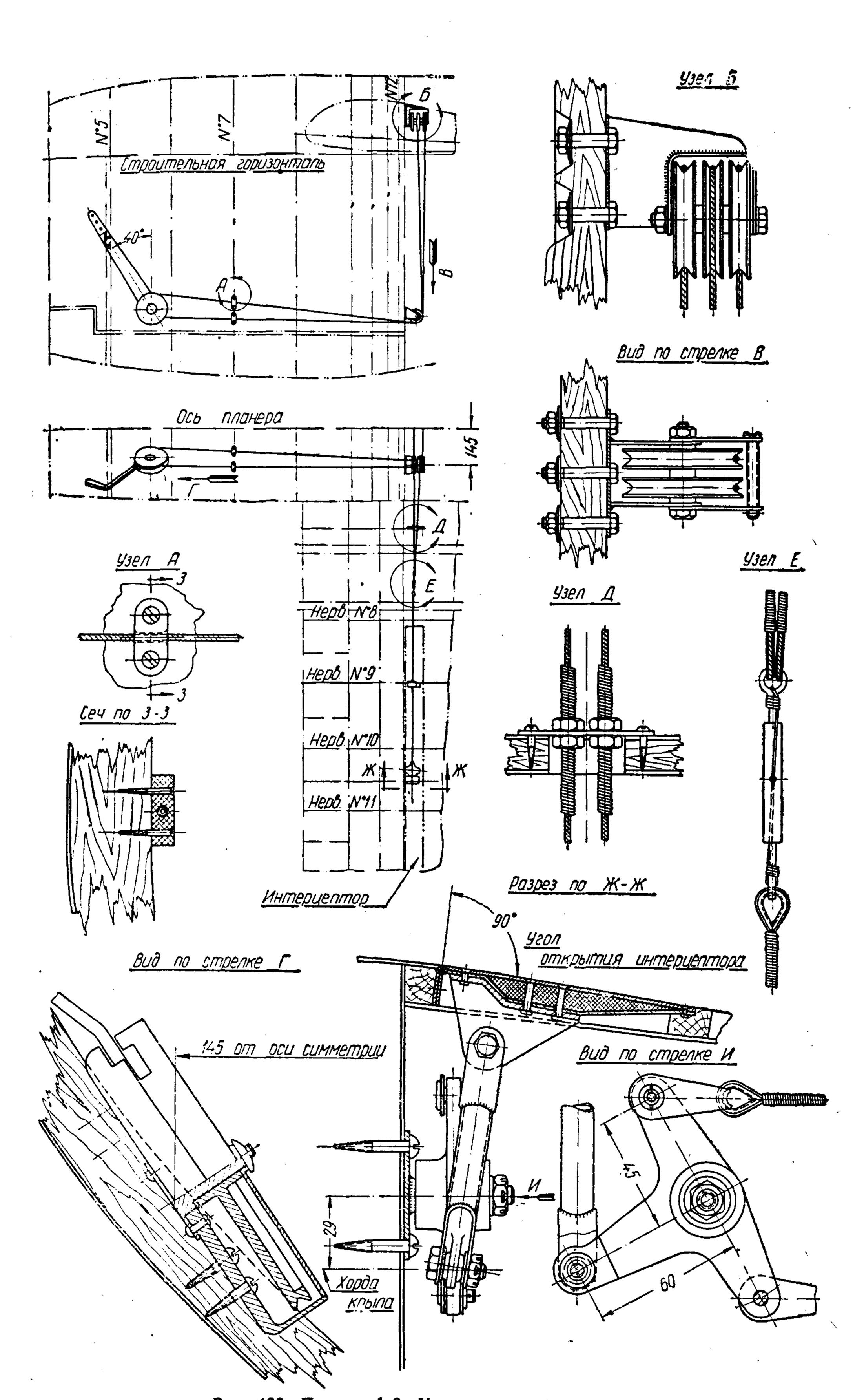


Рис. 103. Планер А-9. Управление интерцептором

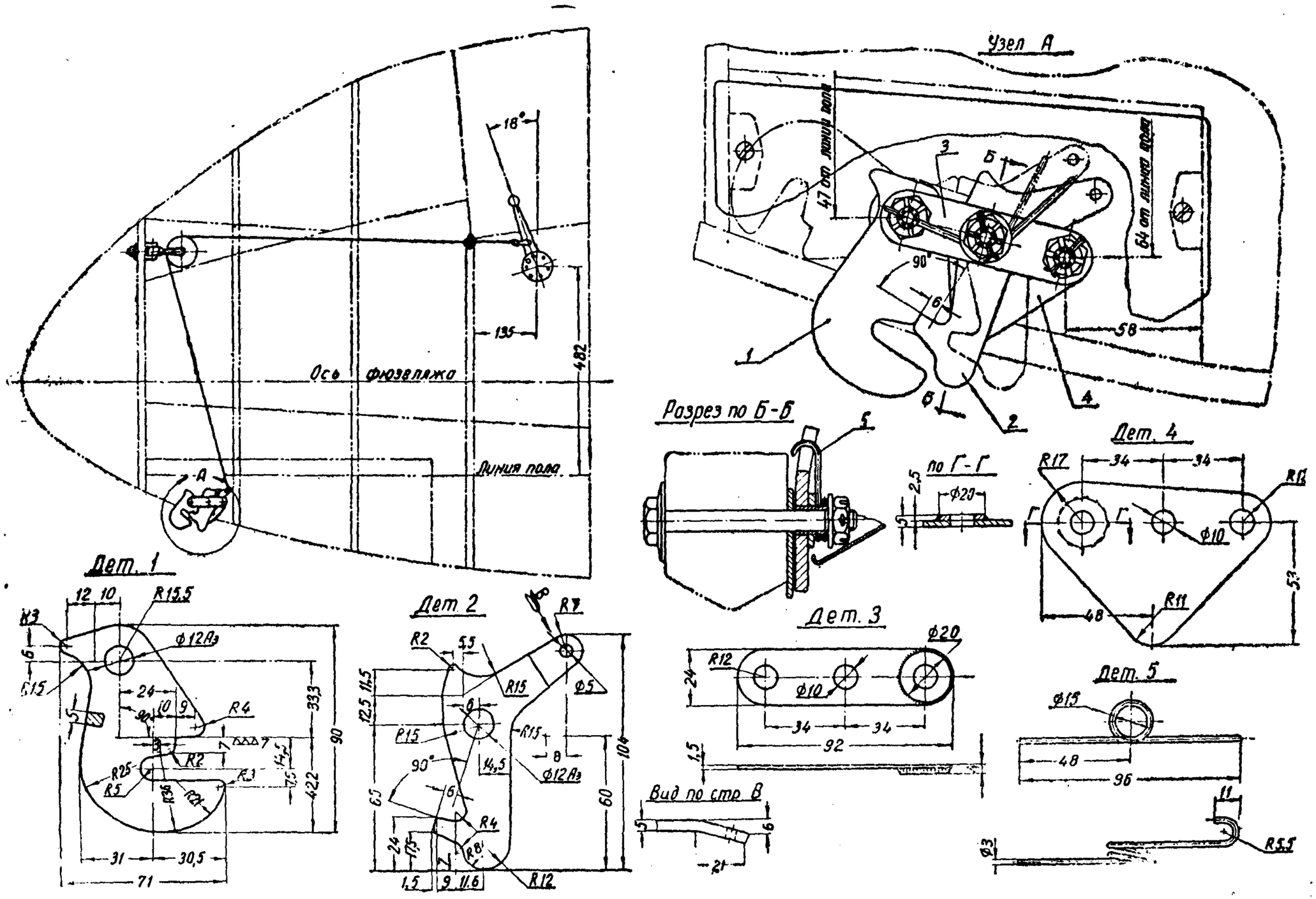


Рис. 104. Планер А-9. Установка буксировочного замка

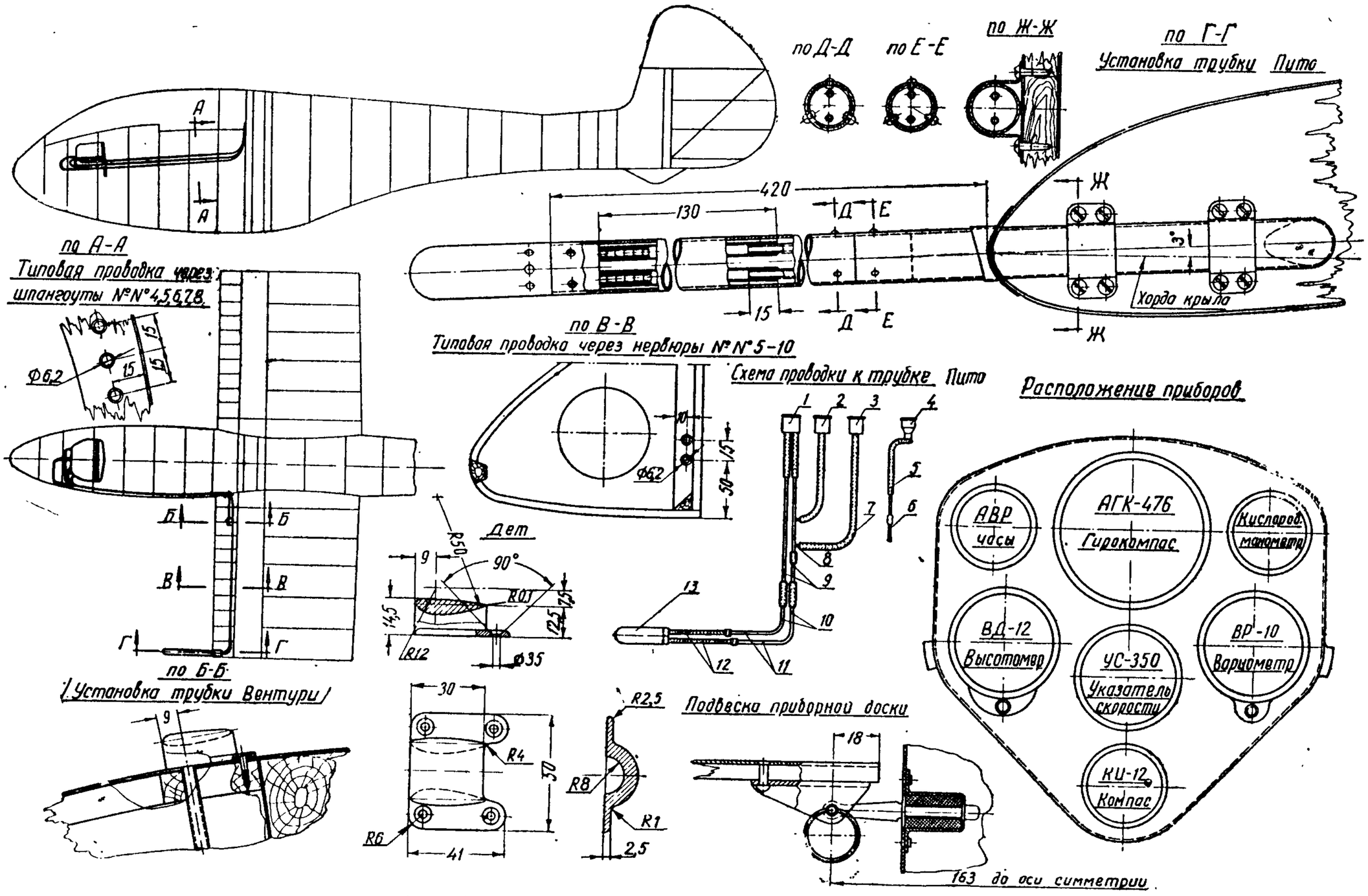


Рис. 105. Планер А-9. Аэронавигационное оборудование

Приборная доска установлена на трех амортизаторах на панели под козырьком фонаря.

С левой стороны доски на панели установлено управление вентиляцией кабины при помощи маховичка с надписью «Воздух». На рис. 105 показан один из вариантов расположения приборов.

На планере имеются два специальных места для подвески двух барографов, необходимых при совершении рекордных полетов. Один из барографов подвешивается в верхней части фюзеляжа за спинкой сиденья так, чтобы работа часового механизма была слышна пилоту. Второй барограф подвешивается в отсеке фюзеляжа, непосредственно за лонжеронами центроплана. Доступ в отсек — через люк в обшивке фюзеляжа.

* * *

В течение 1948—1952 гг. планер А-9 выпускали небольшими сериями для спортивных целей ДОСААФ СССР. В результате летной работы планер зарекомендовал себя хорошими парящими свойствами. Долгое время конструкцию планера подвергали лишь незначительным доводкам, без устранения основных недостатков. К последним надо отнести: сложную и длительную сборку-разборку, неудобство хранения и транспортировки планера из-за большого размаха центроплана и несъемного стабилизатора, трудность ремонта несъемной, быстро истирающейся оковки лыжи и отсутствие амортизированного шасси, вызывающее зачастую слишком жесткую посадку.

В 1955 г. был испытан вариант планера А-9бис с новым крылом, состоящим из двух консолей, без центроплана. Фюзеляж и хвостовое оперение были оставлены прежними. Крыло имело механизацию по всей задней кромке, состоящую из закрылков и зависающих элеронов. Интерцепторы были сделаны двусторонними. Значительно была упрощена стыковка крыла с фюзеляжем.

Приводим для сравнения основные данные планера А-9бис и планера А-9 (в скобках).

Размах	— 16,5 *м* (16,24 *м*)
Площадь крыла	— 12,2 *м*² (13,46 *м*²)
Удлинение	— 22,3 (19,6)
Вес пустого	— 320 *кг* (310 *кг*)
Полетный вес	— 420 *кг* (410 *кг*)
Удельная нагрузка	— 34,5 *кг/м*² (30,5 *кг/м*²)
Качество максимальное	— 32 (30)
Минимальная скорость снижения	— 0,65 *м/сек* (0,8 *м/сек*)
Скорость посадочная	— 60 *км/час* (70 *км/час*)

Дальнейшим развитием конструкции является рекордный планер А-11, описание которого помещено в конце книги.

ПЛАНЕР А-10

С целью расширения возможности использования планера А-9 для установления новых рекордов на планере было добавлено место для пассажира. Новый вариант планера, получивший название А-10, позволяет добиваться рекордов также и по классу Д-2 (многоместных планеров, рис. 106).

Большой запас прочности планера А-9 позволяет иметь даже при наличии пассажира разрушающий коэффициент статической перегрузки на случае $A=8{,}5$, что вполне достаточно для совершения парящих полетов.

Центровка планера с пассажиром получается несколько более передней и составляет 23% средней аэродинамической хорды вместо

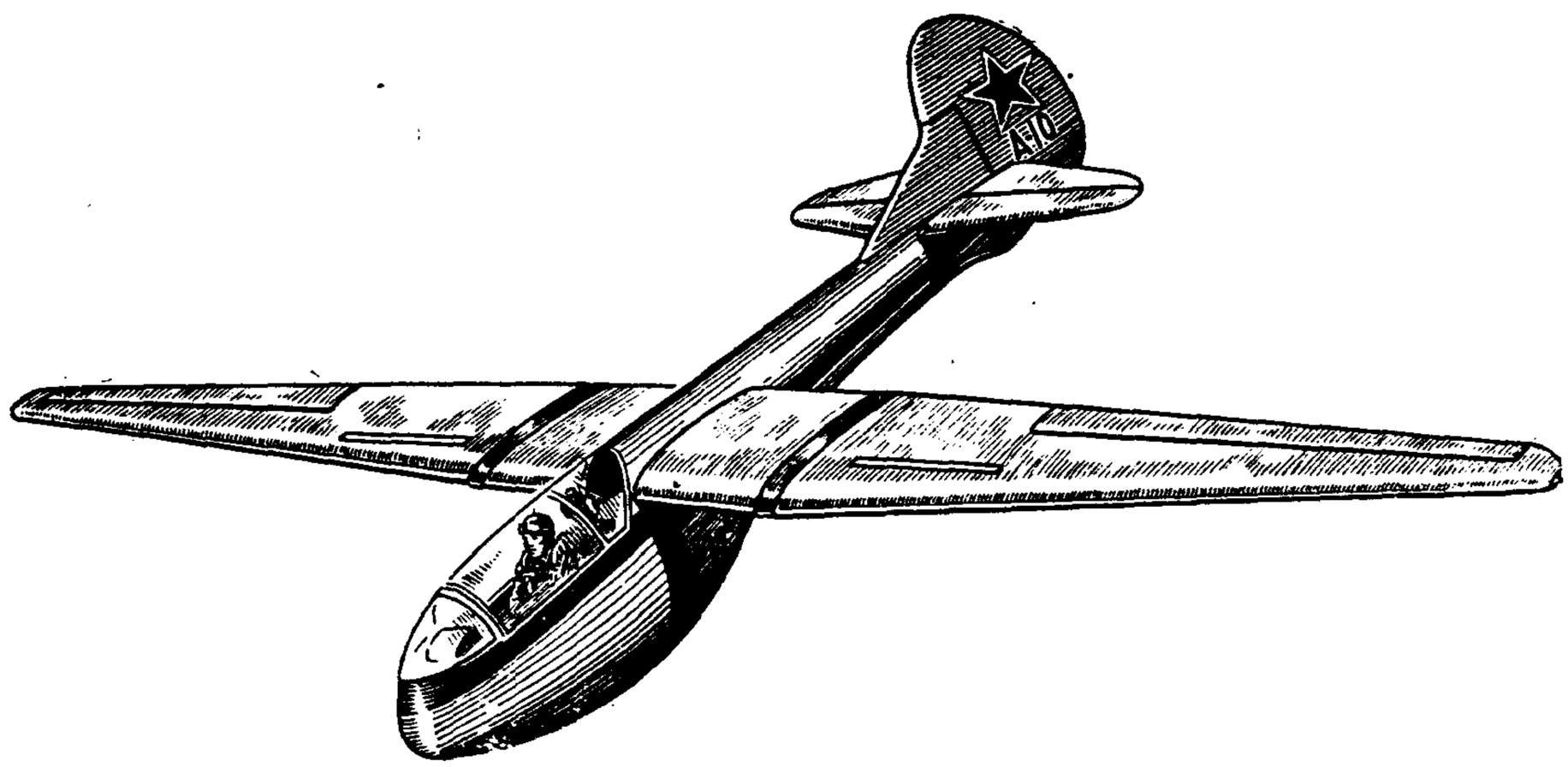


Рис. 106. Двухместный планер А-10 конструкции О. К. Антонова

27% САХ в одноместном варианте, при весе пилота и пассажира по 80 *кг* вместе с парашютом.

