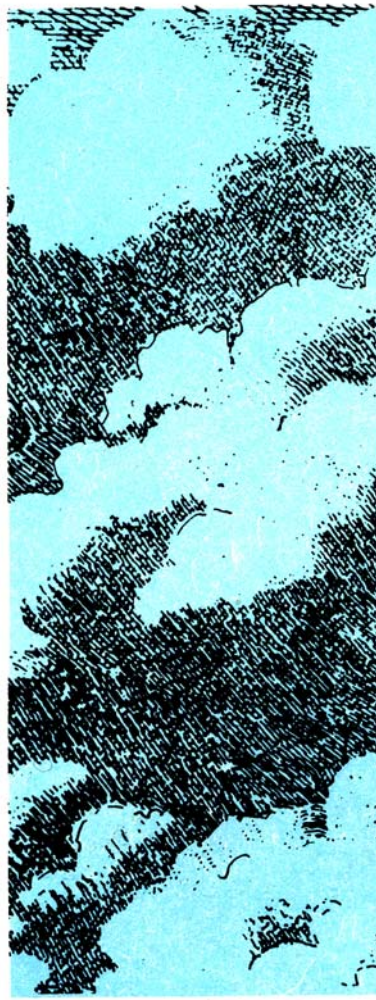
Г.Г.СЕРЕБРЕННИКОВ



ПАРАШЮТНЫЙ СПОРТ

Г. Г. СЕРЕБРЕННИКОВ

ПАРАШЮТНЫЙ СПОРТ

(учебное пособие)

МОСКВА
«ПАТРИОТ»
1990

Редактор *А. В. Калинкина*

В книге излагаются в популярной форме основы аэродинамики крыла, основы обучения прыжкам на точность приземления на планирующих парашютах, прыжкам на индивидуальную, групповую и купольную акробатику. Приводится основная терминология, применяемая в парашютостроении и парашютном спорте. При написании данного пособия автор использовал литературу по аэродинамике, методические разработки авиационно-спортивных клубов ДОСААФ, рефераты спортсменов-парашютистов сборной команды СССР, публикации в журнале «Крылья Родины» тренеров сборной команды СССР и другие источники.

Для спортсменов-парашютистов, а также молодежи.

ISBN 5-7030-0468-3

Глава I.
ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ КРЫЛА

Основные параметры воздуха

В состоянии неподвижности воздух характеризуется следующими параметрами: давление (P), температура (T) и плотность (ρ).

Давление — сила, перпендикулярно действующая на единицу поверхности. За единицу давления принято давление, равное одному килограмму на один квадратный сантиметр (кг/см^2), эта величина называется технической атмосферой.

Давление, вызываемое массой вышележащих слоев воздуха, называется атмосферным давлением и обычно измеряется в миллиметрах ртутного столба. Давление в 1 кг/см^2 уравновешивается столбом ртути высотой в 735,6 мм:

$$P = \frac{\beta}{735{,}6},$$

где β — атмосферное давление, мм рт. ст.

Температура характеризует скорость хаотического движения молекул; чем больше температура, тем быстрее движутся молекулы, и наоборот.

Измерение температуры производится по шкале Цельсия и Кельвина. За 0° по шкале Цельсия принята температура таяния льда, а за 100° — температура ки-

ления воды при давлении 760 мм рт. ст. За 0° по шкале Кельвина принята температура —273° С. При этой температуре прекращается движение молекул газа.

Температура в градусах Цельсия обозначается — $t°$ С, а в градусах Кельвина — $T°$ К:

$$T°K = t°C + 273.$$

Плотность воздуха — это масса, заключенная в единице объема. Она определяется по формуле

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где m — масса, кг; V — объем, м³.

Все эти параметры воздуха связаны между собой уравнением состояния газа. Для воздуха, средний молекулярный вес которого (М) равен 29, уравнение имеет такой вид:

$$P = 286\,\rho T,$$

где P — давление, кг/м²; ρ — массовая плотность воздуха, кг·с²/м⁴.

Из уравнения состояния газа вытекают, как частные случаи, известные законы Бойля—Мариотта и Гей-Люссака, открытые в свое время опытным путем. Так, при неизменной температуре давление пропорционально плотности, то есть обратно пропорционально объему, занимаемому определенной массой газа (закон Бойля—Мариотта):

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad P = 286T\frac{m}{V}.$$

Если нагревать газ при постоянном давлении, то произведение остается неизменным. Это означает, что объем газа растет пропорционально абсолютной температуре (закон Гей-Люссака).

Пользуясь уравнением состояния газа, можно, зная любые два показателя (параметра), вычислить третий. Пусть, например, температура воздуха равна 15° С, а давление 760 мм рт. ст., что соответствует 10332 кг/м² (1 мм рт. ст. $\approx$ 13,6 мм вод. ст. = 13,6 кг/м²). Тогда можно определить плотность газа:

$$\rho = \frac{P}{286T} = \frac{10332}{286(273+15)} \approx 0{,}125 \frac{кг \cdot с^2}{м^4}.$$

Такие расчеты представляют практический интерес, так как давление и температура могут быть просто измерены приборами, в отличие от плотности.