Пассажирская кабина выполнена при наименьших переделках пилотской кабины. Длина кабины увеличена на 250 *мм*. Пассажир сидит непосредственно за спиной пилота, лицом к хвосту планера на специальном съемном сиденье.

Между шпангоутами № 11 и 13 установлен съемный пол пассажира. Фонарь удлинен за счет прибавления задней съемной части, крепящейся одним замком.

Вал ручного управления удлинен. Некоторые элементы управления убраны под пол пассажирского отсека.

Тросы управления элеронами на участке, где они поднимаются вверх от вала ручного управления в центроплан, оттянуты к бортам роликами, поставленными на шпангоуте № 11, освобождая место для ног пассажира.

На планере А-10 26 мая 1953 г. заслуженным мастером спорта В. М. Ильченко с пассажиром Г. М. Печниковым был установлен новый мировой рекорд дальности полета для многоместных планеров. Отцепившись от самолета в районе Кунцева под Москвой, планер совершил посадку недалеко от Сталинграда, покрыв по прямой расстояние 829,822 *км*.

Таким образом, планер отлично выполняет поставленную задачу получения новых рекордных достижений.

Для вывозных полетов планер непригоден из-за неудобной посадки пассажира и отсутствия двойного управления.

ПЛАНЕР Ш-16

Двухместный планер Ш-16 конструкции Б. Н. Шереметева был спроектирован и построен в Московском авиационном институте в 1951 г.

Планер Ш-16 является спортивным, предназначенным для парящих полетов в простых метеоусловиях, как в двухместном, так и в одноместном вариантах (рис. 107).

Проект планера разрабатывался одновременно с проектом двухместного тренировочного планера Ш-18 и имеет с последним много общего. Широкая средняя часть крыла и обратная стреловидность дали возможность разместить второго пилота в носке крыла, почти в центре тяжести планера.

Крыло набрано из хорошо зарекомендовавших себя планерных профилей Р-II и Р-III, причем на основной части крыла поставлен более несущий профиль Р-III, чтобы получить возможно меньшую скорость снижения, соответствующую большим значениям коэффициента подъемной силы. В корневой части поставлен менее несущий профиль Р-II. Между обоими профилями имеется небольшая переходная зона. Концы крыльев несколько отогнуты назад и вниз, что в связи с большим установочным углом предохраняет элерон от ударов о землю. Эти концы принимают на себя концевые пики воздушной нагрузки и тем самым уменьшают нагрузки на внешних концах элеронов, устраняя опасность их вибрации и поломки.

Продувка модели планера в аэродинамической трубе показала, что срыв потока, наступающий на больших углах атаки, начинается в центральной части крыла. При этом концевые части крыла не теряют еще подъемной силы и элероны сохраняют эффективность. Это свойство обеспечивает планер от сваливания на крыло на больших углах атаки.

Фонарь полностью входит в обвод фюзеляжа, образуя в целом фюзеляж обтекаемой формы. Однако при испытании построенного планера был выявлен плохой обзор вперед из-за большого наклона стекла козырька.

Горизонтальное оперение поставлено на фюзеляже впереди вертикального для уменьшения затенения его горизонтальным оперением при штопоре.

Колесо помещено в обтекателе несколько позади центра тяжести планера. Посадка происходит на колесо и лыжу. На хвосте имеется предохранительная опора.

Ф ю з е л я ж в поперечном сечении, включая фонарь, имеет форму правильного эллипса с отношением осей 1:2. В плановой проекции передняя часть фюзеляжа также очерчена эллиптической кривой. Такая форма оказалась не совсем удобной для размещения двух пилотов, так как носовая часть фюзеляжа в месте расположения передних педалей и ширина в плечах у второго пилота получились весьма узкими, несмотря на то, что максимальная ширина фюзеляжа равнялась 650 *мм*. Высота фюзеляжа велика для планера рекордного типа. Это объясняется тем, что планер был оборудован парашютами, помещенными на сиденьях.

Конструкция фюзеляжа обычная, лонжеронно-стрингерного типа. Набор состоит из 31 шпангоута, четырех лонжеронов и шести стрингеров. Фюзеляж обшит 1,5-*мм* фанерой. Стенки кабины обшиты внутри 1-*мм* фанерой и оклеены дерматином.

Стыковые узлы фюзеляжа с крылом выполнены из хромансилевой стали. В местах стыковки борта фюзеляжа и стенки шпангоутов усилены наклейкой пластинок из хромансиля толщиной 0,5 *мм*. Металл с деревом склеивали следующим образом. Вначале к стальным пластинам приклеивали клеем БФ-4 листы тонкой фанеры. Склеивание и сушка производилась при высокой температуре. После этого пластины приклеивали казеиновым клеем фанерованной стороной к частям планера. Статические испытания и эксплуатация планера показали надежность этого способа.

Ф о н а р ь, состоящий из пяти частей, выполнен из 3-*мм* органического стекла на трубчатом сварном каркасе.

С и д е н ь я пилотов с чашками для парашютов и спинками сделаны из дерева и фанеры с дуралюминовыми оковками.

К р ы л о состоит из двух консольных частей, стыкующихся в плоскости симметрии планера. Продольный набор крыла состоит из основного лонжерона, лобового стрингера, развитого у корня крыла в дополнительный лонжерон, и заднего стрингера. Полки лонжерона, вос-

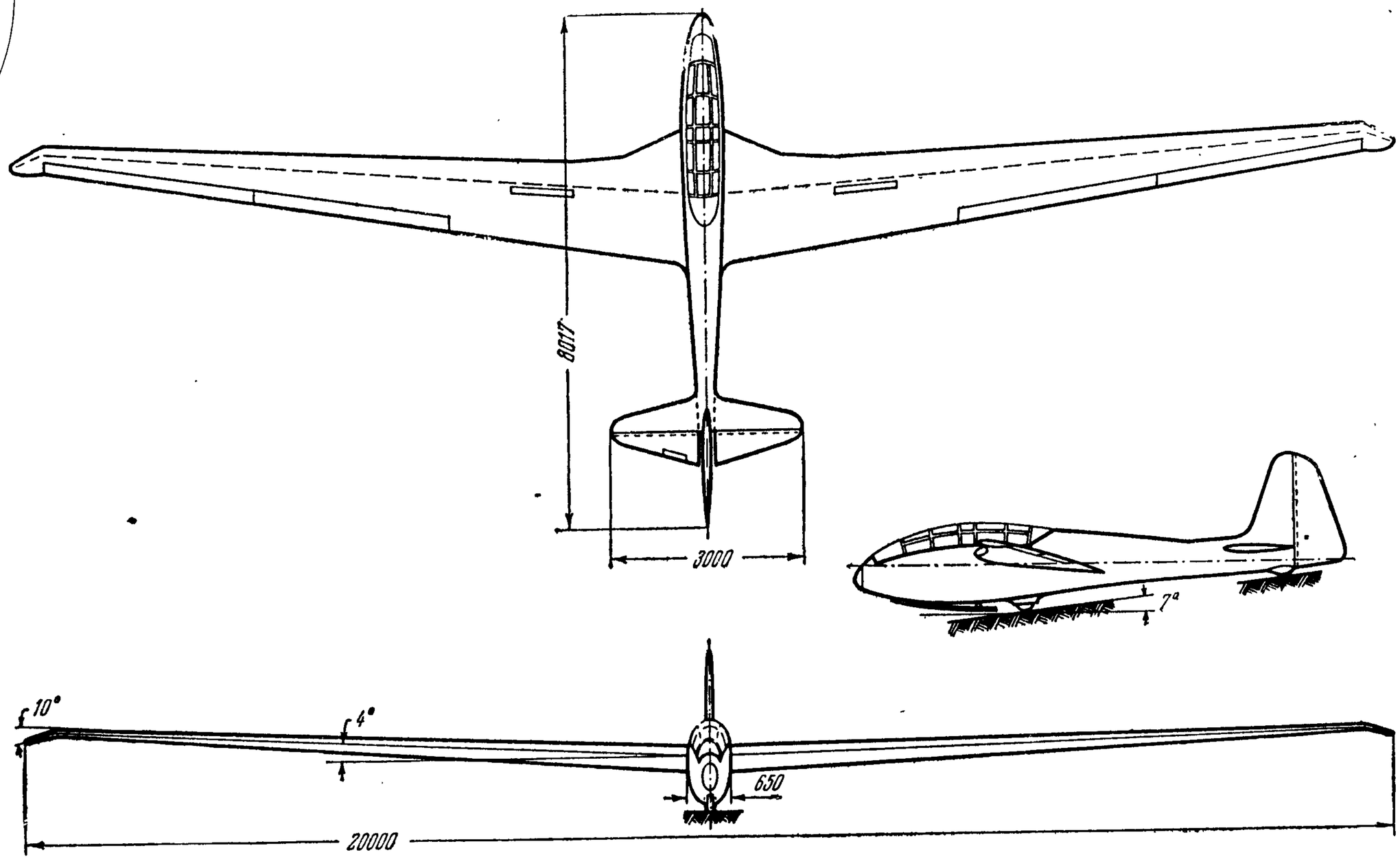


Рис. 107. Схема двухместного планера Ш-16 конструкции Б. Н. Шереметева

принимающие нагрузки от изгибающего момента, набраны из сосновых планок; фанерные стенки лонжеронов толщиной от 2 до 1 *мм* рассчитаны на нагрузки от перерезывающих сил.

Нервюры ферменной конструкции, расположены в хвостовой части крыла через 260—200 *мм;* носки расставлены вдвое чаще. Лобовая часть крыла обшита фанерой толщиной от 2 до 1 *мм* с расположением рубашки под углом 45° к нервюрам и воспринимает крутящий момент. Конструкция лонжеронов и нервюр сходна с конструкцией таковых планера Ш-18.

Стыковые узлы, соединяющие обе консоли крыла и узлы, крепящие крыло к силовому шпангоуту фюзеляжа, смонтированы на корневых частях основного лонжерона, полки которого армированы пластинами из хромансиля, вклеенными описанным выше способом. Узлы состоят из закаленных хромансилевых башмаков. Передний стыковой узел состоит из башмаков, укрепленных на лобовом стрингере крыла.

Элероны щелевые, ферменной конструкции, подвешены на хвостиках усиленных нервюр. Вследствие большого удлинения элероны выполнены из двух частей. Носок элерона зашит фанерой, остальная часть — полотном.

Крыло снабжено интерцепторами на верхней и нижней поверхностях крыла.

Хвостовое оперение, в том числе и киль, съемное. Стабилизатор и киль двухлонжеронной конструкции, с фанерной обшивкой. Щель между стабилизатором и килем закрыта съемным обтекателем.

Рули однолонжеронные, с фанерным носком, обшиты полотном. На руле высоты установлен управляемый триммер, выполненный из дуралюмина. Кабанчик руля направления не выступает из контура руля.

Шасси состоит из лыжи и колеса. Лыжа изготовлена из ясеня с оковкой из 2-*мм* стали, крепится к двум усиленным шпангоутам. Лыжа имеет шнуровую амортизацию, помещенную внутри фюзеляжа.

Колесо размером 300×125 *мм* крепится на кронштейне, сваренном из листовой стали, закрыто съемным дуралюминовым обтекателем.

Управление

Управление планером смешанного типа. Ручки управления сделаны ломающимися, чтобы меньше стеснять пилотов при боковых отклонениях. При работе рулем отклоняется вся ручка, а при работе элеронами — только верхняя ее часть. Все качалки управления сварены из листовой стали и имеют коробчатое сечение.

Ножное управление осуществляется подвесными качающимися педалями Г-образной формы, регулируемыми по росту пилота.

Управление интерцепторами состоит из двух ручек на левом борту фюзеляжа и тросовой проводки в боуденовской оболочке.

Управление буксировочным замком осуществляется двумя ручками, расположенными на приборных досках.

Управление триммером тросовое, с двумя ручками на левом борту. Триммер стопорится трением в системе проводки.

Оборудование

На приборной доске передней кабины размещены указатель скорости, компас, высотомер, вариометр, указатель поворота и часы. На второй приборной доске установлены высотомер, указатель скорости, указатель поворота и вариометр.

Планер оборудован для ночных полетов, для чего в носовой части фюзеляжа установлена посадочная фара. На концах крыльев помещены аэронавигационные огни, в заднюю кромку руля направления вмонтирован хвостовой огонь. Для освещения приборных досок установлены кабинные лампы. Источником питания яляется аккумулятор типа 12А-10.

ПЛАНЕР «КАШУК»

Планер был построен в 1952 г. по проекту инженера А. Ю. Маноцкова. Особенностью планера является упругая подвеска крыла, способного совершать взмахи верх и вниз.

Постройка планера была предпринята с целью изучения:

— влияния колебаний упруго заделанного крыла на его аэродинамические характеристики при полетах в неспокойной атмосфере;

— изменений перегрузок и напряжений, возникающих в основных элементах конструкции при полете в «болтанку» с закрепленным и незакрепленным крылом;

— использования планера как прибора для изучения частоты и интенсивности порывов ветра при полетах в различных метеорологических условиях.

По схеме планер является монопланом со свободнонесущим крылом (рис. 108). Фюзеляж, оперение и управление планера имеют обычную конструкцию. Консоли крыла могут совершать упругие колебания вверх и вниз на $\pm 6°$ от установочного поперечного V крыла под действием динамической неоднородности атмосферы. Летчик имеет возможность в любой момент закрепить крыло неподвижно в исходном положении с помощью запорного приспособления.

Планер «Кашук» построен на базе рекордного планера А-9, причем в фюзеляже было переделано только крепление крыла и установлено новое крыло. По сравнению с планером А-9 размах и площадь крыла несколько увеличены, сужение крыла уменьшено, профиль крыла изменен.

Конструкция консолей крыла подобна конструкции консолей планера А-9. Вместо стыковых узлов на корне четырехстеночного лонже-

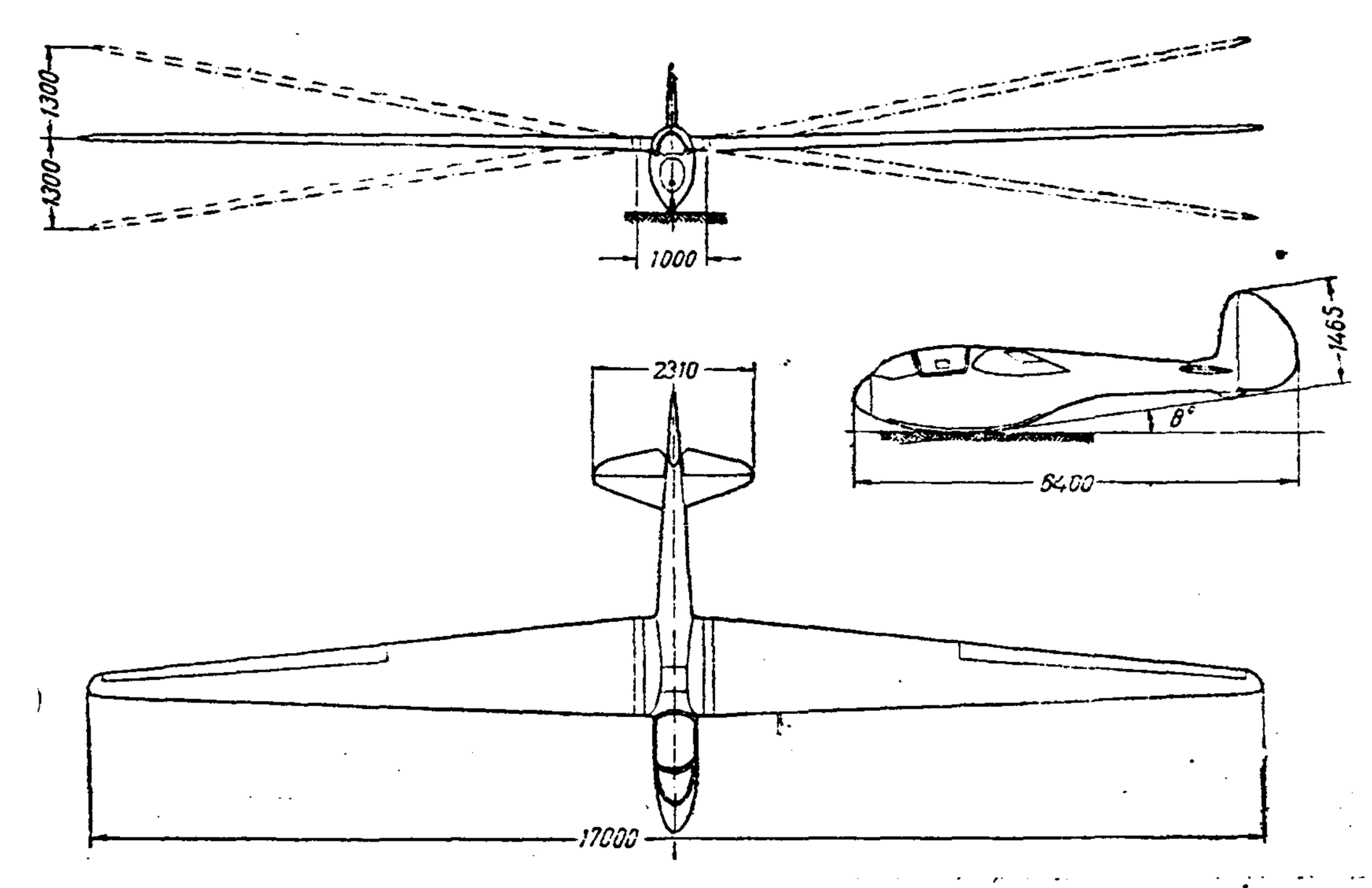


Рис. 108. Схема планера «Кашук» конструкции А. Ю. Монацкова

рона поставлены два кронштейна вильчатой формы для подвески консоли к центроплану. Между кронштейнами укреплены рычаги, представляющие собой каждый сварную коробчатую балку длиной 0,5 *м*.

Центроплан размахом 1 *м* имеет два лонжерона, на концах которых укреплены ответные шарнирные кронштейны, выполненные в форме ушков. Каждая консоль подвешивается к центроплану на шарнирных кронштейнах в двух точках и имеет возможность качаться вверх и вниз. Рычаг каждой консоли входит в центроплан между его лонжеронами и соединяется с механизмом подрессоривания крыла.

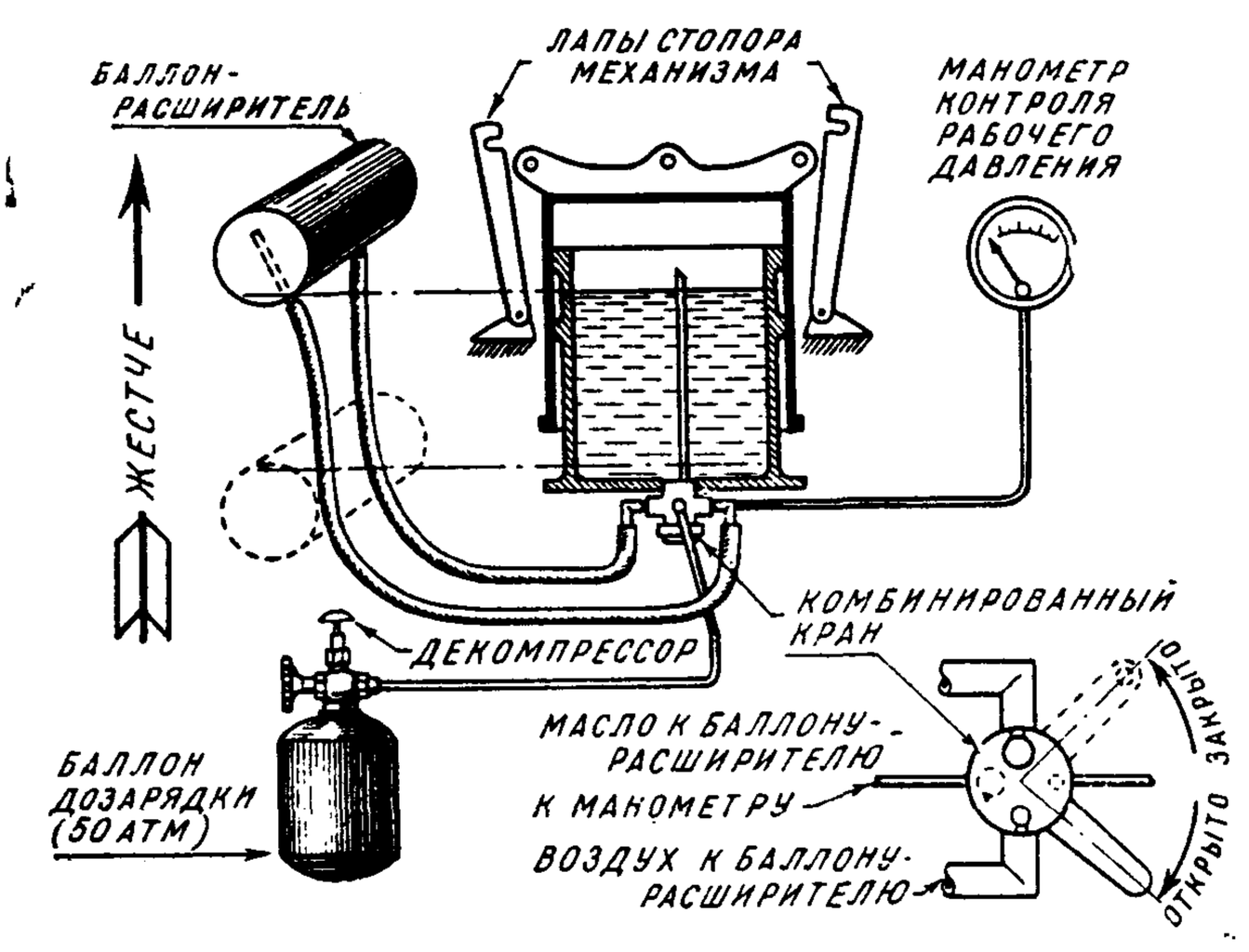


Рис. 109. Планер «Кашук». Механизм подрессоривания крыла

Механизм подрессоривания крыла расположен в центральной части фюзеляжа (рис. 109). Механизм представляет собой пневматический цилиндр, к верхней подвижной крышке которого присоединены тяги рычагов консолей крыла. Конструкция пневмомеханизма позволяет в полете изменять объем камеры сжатия цилиндра при сохранении постоянной величины среднего рабочего давления (в нейтральном положении $P_{ср}=5{,}5$ *кг/см²*). Изменение объема камеры сжатия позволяет регулировать жесткость упругой подвески, а следовательно, частоту собственных колебаний всей системы подвески консолей крыла. Скорость нарастания давления в цилиндре при колебаниях крыла увеличивается при уменьшении объема камеры сжатия.

В соответствии со схемой (рис. 110) механизм взмахов дает следующие примерные изменения усилия на крышке (плунжере) пневмоцилиндра для случаев жесткой и мягкой регулировки:

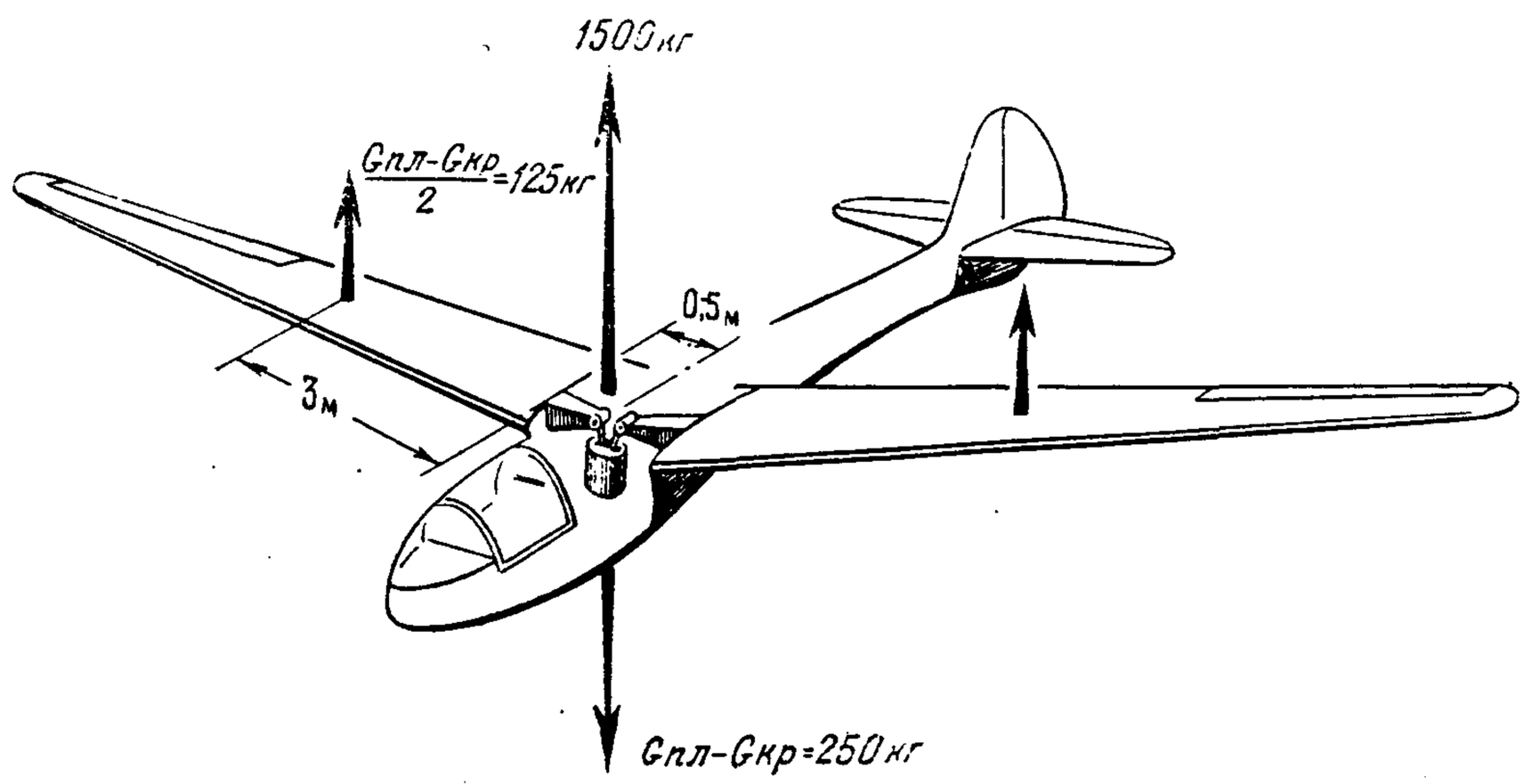


Рис. 110. Планер «Кашук». Схема нагрузки крыла

	Жестко	Мягко
Объем камеры сжатия	— $V_{к \cdot сж} = 1{,}25$ *л*	$V_{к \cdot сж} = 6{,}6$ *л*
Крыло вниз	— $P_{вн} = 720$ *кг*	$P_{вн} = 1000$ *кг*
Крылья нейтрально	— $P_{ср} = 1500$ *кг*	$P_{ср} = 1500$ *кг*
Крылья вверх	— $P_{вв} = 6500$ *кг*	$P_{вв} = 2100$ *кг*

Полеты на планере с застопоренным крылом показали, что планер несложен в управлении и обладает достаточным запасом устойчивости как в буксирном, так и в свободном полете.

После определения величины необходимого давления в системе пневмомеханизма и испытания стопорного устройства были проведены полеты с расстопоренным крылом.

В первом же полете было обнаружено, что крылья непрерывно производят небольшие взмахи. В тихую погоду их колебания на глаз почти незаметны, но стрелка манометра рабочего давления, установленная на доске приборов, непрерывно колеблется, отмечая частоту и интенсивность внешних импульсов.

Непрерывные колебания крыльев в полете не нарушают устойчивости как в прямолинейном полете, так и при выполнении разворотов, спиралей, горок и т. п. Это свойство отмечалось и в сильную «болтанку», когда пневмомеханизм позволял крыльям совершать полные взмахи от верхнего до нижнего упоров. Амплитуда колебаний концов крыла с учетом его прогиба превышала 4 *м*.

Техника пилотирования планера с расстопоренным крылом в различных условиях полета ничем не отличается от техники пилотирования с фиксированным крылом. Управление механизмом упругой подвески (подрессоривания) крыла весьма простое и достаточно надежное.

Анализ графиков, полученных при испытаниях планера, показал, что упругая подвеска крыла увеличивает аэродинамическое качество и наивыгоднейшую скорость планера. Это обстоятельство особенно благоприятно для полетов на дальность.

Подтвердился также ожидаемый эффект снижения перегрузок во время «болтанки» при полете с подрессоренным крылом. Летчиком отмечено почти полное отсутствие колебаний фюзеляжа, хорошо знакомое планеристам при полете в «болтанку» на обычном планере.

Результаты испытания позволяют надеяться, что на планере «Кашук» имеет место известный эффект заимствования энергии из окружающей среды. Применение упругой подвески крыла, несомненно, открывает новые пути для улучшения качества и увеличения прочности планеров.

Основные данные планера

Размах крыла	17,0 *м*
Площадь крыла	15,1 $м^2$
Корневая хорда	1,4 *м*
Концевая хорда	0,35 *м*
Удлинение	19,2
Сужение	4,0
Профиль крыла	«Кларк УН-14»
Полетный вес	400,0 *кг*
Нагрузка на крыло	26,5 $кг/м^2$
Максимальное качество с закрепленным крылом (расчетное)	30
Эксплуатационная центровка	26% САХ
Запас прочности на случай «А»	8

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРОВ

ПЛАНЕР КАИ-12 «ПРИМОРЕЦ»

В 1957 г. начато серийное производство нового цельнометаллического двухместного планера КАИ-12 «Приморец».

Планер предназначен в основном для первоначального обучения планеристов вывозным методом. Аэродинамическое качество и прочность планера позволяют использовать его в качестве тренировочной машины для парящих полетов, выполнения некоторых фигур сложного пилотажа и для обучения слепому полету.

Старт производится с помощью моторной лебедки или буксировкой за самолетом.

Конструкция планера «Приморец» разработана Казанским авиационным институтом (нач. ОКБ инж. М. П. Симонов) на базе чехословацкого планера LF-109 «Пионер». По основным размерам и летным данным планер «Приморец» мало отличается от планера «Пионер». Основная разница между ними состоит в том, что первый выполнен целиком из металла, а у чехословацкого планера крыло и оперение деревянные. Кроме того, «Приморец» отличается бо́льшей прочностью.

Планер выполнен по подкосной схеме с высоким расположением крыла, свободнонесущим оперением и одноколесным шасси (рис. 111).

Отрицательная стреловидность крыла позволила поместить второго пилота почти в центре тяжести планера. Это дает планеру возможность летать с одним пилотом без дополнительного груза на заднем сиденье и без применения триммера на руле высоты.

Приводим краткое описание частей планера, изображенных на рис. 112. Технические данные планера приведены в табл. 6.

Фюзеляж

Фюзеляж ферменной конструкции, сварен из тонкостенных хромансилевых труб. Для придания фюзеляжу удобообтекаемой формы на боках и сверху каркаса укреплены три гнутых дуралюминовых стрингера, поверх которых располагается полотняная обтяжка.

В передней части фюзеляжа размещены пилотская кабина с двумя пилотскими сиденьями. Кабина закрыта большим фонарем, обеспечивающим хороший обзор обоим пилотам.

Каркас фюзеляжа, сваренный из 14 рам, лонжеронов, стрингера для крепления лыжи, стоек и раскосов, образует пространственную форму. Два нижних лонжерона передней части каркаса объединены в один, начиная от второй силовой рамы (№ 7), и придают задней части каркаса трехгранную форму.

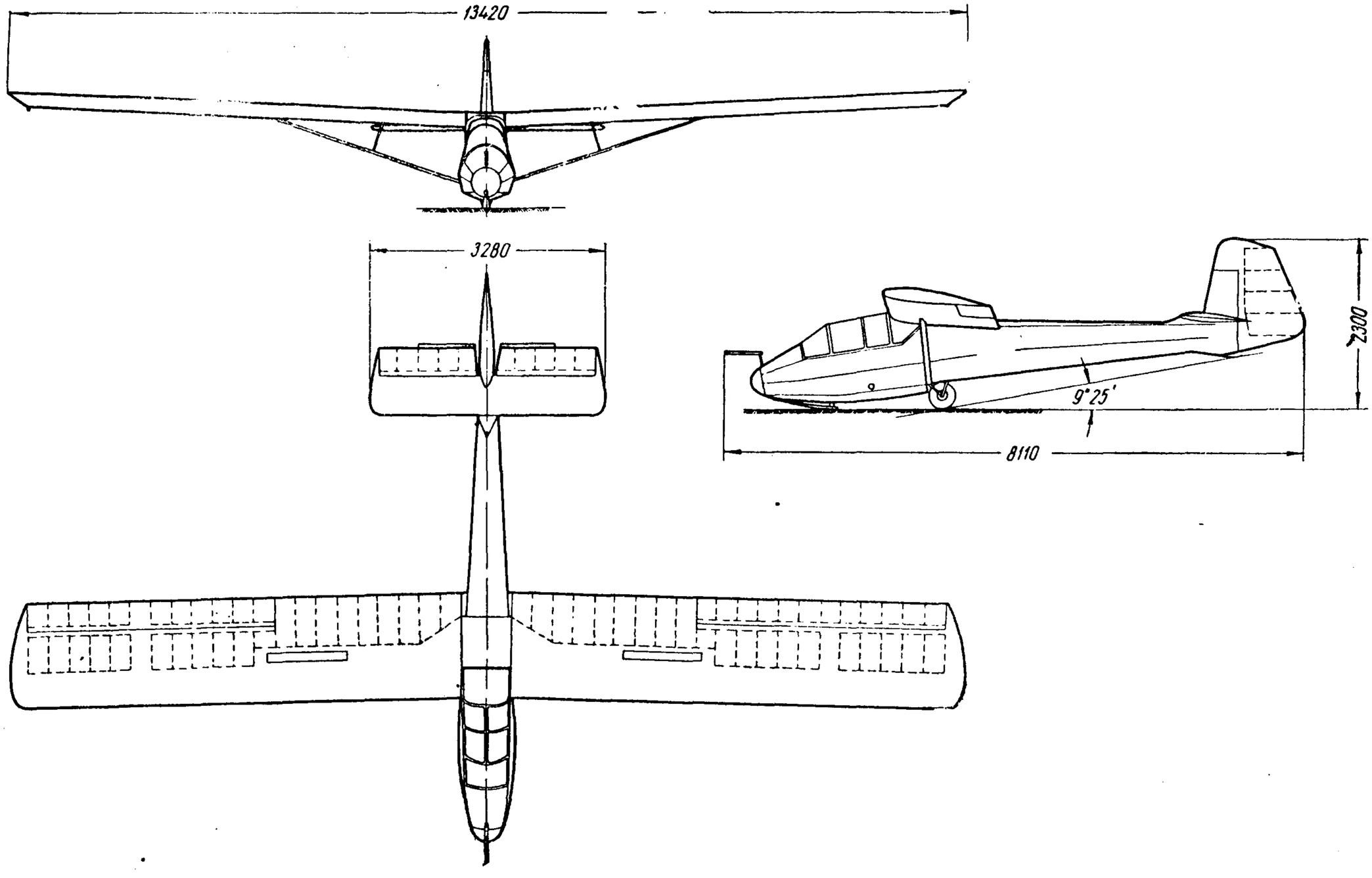


Рис. 111. Двухместный цельнометаллический планер КАИ-12 «Приморец»

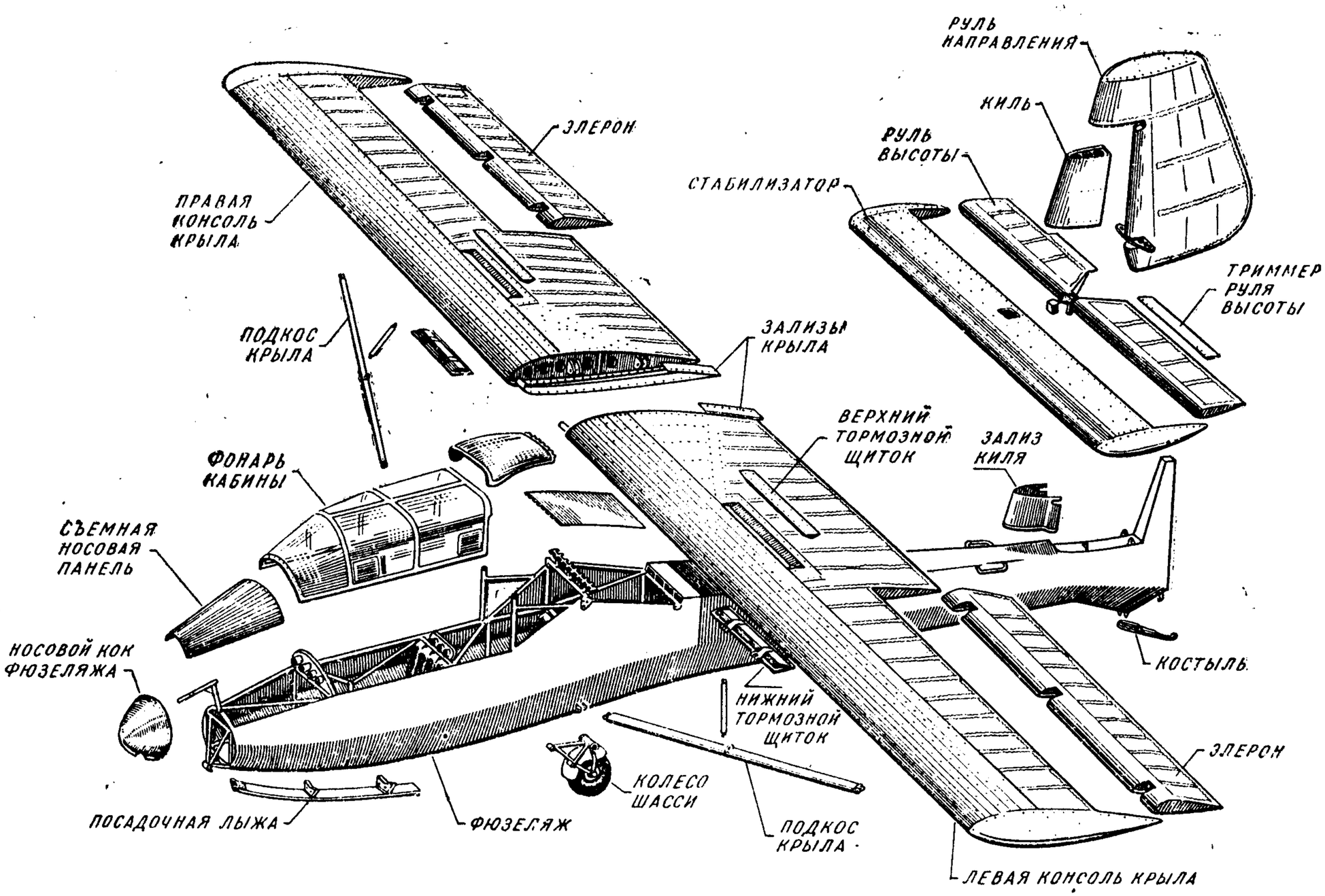


Рис. 112. Конструктивные и эксплуатационные разъемы планера КАИ-12 «Приморец»

К каркасу приварены узлы крепления крыла, подкосов, стабилизатора, буксировочного замка и узлы навески руля направления. Все узлы выполнены из хромансилевой стали. Кроме того, на каркасе помещен ряд вспомогательных элементов. К ним относятся узлы для крепления постов управления и подвески шасси, трубы для остекления задней кабины и др.

Обшивка фюзеляжа, помимо полотняной обтяжки, включает в себя также носовой кок, съемную обшивку носка, фонарь кабины, передний и задний люки фюзеляжа и боковые стекла задней кабины (рис. 112).

Носовой кок фюзеляжа выполнен из алюминиевого сплава АМцА толщиной 1 *мм*. Кок крепится 4-*мм* винтами к ободу рамы № 1. Съемная верхняя обшивка носка изготовлена из листа твердого дуралюмина толщиной 0,8 *мм* и крепится к двум передним рамам аналогично креплению кока.

Фонарь кабины имеет стальной трубчатый каркас с лентами-окантовками и остеклен 1,5-*мм* и 2-*мм* плексигласом. На переднем стекле фонаря имеется регулируемая форточка для вентиляции. На левой стороне вырезаны два окна со сдвижными створками. Фонарь навешен на правом лонжероне фюзеляжа и откидывается в правую сторону.

Передний люк фюзеляжа, расположенный впереди фонаря, имеет каркас из тонкостенных хромансилевых труб, покрытие из 2-*мм* плексигласа и шомпольный шарнир для навески.

Задний люк, расположенный над крылом, выполнен из дуралюминового листа толщиной 0,6 *мм*, подкрепленного профилями из 0,5-*мм* дуралюмина.

Боковые стекла задней кабины толщиной 1,5 *мм* пришиты к трубам каркаса проволокой.

Пол кабины состоит из дуралюминовых листов толщиной 0,6 *мм* с продольными выштампованными ребрами жесткости.

Кресла пилотов имеют трубчатые каркасы с приклепанными листовыми обшивками. Каждое кресло прикреплено четырьмя болтами к ушкам, приваренным на каркасе фюзеляжа.

Обшивку фюзеляжа покрывают пять раз аэролаком первого покрытия, один раз алюминиевым лаком и два раза — цветным.

Крыло

Крыло прямоугольной формы в плане, с небольшими закруглениями на концах, имеет постоянный по размаху профиль NACA-43012. Угол заклинивания крыла равен 5°.

Поперечное V крыла и срезанные наискось законцовки обеспечивают хорошую поперечную устойчивость планера.

Каркас каждой половины крыла состоит из лонжерона с вспомогательным внутренним раскосом, продольной стенки на обрезе крыла под элерон, 22 нервюр, 21 промежуточного носка, хвостового стрингера и законцовки крыла.

Лонжерон собран из гнутой стенки корытного сечения, уголковых полок и накладок. Полки установлены с наружной, а накладки с внутренней стороны корыта. Стенка склепана из листов дуралюмина Д16-АМ толщиной 1 *мм* и 0,8 *мм*, с выштампованными отверстиями облегчения. Полки выполнены из прессованных уголков марки Д16Т двух размеров. Накладки полок лонжеронов переменного по размаху сечения выфрезованы из полос дуралюмина Д16АТ толщиной 10 *мм* (для верхней накладки) и 4 *мм* (для нижней накладки).

Раскос, расположенный между нервюрами № 1 и № 5, состоит из 0,8-*мм* стенки и прессованных уголков.

Продольная стенка согнута из дуралюмина Д16АМ толщиной 0,8 *мм*.

Нервюры состоят из носка и хвостовой части, выштампованы из листа толщиной 0,6 *мм* с отверстиями облегчения.

Законцовка крыла состоит из нервюры, шести диафрагм и обшивки.

Обшивка носка крыла до лонжерона дуралюминовая толщиной 0,6 *мм*. Хвостовая часть крыла обтянута полотном марки АМ-100.

Стыковые узлы крыла сварены из листовой стали марки 30ХГСА толщиной 2 и 1,5 *мм*. Стыковка по переднему узлу производится 12-*мм* хромансилевым болтом, по заднему узлу — быстросъемным штырем, выточенным из стального прутка диаметром 12 *мм*.

Элероны щелевого типа, с 25-процентной осевой компенсацией. Все детали элерона изготовлены из дуралюмина марки Д16АТ, толщиной 0,6 *мм*.

Интерцепторы установлены на верхней и нижней поверхностях крыла между нервюрами № 5 и № 10 и отклоняются на 90°: верхний — против потока, нижний — по потоку.

Подкосы крыла изготовлены из стальной трубы марки 30ХГСА обтекаемого сечения размером 67,5—28,5—1,5 *мм*. По концам подкосов приварены проушины из листовой хромансилевой стали толщиной 2,5 *мм*. Верхний конец подкоса стыкуется с крылом посредством карданного болта, нижний конец соединяется с фюзеляжем болтом диаметром 12 *мм*.

Контрподкосы изготовлены из хромансилевой трубы диаметром 14—12 *мм*.

Обтянутое крыло покрывают четыре раза аэролаком А1Н. Верхнюю поверхность дополнительно окрашивают алюминиевым лаком АПАл и затем дважды покрывают цветным аэролаком второго покрытия.

Хвостовое оперение

Хвостовое оперение свободнонесущее, цельнометаллическое, с постоянным профилем сечения NACA-0010.

Стабилизатор прямоугольной формы в плане. Он установлен под углом — 6,1° к САХ крыла. Каркас стабилизатора состоит из одного лонжерона, вспомогательной балочки, 14 нервюр и двух законцовок. Лонжерон собран из стенки толщиной 0,8 *мм* и полок-уголков. Вспомогательная балочка, расположенная параллельно лонжерону, между двумя средними нервюрами, согнута из 1-*мм* листового дуралюмина. Она служит для крепления переднего узла навески стабилизатора. Нервюры штампованные из листа толщиной 0,6 *мм*.

Обшивка стабилизатора из дуралюмина толщиной 0,6 *мм* подкреплена от выпучивания двумя стрингерами.

Стабилизатор стыкуется с фюзеляжем тремя сварными хромансилевыми узлами. Стыковка производится на переднем узле 8-*мм* горизонтальным штырем, входящим в ушко на каркасе фюзеляжа; задние два узла стыкуются одним специальным горизонтальным болтом диаметром 10 *мм*, проходящим поперек фюзеляжа. Три шарнира подвески руля высоты установлены: средний — на лонжероне стабилизатора и два боковых — на торцовых нервюрах. Законцовки сходны с законцовками крыла.

Руль высоты состоит из двух половин, соединенных вместе двумя болтами с помощью двух фланцев из 1-*мм* стали, укрепленных на корне лонжерона каждой половины руля. Между фланцами укреплен рычаг управления рулем высоты (кабанчик руля высоты), сделанный из дуралюминовой пластины. Спереди пластина имеет ушко для сред-

него шарнира руля. Нижнее ушко служит для соединения с проводкой управления рулем высоты. К верхней части рычага прикреплена труба весового балансира руля высоты.

Каждая часть руля высоты состоит из лонжерона, шести нервюр, хвостового стрингера и обшивки носка. Все части выполнены из Д16АМ толщиной 0,6 *мм*. Обшивка руля высоты полотняная.

Триммер руля высоты изготовлен из листа дуралюмина толщиной 0,8 *мм* и навешен к хвостовому стрингеру левой половины руля высоты с помощью трех петель. Площадь триммера равна 0,04 $м^2$.

Киль состоит из ферменной балки, сваренной из стальных труб заодно с фюзеляжем, и дуралюминового носка, склепанного из листового дуралюмина толщиной 0,6 *мм*. Между носком киля и стабилизатором устанавливается съемный зализ (рис. 112).

Руль направления имеет роговую компенсацию (около 19% площади руля). Каркас руля состоит из лонжерона корытного сечения, пяти нервюр, обода и законцовки. Лонжерон выполнен из дуралюмина толщиной 0,8 *мм*. Остальные части каркаса, а также обшивка носка и обшивка нижней части руля изготовлены из листа толщиной 0,6 *мм*.

Узлы навески руля сварены из листовой 1-*мм* стали марки 30-ХГСА. Верхний узел является ушком, надетым на штырь верхнего узла киля. Нижний узел объединен с кабанчиком руля направления и приклепан к лонжерону у нижней нервюры руля.

Взлетно-посадочное устройство

Взлетно-посадочное устройство состоит из одноколесного шасси, посадочной лыжи и костыля.

Колесо баллонного типа размером 400×150 *мм* навешено с помощью сварной фермы на раме фюзеляжа и снабжено резиновой шнуровой амортизацией.

Посадочная лыжа установлена между рамами № 1 и 3 фюзеляжа. Лыжа шириной 90 *мм* склеена из ясеневых планок. В передней ее части приклепан узел крепления лыжи к фюзеляжу. В средней и задней частях лыжи установлены кронштейны для крепления двух амортизаторов из резиновых пластин толщиной 30 *мм*.

Костыль рессорного типа, состоит из четырех 3-*мм* пластин ленточной рессорной стали. К нижней пластине костыля приварена сошка. Костыль крепится к нижнему лонжерону фермы фюзеляжа двумя 6-*мм* болтами.

Управление

Управление планером двойное.

Ручное управление рулем высоты тросовое. Управление элеронами смешанное — жесткое в кабине и крыле, за исключением участка между качалками на нервюрах № 1 и 16.

Управление осуществляется при помощи ручек, смонтированных на валу ручного управления. Вал изготовлен из хромансилевой трубы сечением 30—26 *мм*, к которой приварены два кронштейна сверху для ручек управления, два кронштейна снизу для навески вала на ферму фюзеляжа, кронштейн установки ролика и качалка управления элеронами. Кронштейны и качалка изготовлены из листовой стали 30ХГСА толщиной 1,5 *мм*.

Вал навешен на рамах № 3 и 6. В передний узел впрессован шарикоподшипник диаметром 8 *мм*, в задний — шарнирный подшипник диаметром 6 *мм*.

Ручка управления состоит из трубчатого стального шкворня с втулкой для оси вращения и с ушком для крепления проводки управления и из дуралюминовой трубы сечением 25—22 *мм,* надетой сверху на шкворень. Осью вращения ручки служит ступенчатый болт диаметром 10 *мм.*

Отклонения ручек управления ограничены регулируемыми опорами, установленными на кронштейнах навески ручек (при управлении рулем высоты) и на раме № 3 (при управлении элеронами).

Нижние ушки шкворней ручек соединены между собой жесткой тягой, изготовленной из хромансилевой трубы диаметром 12—10 *мм.* Вместе с тягой к обоим ушкам шкворней присоединены болтами тросы, заделанные на коуши.

Трос, соединенный с передней ручкой, перекидывается через ролик, смонтированный на переднем конце вала управления, проходит далее через систему роликов к возвратному ролику, установленному в хвостовой части фюзеляжа на раме № 14. Обойдя ролик, трос присоединяется путем заделки на коуш к переходным серьгам, установленным на ушке кабанчика руля высоты с помощью специального пальца.

Второй трос, соединенный с ушком шкворня задней ручки, идет через аналогичную систему роликов, подходит спереди к переходным серьгам и соединяется с ними посредством валика.

При управлении элеронами осью вращения является ось навески вала на ферме фюзеляжа. Поворот вала (качалки управления элеронами) передается посредством жесткой тяги на центральную качалку, установленную на раме № 6 фюзеляжа. Центральная качалка соединена жесткими тягами с качалками, установленными на нервюрах № 1 консолей крыла. Качалки на нервюрах № 1 и 16 соединены между собой тросами, имеющими тандеры.

Качалки у нервюры № 16, соединенные тягами с кабанчиками элеронов, обеспечивают дифференциальное отклонение элеронов вверх на 34° и вниз на 14°.

Ножное управление состоит из педалей, установленных в передней и задней кабинах, и тросовой проводки от педалей до кабанчика руля направления.

Педали раздельного типа, сварены из хромансилевых труб с нижней подвеской на горизонтальных болтах к кронштейнам, приваренным на ферме фюзеляжа в районе рам № 1 и 3. Каждая педаль состоит из вертикального рычага и горизонтальной Т-образной подножки.

Педали регулируются под рост пилотов перемещением подножек в направлении движения педалей в направляющих трубах подножек. Диапазон регулировки педали — 70 *мм.* Передние педали с задними соединены тросами.

Проводка к рулю направления состоит из тросов диаметром 3 *мм,* проложенных через систему роликов. Длина тросов регулируется тандерами. Натяжение тросов и возвратное движение педалей обеспечиваются шнуровыми резиновыми амортизаторами, соединяющими передние педали с крючками на ферме фюзеляжа.

Управление триммером руля высоты осуществляется рычагами, установленными в обеих кабинах на левом борту. Рычаги соединены жесткой трубчатой тягой постоянной длины.

Проводка управления триммером выполнена из проволоки марки ОВС диаметром 0,7 *мм,* проложенной через гнутые трубчатые направляющие и боуденовскую оболочку на нервюре № 1 руля высоты. Натяжение проволоки регулируется тандерами.

Управление интерцепторами жесткое и осуществляется посредством толкателя с двумя рукоятками, установленного на роликах вдоль левого верхнего лонжерона фюзеляжа. Толкатель соеди-

нен тягой с центральной трехплечей качалкой, укрепленной на том же лонжероне непосредственно за рамой № 6.

В свою очередь центральная качалка соединена жесткими тягами с качалками, отклоняющими интерцепторы. Эти качалки установлены на стенке лонжерона левой и правой половин крыла в районе нервюр № 9 и соединены тягами с верхним и нижним щитками. Поворот качалок вызывает одновременное отклонение верхних и нижних щитков.

Управление буксировочными замками, т. е. отцепка буксирного троса, производится как из передней, так и из задней кабины рукоятками.

Проводка управления тросовая, проложенная через систему роликов, установленных на раме № 1 и верхнем раскосе между рамами № 1 и 2, и через гнутые трубчатые направляющие, приваренные к ферме фюзеляжа.

Управление буксировочными замками и конструкция замков сходны с управлением и замками планера Ш-18 (см. рис. 85 и 93).

Пилотажно-навигационное оборудование

Планер оборудован комплектом пилотажно-навигационных приборов, размещенных на двух приборных досках.

Приборная доска передней кабины установлена на трех упругих амортизаторах на раме № 2. На доске установлены: указатель скорости УС-250, компас КИ-12, вариометр ВР-10, указатель высоты ВД-10, указатель поворота УП-2 и часы АВРМ.

Приборная доска задней кабины расположена с правой стороны и установлена на трех амортизаторах на кронштейнах, укрепленных на раме № 4 фюзеляжа. На второй доске установлены указатель скорости УС-250, указатель высоты ВД-10 и вариометр ВР-10.

Указатель поворота соединен трубопроводом с трубкой Вентури, расположенной на правом борту фюзеляжа.

Указатель высоты, указатель скорости и вариометр питаются от приемника воздушного давления, установленного в носовой части фюзеляжа на специальной подставке (мачте), выполненной из дуралюминовой трубы обтекаемого сечения и закрепленной болтами на раме № 1 фюзеляжа.

Приборы и трубы ПВД-954 соединены дюритовыми шлангами (сечением 4—11 мм), проложенными внутри трубы мачты и в носовой части фюзеляжа.

ПЛАНЕР КАИ-11

Одноместный учебный планер КАИ-11 был спроектирован Казанским авиационным институтом до начала работы над планером КАИ-12. Постройка была закончена в конце 1957 г.

Планер выполнен по обычной для учебных планеров схеме подкосного высокоплана с плоской хвостовой фермой (рис. 113). Конструкция планера цельнометаллическая.

Планер предназначен для полетов с амортизатора, с помощью моторной лебедки и на буксире за самолетом. Для последней цели планер снабжен легкосъемным приборным блоком с четырьмя аэронавигационными приборами.

Пилот помещается в обтекаемой кабине с открытым вырезом. Борта кабины, днище, диафрагмы, шпангоуты и стрингеры изготовлены из листового дуралюмина Д16АТ толщиной 0,5—0,6 *мм*. Основная сило-

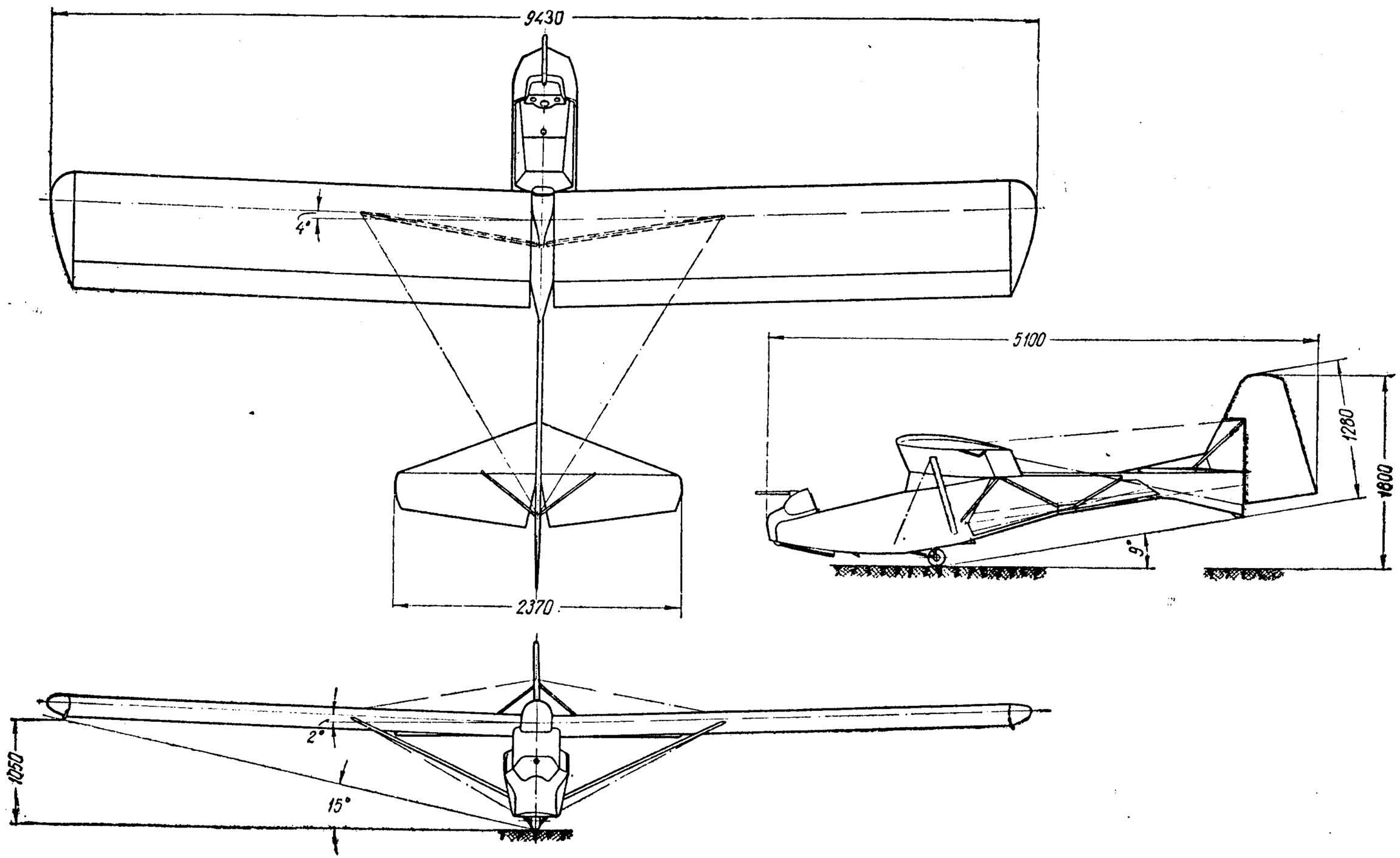


Рис. 113. Учебный цельнометаллический планер КАИ-11

вая балка проходит под кабиной и склепана из прессованных дуралюминовых уголков размерами 15×15×1 и 20×20×1,5 *мм* и четырех стенок из листа толщиной 0,8 *мм*. Пол кабины, воспринимающий боковые нагрузки, выполнен из листа толщиной 0,6 *мм* с окантовкой из профилей 18×18×1,5 *мм*. Силовой шпангоут представляет собой набор прессованных уголков 15×15×1,2 *мм*, склепанных со стенкой из 0,5-*мм* листа.

На силовой балке кабины крепятся узлы крепления вала управления, подкосов крыла, сиденья пилота и переднего кронштейна, к которому крепятся педали, стартовый крюк с буксирным замком и носовая лыжа. Узлы навески крыла расположены в верхней части фермы за кабиной.

Сиденье пилота изготовлено из двух гнутых дуралюминовых труб диаметром 20—18 *мм*. Рамка сиденья обтянута брезентом, который переходит в регулируемую спинку под наспинный парашют. Ремни спинки снабжены крючками, крепящимися к узлам в носке крыла.

Буксировочный замок открывается автоматически при достижении буксировочным тросом угла 60° с осью планера.

На носу кабины четырьмя винтами укрепляется приборный блок вместе с козырьком.

Хвостовая ферма фюзеляжа состоит из набора П-образных профилей, согнутых из листового дуралюмина толщиной 1—1,2—1,5—2 *мм*. Ферма стыкуется с кабиной двумя болтами в верхней и нижней частях. Необычно малая высота фермы и малые углы между раскосами и поясами объясняются стремлением конструктора больше нагрузить стержни фермы, сечения которых он считает невозможным убавить.

На ферме расположены узлы подвески стабилизатора, ролики для тросов управления и костыль. Киль выполнен заодно с фермой. На киле имеются узлы для подкосов стабилизатора, расчалок и узлы для навески руля направления. Узлы сварены из листовой стали 30ХГСА.

Для придания планеру жесткости в боковом направлении установлены проволочные расчалки. Две из них соединяют гондолу с верхними узлами подкосов крыла, остальные две пары расчалок идут от верха и низа киля.

Крыло прямоугольной формы, установлено под углом 6° к строительной горизонтали фюзеляжа. Крыло имеет отрицательную стреловидность — 4°. Профиль крыла PIII—15.5%, постоянный по всему размаху.

Лонжерон крыла корытного сечения, имеет полки из прессованных дуралюминовых уголков размером 15×15×1,5 *мм* и стенку из дуралюминового листа толщиной 0,6 *мм*. Стенки заднего обреза крыла (ложный лонжерон) согнуты из такого же листа.

Обшивка носка крыла до лонжерона и носки нервюр сделаны из листа Д16АТ толщиной 0,6 *мм*.

Хвостовые части нервюр имеют ферменную конструкцию и склепаны из 0,6-*мм* листа из гнутых уголковых профилей. Пояса усиленных нервюр сделаны из прессованных уголков 15×15×1 *мм*. Законцовка типа КАИ-12 изготовлена из листа толщиной 0,5 *мм*.

Узлы крепления крыла и подкосов сварены из хромансилевой листовой стали толщиной 1—1,2—1,5 *мм*.

Задняя часть крыла, от лонжерона до задней стенки, обшита легким полотном. Полотно приклеено к каркасу клеем АК-20 с подслоем БФ-4.

Щель между обеими половинами крыла закрыта съемной дуралюминовой лентой, на которой укреплен стекатель за головой пилота.

Технологическая схема сборки крыла весьма простая.

Все полукрыло разбито на три подсборки:

1) лобовая часть — металлическая обшивка склепывается с носками нервюр, к лапкам которых приклепаны полки лонжерона;

2) хвостовая часть — набор нервюр со стенкой лонжерона и задней стенкой обреза крыла;

3) законцовка.

При общей сборке полукрыла лобовая и хвостовая части склеиваются по вертикальным бортикам полок лонжерона и затем на винтах устанавливается законцовка. Оба полукрыла могут собираться в одном стапеле.

Элероны имеют постоянную хорду (265 *мм*) и занимают весь размах крыла. Каждый элерон состоит из лобовой части, косых нервюр и задней кромки. Конструктивные элементы—лонжерон, диафрагмы носка, лобовая обшивка, полки нервюр, кницы, и задняя кромка—выполнены из листа толщиной 0,5—0,6 *мм*.

Подкосы крыла изготовлены из трубы диаметром 45—43 *мм*. обжатой до обтекаемой формы переменного сечения.

Хвостовое оперение представляет собой клепаный каркас из лонжеронов, нервюр, концевых профилей, книц и накладок из листового Д16АТ толщиной 0,5—0,6—0,8—1 *мм*. Каркас оклеен полотном. Стабилизатор легко снимается.

Посадочное устройство состоит из колеса размером 200×80 *мм*, крепящегося с помощью кронштейна к продольной балке фюзеляжа, носовой лыжи шириной 60 *мм*, склепанной из дуралюминовых профилей со стальной полосой, и из рессорного костыля. Зимой планер снабжается длинной дуралюминовой лыжей.

Управление рулем высоты и рулем направления тросовое, элеронами—жесткое, с помощью тяг, проведенных к корневым концам элеронов.

Предварительные облеты КАИ-11 показали достаточную устойчивость и нормальную управляемость нового планера. Тенденции к переходу планера в штопор не обнаружено, так как при полностью взятой на себя ручке при скорости 40 *км/час* элероны эффективны.

Технические данные планера КАИ-11 приведены в табл. 5.

ПЛАНЕР БРО-12

Планер БРО-12 конструкции Б. И. Ошкиниса построен в 1957 г. в учебных мастерских Каунасской планерной станции.

Планер является опытным образцом нового тренировочного планера-парителя деревянной конструкции. По схеме планер представляет собой двухподкосный высокоплан со свободнонесущим оперением и одноколесным шасси (рис. 114).

Фюзеляж состоит из легкого каркаса, обшитого фанерой. В передней части фюзеляж имеет овальное сечение, в задней — треугольное, со слегка выпуклыми боками и двугранным верхом. Легкий фонарь из целлулоида на деревянном каркасе закрывает кабину сверху и спереди. По бокам кабина открыта, что дает возможность свободного обзора вниз. Сиденье пилота рассчитано под наспинный парашют. На планере установлены три буксировочных замка и крюк для запуска планера с помощью амортизационного шнура. Буксировочные замки, расположенные в носке фюзеляжа и по бокам его под пилотским сиденьем, имеют объединенное управление с помощью ручки, установленной на левом борту.

Крыло щелевое по всему размаху. Профиль крыла является модификацией профиля «Геттинген 549». Лонжерон имеет коробчатое сечение и в местах крепления подкоса усилен дополнительными полками, приклеенными с наружной стороны стенок лонжерона. Нервюры, поставленные через 120—125 *мм*, обеспечивают хорошее выполнение профиля. Крыло с обеих сторон целиком обшито фанерой толщиной 1,5—1 *мм* с диагональным расположением наружных слоев.

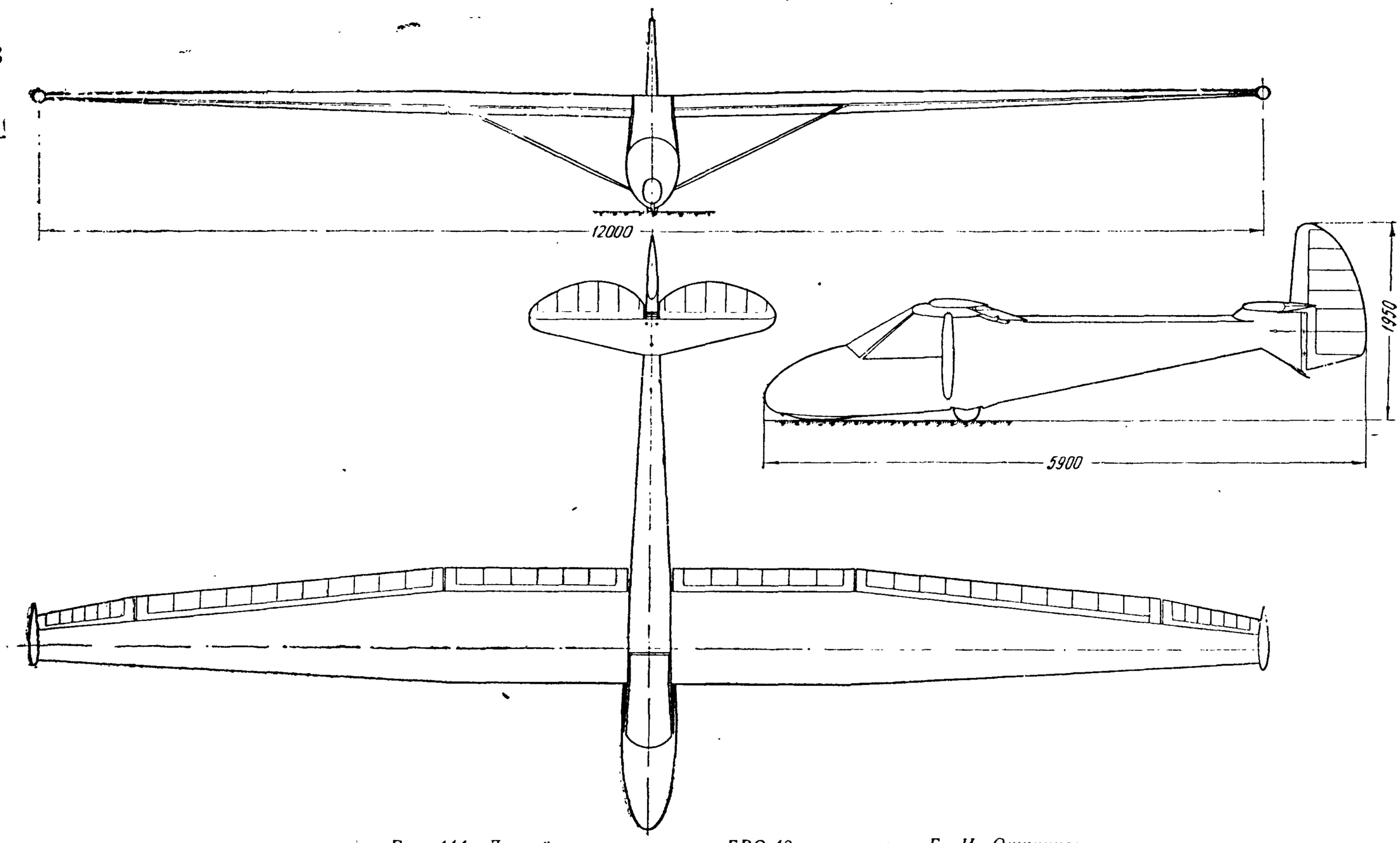


Рис. 114. Легкий планер-паритель БРО-12 конструкции Б. И. Ошкиниса

Закрылки и зависающие элероны подвешены на кронштейнах вдоль всего размаха крыла, под его задней кромкой. Управление закрылками и зависанием элеронов производится отдельно посредством рычага, расположенного на левом борту фюзеляжа.

Закрылки в средней прямоугольной части крыла могут отклоняться и фиксироваться в положении вниз до 20°, вверх — до 5°. Элероны при этом зависают соответственно вниз на 7°, вверх на 3°. Небольшие закрылки на концах крыла сделаны неподвижными. Таким образом, изменение кривизны крыла уменьшается от середины к концам крыла.

На концах крыла поставлены сигаровидные обтекатели, выполненные из дерева и пенопласта. Обтекатели уменьшают профильное сопротивление крыла и предохраняют концы крыла при ударах о землю.

Остальные части планера имеют обычную планерную конструкцию, сходную с конструкцией планера БРО-9.

Вес конструкции складывается из следующих весов:

Фюзеляж	— 50 *кг*
Крыло	— 62 »
Закрылки	— 4 »
Элероны	— 7 »
Подкосы	— 8 »
Горизонтальное оперение	— 5 »
Руль направления	— 1 »
Всего:	137 *кг*

Расчет планера на прочность проведен согласно временным нормам прочности планеров 1952 г. для парителей первого класса II группы, т. е. расчетный коэффициент статической перегрузки для случая Ак взят равным 8.

Облет планера БРО-12 выявил хорошую устойчивость и легкость управления. Были испробованы различные способы применения механизации крыла при разных скоростях в каждом из этапов полета.

Сравнительные летные испытания показали, что подвесные закрылки и щелевые элероны дают планеру БРО-12 ряд преимуществ перед планерами, не имеющими механизации крыла.

При взлете с помощью лебедки опущенные закрылки и элероны позволяют планеру набирать значительно большую высоту и попадать в зону восходящих потоков. Радиус спиралей при наборе высоты при этом уменьшается, что допускает парение планера в узких восходящих потоках.

При поднятых вверх закрылках-элеронах планер, несмотря на умеренную удельную нагрузку, значительно увеличивает поступательную скорость и может быстрее проходить через зону, неблагоприятную для парения.

ПЛАНЕР БК-4 «КАУНАС»

В 1957 г. в мастерских Каунасской планерной станции была закончена постройка еще одного образца тренировочного планера-парителя конструкции Б. Карвялиса.

По схеме планер является свободнонесущим высокопланом (рис. 115). По прочности относится к парителям первого класса II группы. Рассчитан для запуска с мотолебедки и для буксировки за самолетом. Конструкция выполнена из дерева. Склейка произведена смоляным клеем К-17. Узлы изготовлены из листовой стали марки 20, точеные детали — из стали 45.

Ф ю з е л я ж эллиптического, почти круглого сечения с фонарем, вписанным в обводы фюзеляжа. Каркас собран из 6 стрингеров и 26 шпангоутов. Обшивка фанерная, в передней части — двойная. Особенностью конструкции является устройство фонаря, выполненного из

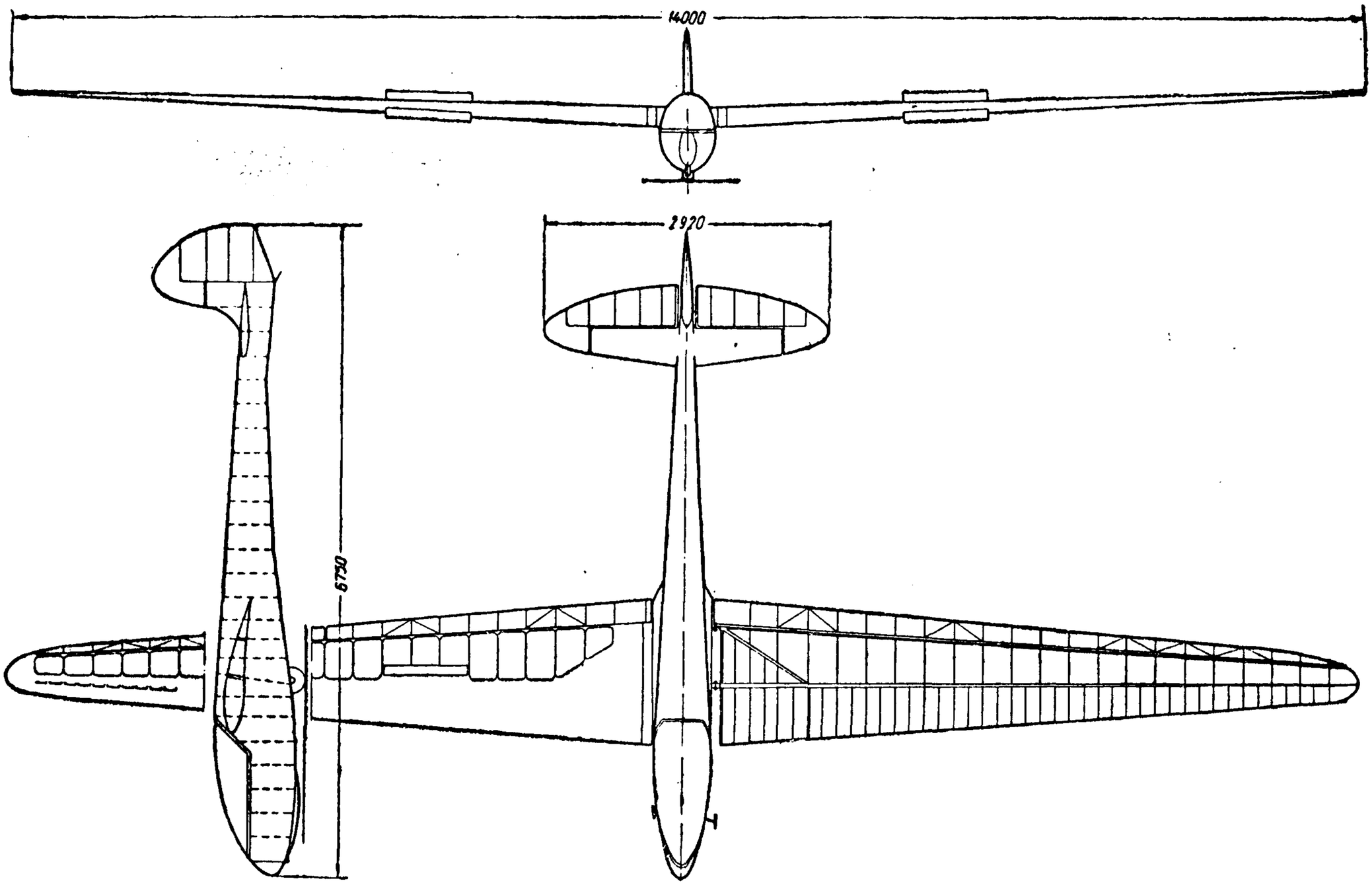


Рис. 115. Рекордно-тренировочный планер БК-4 «Каунас» конструкции Б. Карвялиса

цельного листа плексигласа. Фонарь открывается от сдвигания вперед; при этом задняя часть фонаря поднимается, вращаясь на плечах рычагов, укрепленных на бортах фюзеляжа, а передняя часть скользит вперед по направляющему рельсу, расположенному по оси симметрии фонаря. Ручка аварийного сброса фонаря, помещенная на правом борту, освобождает одновременно все три крепления фонаря. Посадка пилота полулежачая. В конструкцию шпангоутов № 9 и 11 включены лонжероны центроплана со стыковыми узлами. Хвост фюзеляжа плавно переходит в киль и несет на себе несъемный стабилизатор. Фюзеляж снабжен лыжей с резиновой амортизацией, жестко установленным колесом, костылем рессорного типа и двумя буксировочными замками.

Крыло состоит из двух консолей. Профиль крыла — «Геттинген 549» по всему размаху. Конструкция крыла однолонжеронная, с вспомогательным лонжероном и раскосом у корня.

В лобовой фанерной обшивке на концах крыла имеются профилированные щели, выполняющие роль предкрылков. Каждая консоль крепится к фюзеляжу в трех точках с помощью конусных болтов.

Элероны состоят из двух частей и расположены по всему размаху. Имеется устройство для изменения среднего положения элеронов в полете (вверх и вниз). Ручка управления зависанием элеронов расположена на кронштейне вала управления.

На крыле, позади лонжерона, сверху и снизу расположены интерцепторы.

Летные испытания БК-4 показали нормальную устойчивость и хорошую маневренность планера. Все органы достаточно эффективны, особенно интерцепторы. Наивыгоднейшая скорость на спирали с креном 45° равна 60—65 *км/час,* с креном до 60° — до 70 *км/час.* Взлет с мотостарта производится на скорости 80—90 *км/час.* Перед взлетом элероны ставят в нижнее положение.

ПЛАНЕРЫ А-11 и А-13

Оба планера спроектированы опытным конструкторским бюро (главный конструктор О. К. Антонов) и построены в 1957 г. Конструкция планеров цельнометаллическая.

Планер А-11 (рис. 116) является планером с высоким аэродинамическим качеством. Вся конструкция планера подчинена требованию обеспечения возможно более высоких спортивных достижений. Механизация крыла позволяет расширить диапазон возможных режимов полета, способствует набору высоты при полетах по спирали в восходящих потоках и облегчает расчет посадки планера.

Планер А-13 (рис. 117) предназначен для тренировки в высшем пилотаже. Планер выполняет любые фигуры, включая восходящий штопор, обратные фигуры и другие и допускает длительное пикирование с выпущенными интерцепторами. Скорость буксировки достигает 250 *км/час,* скорость планирования — 400 *км/час.*

По схеме планеры А-11 и А-13 являются свободнонесущими монопланами со средним расположением крыла, V-образным оперением и одноколесным, убираемым в полете шасси.

Особенностью конструкции планеров является наличие общего фюзеляжа с хвостовым оперением. Благодаря оригинальной стыковке крыльев планер А-11 путем замены крыльев в течение нескольких минут может быть превращен в планер А-13 и наоборот.

Быстрая сборка и разборка дают возможность при хранении планеров обходиться без большой ангарной площади и позволяют перевозить планеры на автомашине в разобранном виде. Наличие колеса облегчает взлет и транспортировку планеров по аэродрому.

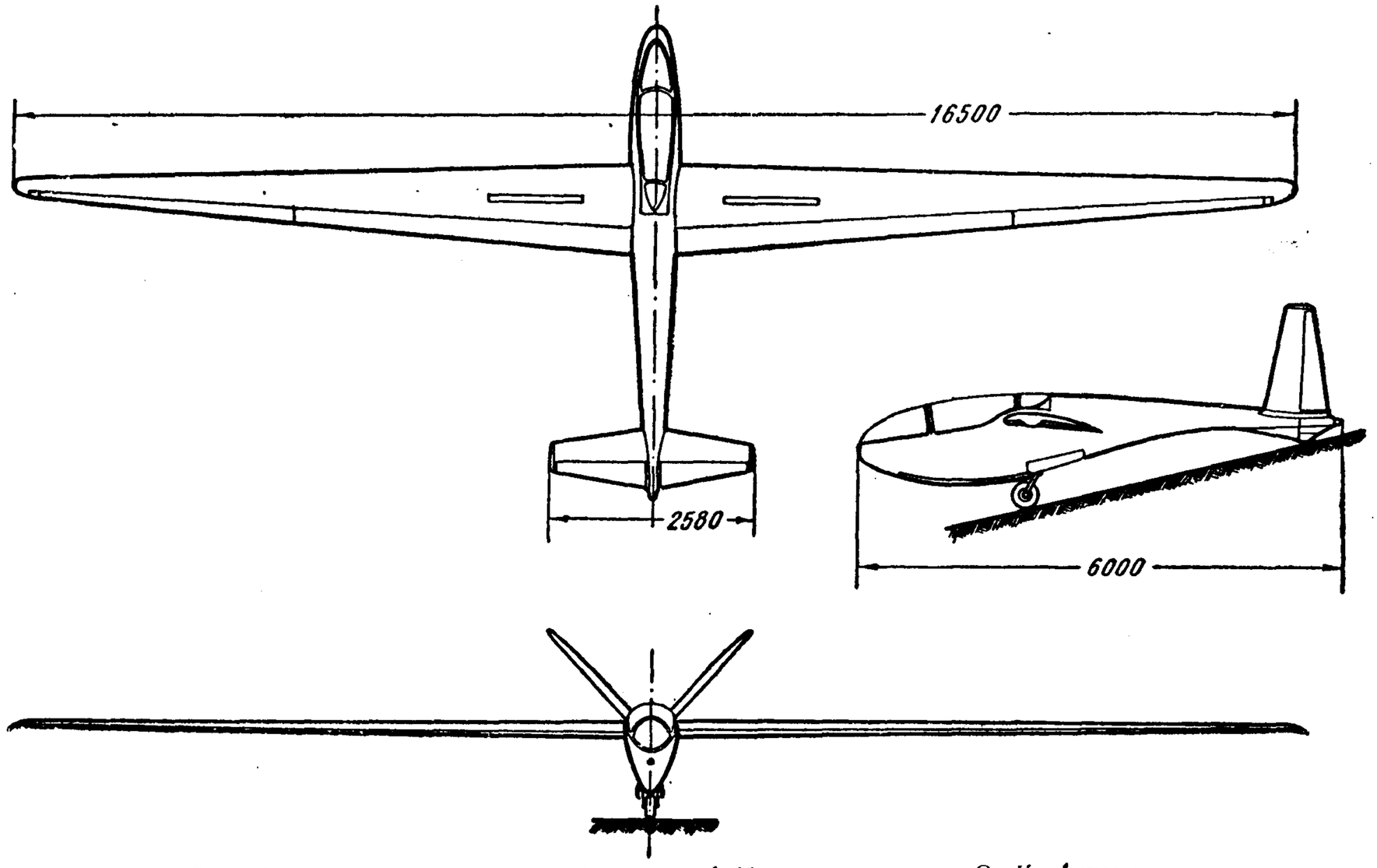


Рис. 116. Рекордный цельнометаллический планер А-11 конструкции О. К. Антонова

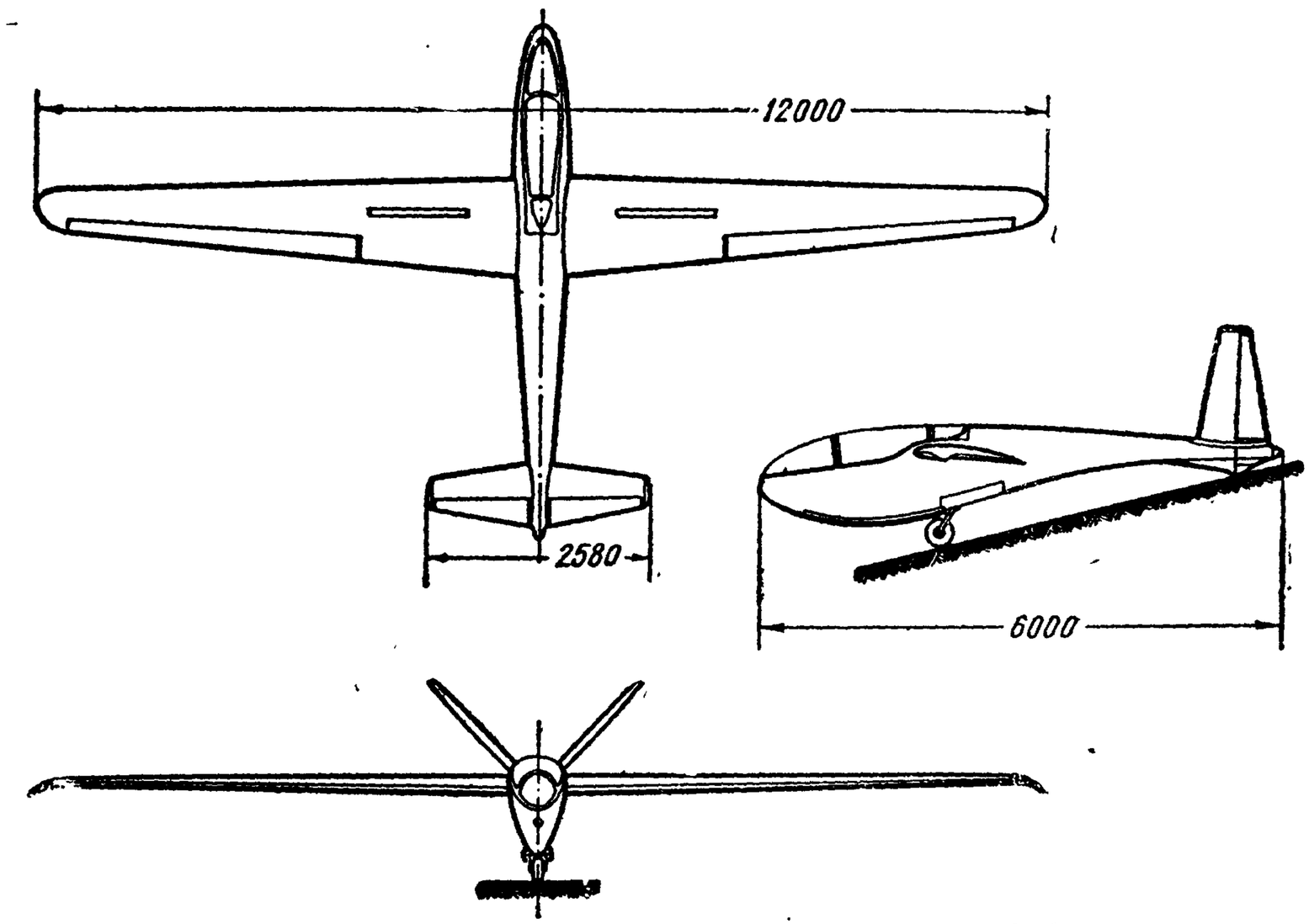


Рис. 117. Акробатический планер А-13 конструкции О. К. Антонова

Фюзеляж

Фюзеляж планера (рис. 118) является бесстрингерным полумонококом, образованным 18-ю шпангоутами, обшивкой и легкосъемной стальной лыжей. Силовые шпангоуты № 7 и 8, стыкующиеся с крылом, имеют коробчатое сечение и выполнены из листового Д16АТ. Шпангоут № 18, на котором крепится оперение, штампован из легкого сплава АК-6, шпангоуты № 1—6, 9 и 10 — из листового дуралюмина, имеют Z-образное сечение, остальные — корытное. Между шпангоутами № 9 и 10 за съемной стенкой имеется багажник для установки дополнительного оборудования (спидобарографа, кислородных баллонов, радиооборудования). С левой стороны фюзеляжа есть лючок для подхода к деталям управления. Колесо целиком убирается в полете, после чего ниша колеса полностью закрывается створками.

Кабина пилота закрыта фонарем из плексигласа, обеспечивающим пилоту хороший обзор. Фонарь состоит из трех частей. Передняя неподвижная часть крепится текстолитовыми винтами к окантовке выреза фюзеляжа и усилена в районе шпангоута № 4 дуралюминовым уголком.

Средняя съемная часть снабжена форточкой с защелкой, усилена по периметру уголком и крепится к фюзеляжу при помощи двух штырей, входящих в отверстия на окантовке выреза фюзеляжа, и двух замков типа задвижек, установленных на окантовке фонаря. Замки в закрытом положении крепят фонарь к бортам фюзеляжа посредством двух пальцев. Пальцы удерживаются во втулках, укрепленных на фюзеляже, с помощью двух штифтов, соединенных тросами с ручкой аварийного сброса фонаря.

Задняя прозрачная часть фонаря легко снимается, дает хороший доступ к узлам стыковки крыльев и к багажнику и позволяет производить предполетный осмотр стыковых узлов.

Для быстрой разборки оперения на фюзеляже имеется съемный обтекатель, крепящийся на фюзеляже при помощи стяжного болта, законтренного коком.

Сиденье пилота (рис. 118) регулируется по длине и высоте. Сиденье крепится в нижней части на двух направляющих, приклепанных между шпангоутами № 5 и 6. Спинка сиденья в верхней части имеет две вертикальные направляющие, по которым скользят ролики, установленные на поперечной изогнутой стальной трубе, укрепленной шарнирно к бортам фюзеляжа. Закрепление сиденья обеспечивается сверху зажимной ручкой спинки сиденья, снизу — рукояткой нижнего стопора со штырем, попадающим в отверстие в правой направляющей сиденья.

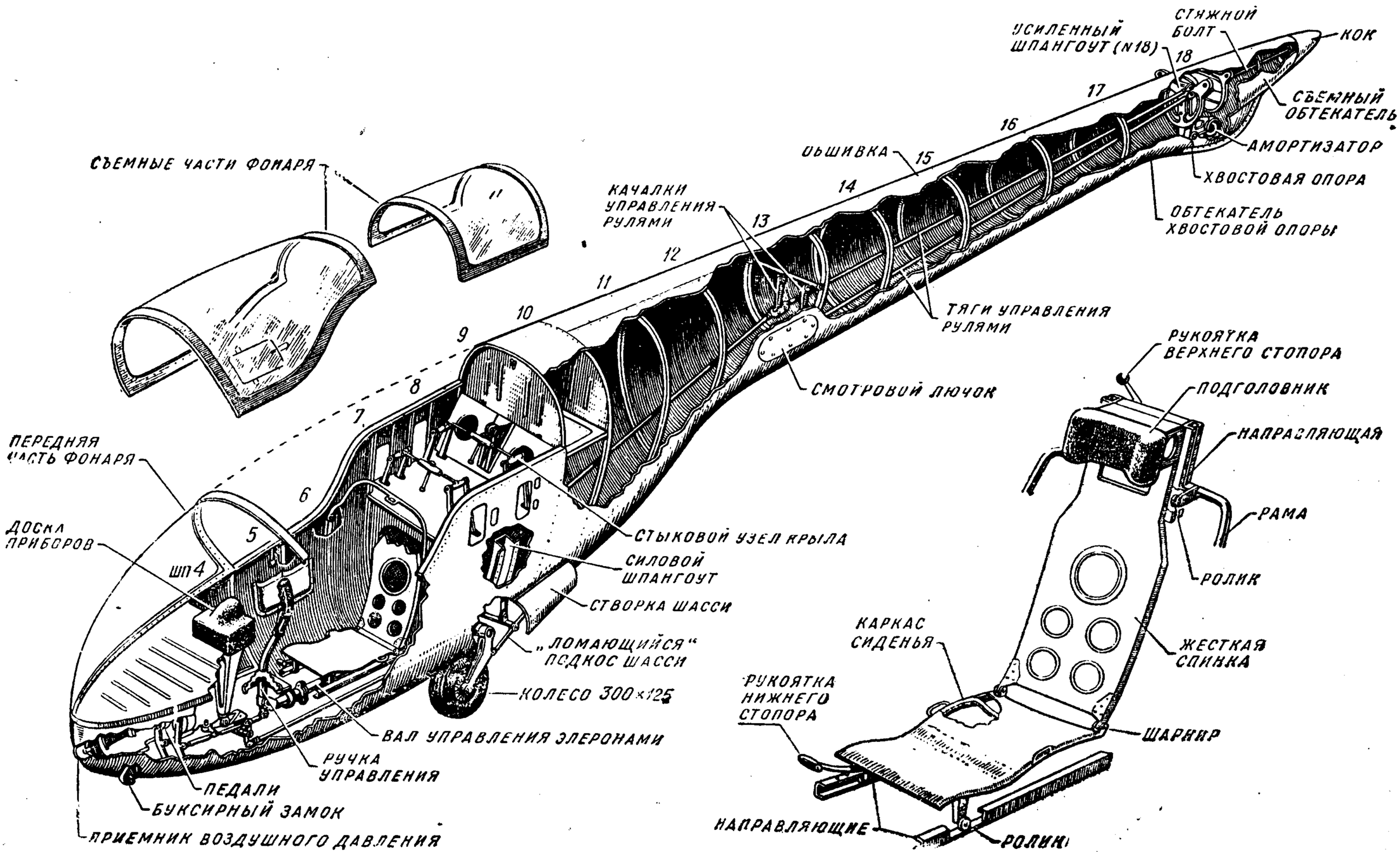
Каркас сиденья, сваренный из стальных труб, покрыт дуралюминовой обшивкой, поверх которой укладывается стеганая подушка. Спинка отштампована из дуралюминового листа с отверстиями облегчения и соединяется с каркасом сиденья двумя шарнирами. На верхней части спинки приклепан подголовник с подушкой.

Привязные ремни пилота крепятся к боковым скобам сиденья и к скобе на поперечной трубе спинки сиденья.

Крыло планера А-11

Крыло состоит из двух частей трапециевидной формы в плане с закругленными, отогнутыми вниз концами.

Крыло имеет зависающие щелевые элероны, закрылки и интерцепторы. По всему размаху крыло имеет профиль Р-IIIа. Для повышения удельной нагрузки предусмотрена возможность установки водяного балласта в носке крыла.


СЪЕМНЫЕ ЧАСТИ ФОНАРЯ
ПЕРЕДНЯЯ ЧАСТЬ ФОНАРЯ
ДОСКА ПРИБОРОВ
ШП 4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
КАЧАЛКИ УПРАВЛЕНИЯ РУЛЯМИ
ОБШИВКА
УСИЛЕННЫЙ ШПАНГОУТ (N18)
СТЯЖНОЙ БОЛТ
КОК
СЪЕМНЫЙ ОБТЕКАТЕЛЬ
АМОРТИЗАТОР
ХВОСТОВАЯ ОПОРА
ОБТЕКАТЕЛЬ ХВОСТОВОЙ ОПОРЫ
ТЯГИ УПРАВЛЕНИЯ РУЛЯМИ
СМОТРОВОЙ ЛЮЧОК
СТЫКОВОЙ УЗЕЛ КРЫЛА
СИЛОВОЙ ШПАНГОУТ
СТВОРКА ШАССИ
„ЛОМАЮЩИЙСЯ" ПОДКОС ШАССИ
КОЛЕСО 300×125
ВАЛ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕРОНАМИ
РУЧКА УПРАВЛЕНИЯ
ПЕДАЛИ
БУКСИРНЫЙ ЗАМОК
ПРИЕМНИК ВОЗДУШНОГО ДАВЛЕНИЯ
РУКОЯТКА ВЕРХНЕГО СТОПОРА
ПОДГОЛОВНИК
НАПРАВЛЯЮЩАЯ
РАМА
РОЛИК
КАРКАС СИДЕНЬЯ
ЖЕСТКАЯ СПИНКА
РУКОЯТКА НИЖНЕГО СТОПОРА
ШАРНИР
НАПРАВЛЯЮЩИЕ
РОЛИК

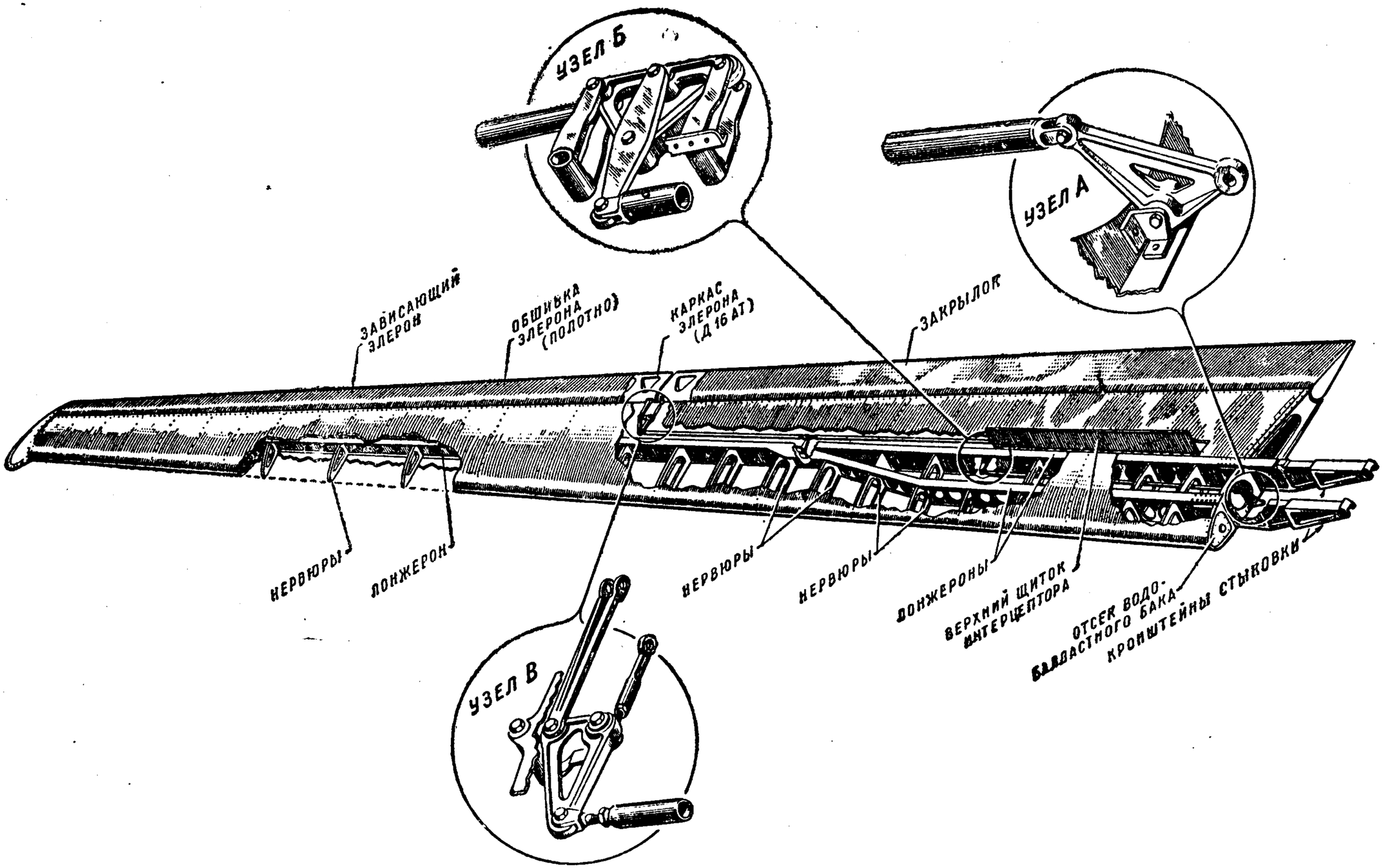


Рис. 119. Крыло планера А-11

Каркас крыла состоит из двух лонжеронов, нервюр, вспомогательного лонжерона и законцовки (рис. 119).

Лонжероны балочного типа, связанные между собой нервюрами и обшивкой, образуют у корня коробчатую балку. От нервюры № 9 коробчатый двойной лонжерон переходит в один двутавровый.

Носовые и хвостовые части нервюр балочного типа, с отверстиями, выполнены из листового Д16АТ.

Вспомогательный лонжерон коробчатого сечения служит для установки элерона и закрылка.

Законцовка крыла отлита из сплава АЛ-9 и обшита с двух сторон листовым дуралюмином.

Носок и верхняя часть крыла обшиты Д16АТ, нижняя часть крыла от 35% хорды до ложного лонжерона обтянута полотном. Полотно приклеено к каркасу клеем АК-20 с подслоем клея БФ-4.

У корневой нервюры лонжероны переходят в кронштейны стыковки крыла с фюзеляжем. В месте прилегания корневого контура крыла к обшивке фюзеляжа по контуру крыла приклеен резиновый профиль для устранения зазора между крылом и фюзеляжем.

Элероны имеют металлический каркас со съемным носком и полотняную обшивку. Каркас элерона состоит из верхней и нижней штампованных панелей и лонжерона балочного типа, сваренного с панелями точечной сваркой.

Съемный носок с весовыми балансирами подвешен к крылу в четырех точках и соединен с каркасом 14 винтами и наклеенной полотняной обшивкой.

Закрылки по конструкции аналогичны элеронам.

Интерцепторы, установленные за задним лонжероном, представляют собой кинематически взаимно связанные верхний и нижний щитки, открываемые соответственно по полету (верхний) и против полета (нижний). В открытом положении щитки становятся под углом около 90° к потоку. Аэродинамическое качество планера снижается при этом до 8.

Крыло планера А-13

Крыло планера А-13 сходно по конструкции с крылом планера А-11, но имеет меньший размах и другой профиль (П32-15). Закрылки и управление закрылками в крыле, а также управление зависанием элеронов отсутствуют. Верхняя и нижняя поверхности крыла за лонжероном оклеены полотном. Конструкция элеронов и интерцепторов не отличается от конструкции таковых у планера А-11.

Стыковка крыла обоих планеров производится в следующем порядке. Фюзеляж устанавливается на козелки в горизонтальном положении. По бокам его располагаются на козелках соответствующие консоли. Затем проверяется положение прижима *7* и стяжек *6*. Они должны быть в верхнем положении. При этом тяги *8* полностью раздвинуты (рис. 120).

Стыковку начинают с правой консоли, вводя стыковые кронштейны *9* в вырезы фюзеляжа. Стыковые кронштейны должны сесть шипами *5* в конические отверстия накладок *2* и быть зафиксированы стопором *1*.

Для стыковки левой консоли нужно кронштейны *9* ввести в вырезы фюзеляжа и посадить на кронштейн *9* правой консоли так, чтобы упоры *10* вошли в зацепление. После этого с помощью ручек *4*, вращая их к борту фюзеляжа, стянуть стыковые кронштейны и зафиксировать фиксатором *3*. Окончательную стяжку стыковых кронштейнов производят тягами *8* с помощью стяжных муфт с рукоятками.

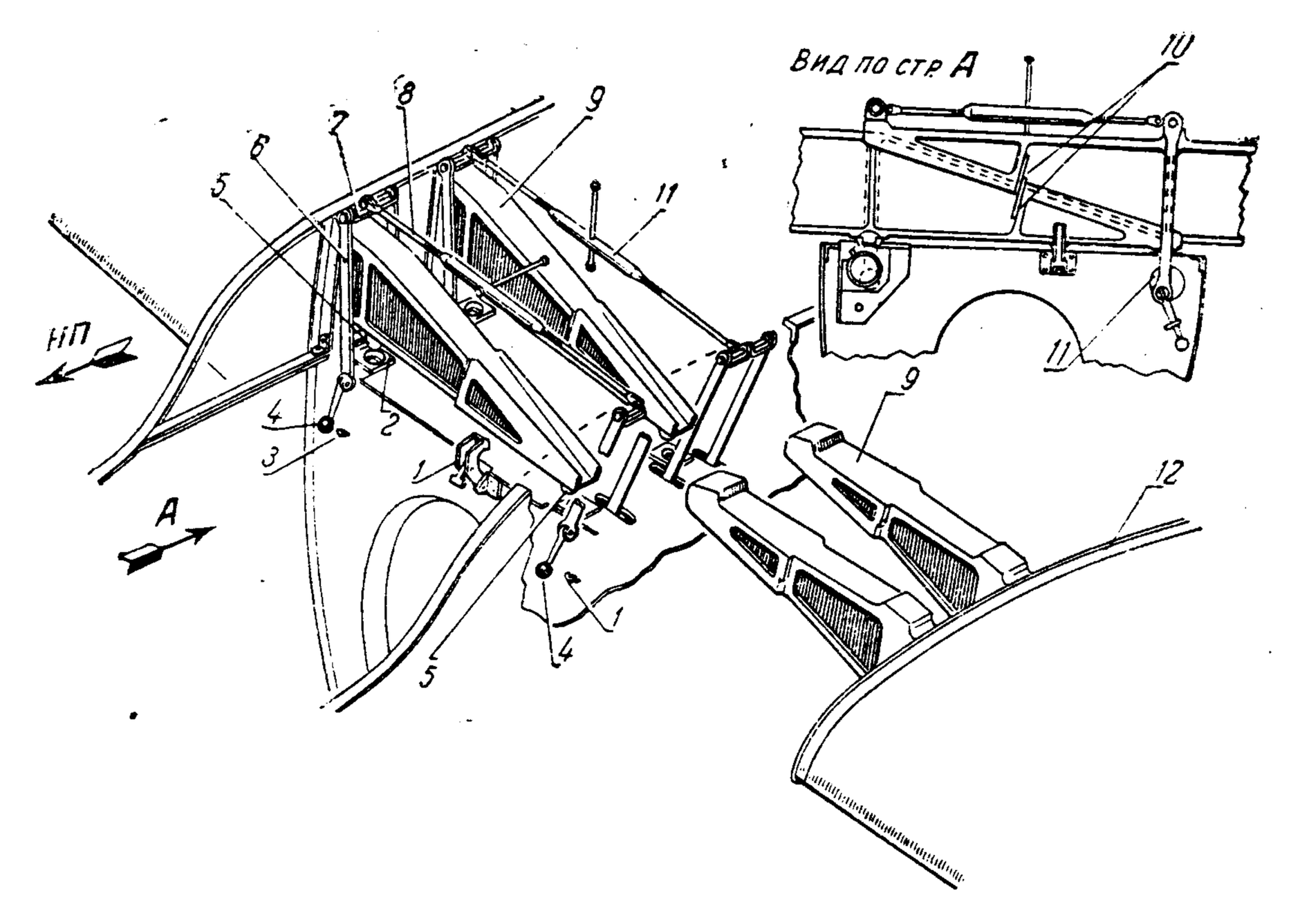


Рис. 120. Планеры А-11 и А-13. Схема стыковки крыла

После стыковки крыла необходимо присоединить тяги *14* к качалкам промежуточного вала *5* управления элеронами (рис. 121), соединить тандеры на тросах управления интерцепторами и произвести регулировку управления.

Управление

Пост управления планером смонтирован на панели, установленной между шпангоутами № 2 и 4 фюзеляжа.

При движении ручки управления на себя и от себя рули V-образного оперения отклоняются вверх и вниз, выполняя функцию рулей высоты. При движении педалей рули отклоняются в разные стороны, выполняя роль рулей направления.

Движение ручки управления *4* влево и вправо (рис. 121) вызывает вращение вала *15,* на котором укреплена двуплечая качалка *24,* соединенная с вертикальными тягами *14*. Поступательное движение тяг передается через качалки на промежуточные валики *5* и далее, через систему качалок *6,* передается на продольный вал *11,* соединенный посредством шарнира Гука с цапфой, установленной на корневой нервюре элерона.

Движение ручки управления *4* на себя и от себя (рис. 122) преобразуется через промежуточную тягу *17* и качалку *3* в поступательное движение трех пар тяг *16, 10* и *8* на поддерживающих качалках. Последние две тяги вызывают вращение качалок *9,* жестко связанных с валами рулей, и отклоняют рули одновременно вверх или вниз.

Движение педалей передается через промежуточную качалку *20* и систему коротких тяг *21* и *19* на качалки *18,* соединенные с тягами *16, 10* и *8*. Поступательное движение тяг передается на качалки *9* и вызывает отклонение рулей в разные стороны.

Интерцепторы, установленные на крыле, связаны тросовой проводкой с барабаном, соединенным с рычагом, установленным на левом борту управления у шпангоута № 4.

На рычаге управления интерцепторами имеется стопорное устрой-

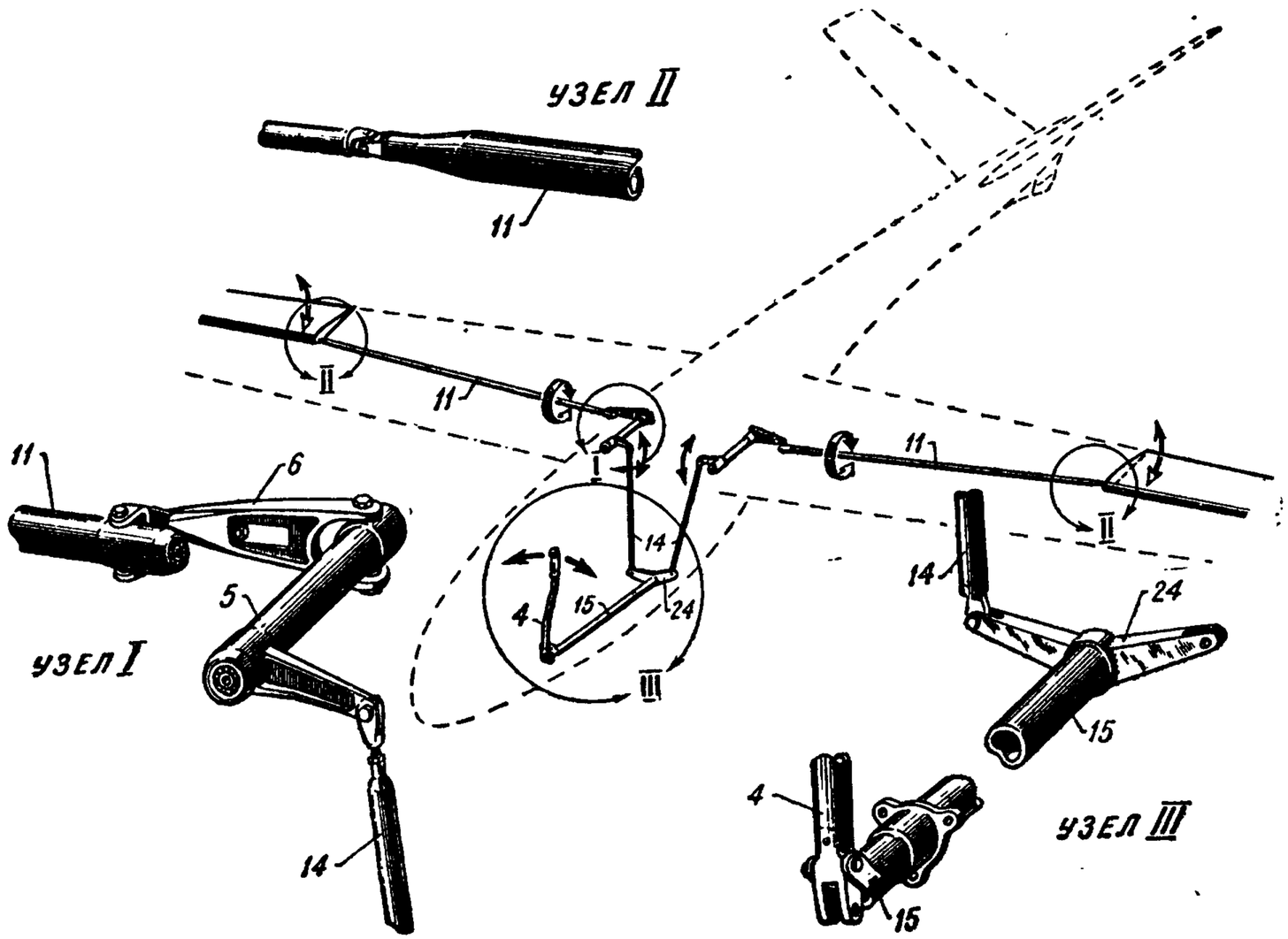


Рис. 121. Планеры А-11 и А-13. Схема управления элеронами

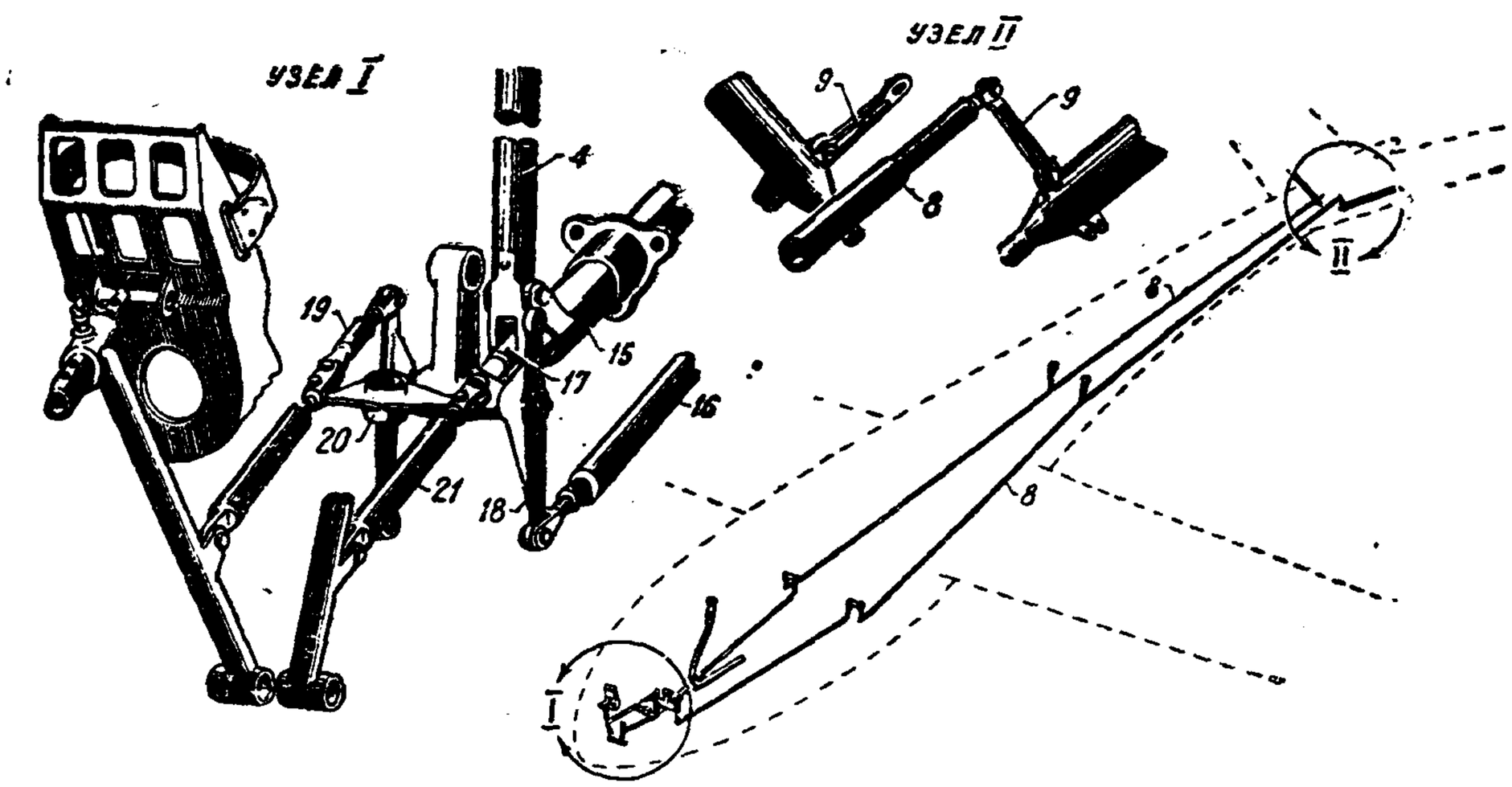


Рис. 122. Планеры А-11 и А-13. Схема управления рулями

ство, фиксирующее интерцепторы в открытом и закрытом положениях. При повороте рычага поворачивается соединенный с ним барабан, на котором закреплен бесконечный трос, проходящий в фюзеляж через боуденовскую оболочку и четыре ролика. В каждом полукрыле ветви троса закреплены на роликах, выполненных заодно с качалками. При повороте роликов качалки поворачиваются и с помощью регулируемых тяг отклоняют щитки интерцепторов.

Закрылки имеют смешанное управление. Рычаг управления, снабженный стопором, расположен на левом борту рядом с рычагом управления интерцепторами.

Закрылки могут отклоняться на 15°, 30° и 45°. При отклонении закрылков на 45° элероны планера зависают на 15°.

Буксировочный замок управляется из кабины посредством рычажка, укрепленного на ручке управления. Проводка тросовая, в боуденовской оболочке. Конструкция замка выполнена таким образом, что замок автоматически отцепляет буксирный трос в том случае, когда угол между тросом и продольной осью планера превышает 90° (взлет с автостарта) или когда трос тянет назад (посадка с тросом).

Уборка шасси производится с помощью рычага, помещенного на правом борту фюзеляжа, и тросовой проводки.

Приборная доска

Приборная доска установлена на трех амортизаторах, два из которых укреплены на верхнем столике в районе шпангоута № 4, а третий установлен внизу на панели управления. На приборной доске помещены следующие приборы: магнитный компас КИ-12; указатель поворота УП-2; указатель воздушной скорости УС-350; двустрелочный высотомер ВД-10; мембранный вариометр ВР-10.

В нижней части доски имеется запасное отверстие для установки дополнительного прибора. Указатель скорости УС-350 соединен с приемником воздушного давления оригинальной конструкции, помещенным в носке фюзеляжа. Пневматический указатель поворота и скольжения УП-2 соединен с выдвижным приемником (трубкой Вентури), установленным на левом борту фюзеляжа перед шпангоутом № 4.

Таблица 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ И РЕКОРДНЫХ ПЛАНЕРОВ

№ пп.	Данные планера	Название планера												
		ВА-3/48	ПАИ-6	МАК-15	МАК-15-М	Ш-18	А-9	А-10	Ш-16	КАИ-12	БРО-12	БК-4	А-11	А-13
1	Число мест	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1
	I. Размеры													
2	Размах, *м*	13,50	12,40	10,40	10,85	14,40	16,24	16,24	20,00	13,42	12,00	14,00	16,50	12,10
3	Длина (без трубки ПВД), *м*	5,99	5,41	5,32	5,64	7,63	6,40	6,80	8,02	7,77	5,90	6,75	6,00	6,00
4	Высота на стоянке, *м*	1,40	1,35	1,85	1,50	1,68	1,49	1,49	2,57	2,36	1,50	1,37	1,62	1,62
5	Корневая хорда крыла, *м*	1,40	1,50	1,85	1,85	2,30	1,21	1,21	2,04	1,50	1,15	1,50	1,20	1,20
6	Концевая хорда крыла, *м*	0,35	0,45	0,80	0,80	0,60	0,30	0,30	0,48	1,50	0,50	0,45	0,29	0,52
7	Средняя аэродинамическая хорда (САХ), *м*	0,90	1,07	1,34	1,84	1,39	0,95	0,95	1,29	1,50	0,95	0,94	—	—
8	Площадь крыла, $м^2$	12,26	11,80	12,56	13,15	17,65	13,46	3,46	22,02	20,20	11,30	13,20	12,15	10,44
9	Удлинение	14,8	13,0	8,6	9,0	11,8	19,6	19,6	18,2	8,9	12,7	14,8	22,4	14,0
10	Сужение крыла	4,0	3,34	2,32	2,32	3,84	4,03	4,03	4,25	1,0	2,30	3,32	4,4	2,29
11	Поперечное V крыла	3°45′	1°33′	3°	3°	2°30′	2°40′	2°40′	4°	2°30′	3°	2°	0°	0°
12	Размах элерона (одного), *м*	3,56	3,27	2,69	2,69	3,80	4,21	4,21	5,30	3,45	3,00	6,40	—	—
13	Площадь элеронов (двух), $м^2$	1,60	1,58	1,70	1,70	1,96	1,84	1,84	2,60	2,48	1,80	2,90	1,03	1,64
14	Плечо элерона, *м*	4,20	4,35	3,45	3,60	5,40	5,54	5,54	6,55	2,90	3,50	3,00	—	—
15	Площадь закрылков, $м^2$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,08	0	2,22	0
16	Площадь интерцепторов, $м^2$	0,10	0	0	0	0,20	0,24	0,24	0,32	0,54	0	0,36	0,60	0,60
17	Длина фюзеляжа, *м*	5,20	5,37	2,30	2,62	6,58	5,56	5,56	7,18	7,20	5,30	6,05	—	—
18	Высота фюзеляжа (с фонарем), *м*	1,25	1,15	1,30	1,15	1,27	1,20	1,20	1,30	1,18	1,04	0,97	—	—
19	Ширина фюзеляжа (макс.), *м*	0,65	0,65	0,60	0,61	0,62	0,60	0,60	0,65	0,78	0,48	0,60	—	—
20	Площадь миделя фюзеляжа, $м^2$	0,60	0,60	0,75	0,66	0,65	0,55	0,55	0,66	0,77	0,40	0,38	—	—
21	Размах горизонтального оперения, *м*	2,39	2,30	2,78	2,87	2,86	2,31	2,31	3,00	3,28	2,40	2,80	2,58 (в проекции)	2,58

Таблица 6 (окончание)

№ пп.	Данные планера	Название планера: ВА-3/48	ПАИ-6	МАК-15	МАК-15-М	Ш-18	А-9	А-10	Ш-16	КАИ-12	БРО-12	БК-4	А-11	А-13
22	Площадь горизонтального оперения, *м²*	1,63	1,63	2,25	2,25	2,08	1,31	1,31	3,00	3,00	1,10	1,67	Примечание: Хвостовое оперение V-образное Развал оперения = 90° Размах = 2,58 *м*. Высота = 1,29 *м*. Площадь оперения = = 2,16 *м²* Площадь рулей = = 1,44 *м²* Плечо оперения = = 3,30 *м*	
23	Площадь руля высоты, *м²*	0,92	0,75	1,26	1,26	1,04	0,56	0,56	0,88	1,16	0,60	1,10		
24	Плечо горизонтального оперения, *м*	3,00	3,14	2 65	2,65	3,84	2,07	2,07	4,10	2,60	3,30	3,60		
25	Размах вертикального оперения, *м*	1,25	1,25	1,42	1,42	1,57	1,39	1,4[illegible]	2,00	1,64	1,45	1,32		
26	Площадь вертикального оперения, *м²*	0,96	1,02	1,61	1 61	1,41	1,35	1,49	1,53	1,45	0,85	1,05		
27	Площадь руля направления, *м²*	0,78	0,85	1,00	1,00	1,00	1,06	1,20	0,86	1,15	0,65	0,85		
28	Плечо вертикального оперения, *м*	3,40	3,56	2,81	2,[illegible]1	4,40	2,57	2,57	4,90	3,10	3,50	3,80		
	II. Веса													
29	Вес конструкции с оборудованием, *кг*	218	193	135	1[illegible]5	270	310	327	391	253	137	205	310	270
30	Нагрузка полезная, *кг*	90	90	90	90	180	100	164	180	180	90	90	100	90
31	Полетный вес, *кг*	308	283	225	245	450	410	491	571	433	227	295	410	360
32	Удельная нагрузка, *кг/м²*	25,1	24,0	17,9	18,1	25,5	30,5	36,5	25,9	21,4	20,1	22,3	33,7	34,5
	III. Летные данные													
33	Качество максимальное	25,0	24,0	17,0	18,0	20,8	30,0	30,0	27,0	17,5	20,0	25,0	34,0	26,0
34	Скорость снижения минимальная, *м/сек*	0,75	0,82	1,00	1,00	1,00	0,80	0,87	0,80	1,29	0,80	0,80	0,90	1,30
35	Скорость крейсерская, *км/час*	85	85	70	70	80	85	95	75	72	60	75	110	120
36	Скорость посадочная, *км/час*	65	60	44	45	65	70	75	60	55	45	50	80	100
37	Скорость буксировки максимальная: самолетом, *км/час*	140	14[illegible]	140	140	140	140	125	125	140	125	125	140	190
38	мотолебедкой, *км/час*	100	100	100	100	100	100	90	90	100	90	90	100	100

ПЕРСПЕКТИВЫ И ЗАДАЧИ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРОВ

Материальная часть планеризма не может оставаться неизменной и должна непрерывно развиваться и совершенствоваться. Какие же задачи в области пополнения планерного парка и улучшения материальной части предстоит разрешить?

Прежде всего необходимо создать серийный одноместный учебный планер, вероятнее всего на базе доводки конструкции имеющихся учебных планеров. Разработка единого образца одноместного учебного планера является сложной задачей, требующей накопления опыта эксплуатации различных новых типов учебного планера.

По всей вероятности, потребуется два типа учебного планера. Первым из них, по-видимому, будет очень дешевый и простой деревянный планер типа БРО-11, но не с обязательной связью элеронов-закрылков с рулем высоты. Конструкция этого планера должна быть такой, чтобы его можно было выпускать серийно и в то же время легко построить по чертежам силами планерного кружка.

Вторым типом может быть более сложный планер, с лучшими летными данными, обязательно пригодный для механического старта, вроде металлического планера КАИ-11, который должен изготовляться серийно на специальном заводе.

Одиночное обучение, являясь основным в кружках первоначальных организаций ДОСААФ, дает ученику только начальные навыки в пилотировании. Для дальнейшего совершенствования этих навыков необходим двухместный учебный планер.

Единственным двухместным планером, строящимся серийно, является цельнометаллический планер КАИ-12 «Приморец», предназначенный для аэроклубов и школ ДОСААФ.

Для планерных кружков повышенного типа и общественных планерных кружков должен быть создан другой, более дешевый двухместный учебный планер. По простоте конструкции и удобству эксплуатации эта переходная машина должна превосходить КАИ-12 и даже планер А-2.

Жизненно необходимой является задача создания планера-парителя так называемого «стандартного» класса. Планер этого типа должен явиться основной массовой машиной в деле развития планерного спорта. После окончания курса обучения вывозным методом планерист переходит к самостоятельным полетам на этом планере. На нем производятся все виды парящих полетов, в том числе и рекордные.

Развитие специально рекордных планеров должно идти по пути дальнейшего повышения аэродинамического качества за счет применения ламинарных профилей и уменьшения лобового сопротивления всех частей планера.

Возможно, что для получения очень гладкой и точной поверхности потребуется применение новых конструктивных приемов (обшивка типа «сэндвич») и новых материалов (пластмасс различного типа).

Рекордные планеры для высотных полетов будут снабжаться герметическими кабинами и специальным высотным оборудованием, так как высота, достигнутая на планерах, составляет уже 13—14 *км*.

В части экспериментальных планеров необходима дальнейшая работа над бесхвостками, а также была бы очень полезна постройка специального двухместного планера-лаборатории для исследований в области аэродинамики и аэрологии.

Широкие изыскания должны быть проведены по механизации крыла планера, по гибким, амортизованным и машущим крыльям в поисках новых путей получения энергии из окружающей среды.

Очень возможно, что широкое применение получат мотопланеры как для обучения полетам, так и для спортивных целей. Если даже предположить, что мощность мотора будет недостаточна для самостоятельного взлета, такой планер будет иметь все же целый ряд преимуществ:

— облегчение взлета;

— возможность продолжить парящий полет в случае временной потери благоприятных для парения условий;

— возможность возвращения к месту старта при обнаружении явно неблагоприятных условий;

— разведка восходящих потоков для планеров-парителей и пр.

ПОПРАВКИ

Стр.	Строка	Рис.	Напечатано	Должно быть
23	—	12	Верхний брусок фермы расположен горизонтально	Передний конец бруска фермы должен быть расположен выше заднего.
			Пропущен размер от строительной горизонтали до верха передней стойки фермы.	Размер от строительной горизонтали до верха передней стойки фермы равен 1170 *мм* (верх передней стойки на 28 *мм* выше верха задней стойки фермы).
			Толщина верхнего бруска 30 *мм*.	Толщина верхнего бруска 25 *мм*.
100	—	60	Развертка дет. 18 В узле 17 размер 245.	Развертка дет. 15. В узле 17 размер 24,5.
211	6-я снизу	—	...нужно кронштейны *9*...	...нужно кронштейны *9'*...
212	—	120	Кронштейн левой консоли *9*.	Кронштейн левой консоли *9'*.
215	9-я графа, 14-я строка снизу		3,46	13,46