Основные физические свойства воздуха

Воздух характеризуется следующими физическими свойствами: цвет, прозрачность, электропроводимость, звукопроводимость, инертность, вязкость, сжимаемость.

При движении крыла в воздухе возникают силы, которые называют аэродинамическими. Их образование связано с такими физическими свойствами воздуха, как инертность, сжимаемость и вязкость.

Инертностью называется стремление тела сохранять состояние покоя или прямолинейного и равномерного движения. Мерой инертности тела является масса. Инертность воздуха оценивается его массовой плотностью, с увеличением которой инертность воздуха возрастает.

Сжимаемостью называется свойство среды увеличивать свою массовую плотность при повышении давления и уменьшать плотность при его понижении. Сжимаемость характеризуется отношением изменения плотности ($\Delta\rho$) к изменению давления (ΔP), то есть величиной $\frac{\Delta\rho}{\Delta P}$. Чем больше это отношение, тем больше сжимаемость, и наоборот.

Вязкостью называется свойство среды сопротивляться сдвигу одних ее слоев относительно других (соседних), проявляющееся в возникновении между слоями внутреннего трения.

Вязкость присуща различным средам. Однако природа вязкости жидкости и газа различна. У жидкости вязкость обусловлена сцеплением молекул. Поэтому, например, при нагревании, когда силы сцепления ослабевают, вязкость жидкости уменьшается (скажем, вязкость масла в двигателе).

Вязкость воздуха объясняется обменом молекулами между соседними слоями. Выделим в воздушном потоке

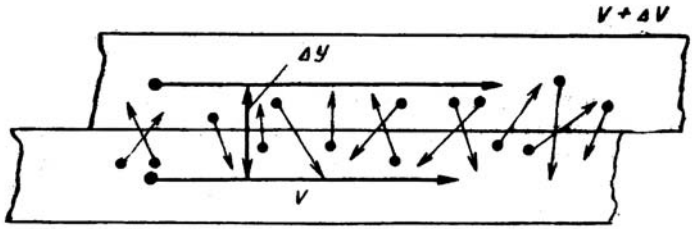


Рис. 1. Внутреннее трение в воздухе

два параллельных направлению движения очень тонких слоя, расстояние между серединами которых равно ΔY (рис. 1), причем средняя скорость одного из них больше средней скорости другого на величину ΔV. Находясь в беспорядочном движении, молекулы из слоя 1 попадают в слой 2 и, теряя там избыток скорости ΔV, стремятся ускорить движение слоя 2, а более «медленные» молекулы из слоя 2, попадая в слой 1, притормаживают его движение. Нагрев воздуха ускоряет беспорядочное движение молекул и усиливает обмен ими между слоями, ввиду чего внутреннее трение возрастает, а не уменьшается, как в жидкости.

Если поверхность, разделяющую слои 1 и 2, пересекают только беспорядочно движущиеся молекулы, а не целые струйки, то сила внутреннего трения между этими слоями, приходящаяся на 1 м^2 разделяющей поверхности, выражается следующей формулой

$$F_{тр} = \mu \frac{\Delta V}{\Delta Y},$$

где μ — **коэффициент вязкости,** зависящий только от температуры воздуха; при повышении температуры от 20 до 180° С он увеличивается более чем на 30%. Отношение $\frac{\Delta V}{\Delta Y}$ называется градиентом скорости и характеризует интенсивность изменения скорости поперек направления движения. Чем резче нарастает скорость от слоя к слою, тем сильнее между ними трение.

Инертность воздуха в воздушном потоке. Уравнение расхода. Закон Бернулли

Из определения термина «инертность» вытекает, что инертность воздуха, рассматриваемого как сплошная среда, может проявиться лишь в том случае, когда его частицы испытывают изменения величины или сопротивления скорости. При этом инертность проявляется в виде понижения или повышения давления.

Закон постоянного секундного расхода воздуха является важнейшим законом теоретической аэродинамики. Он формулируется так: при установившемся движении газа через любое поперечное сечение данной струйки за одну секунду проходит одна и та же масса газа (рис. 2).

Поскольку $m = \rho FV$, то $\rho_1 F_1 V_1 = \rho_2 F_2 V_2 = const$,

но, так как мы рассматриваем уравнение при малых скоростях (дозвуковых), когда воздух несжимаем, то $\rho_1 = \rho_2 = const$, или $F_1 V_1 = F_2 V_2 = const$. Из данного уравнения вытекает очень важный практический вывод: чем меньше поперечное сечение данной струйки, тем скорость воздуха в нем больше, и наоборот, чем больше поперечное сечение струйки, тем скорость в нем меньше.

Но частицы воздуха обладают инертностью (имеют массу) и, в соответствии со вторым законом Ньютона, могут получать ускорение только под действием силы, направленной в сторону движения. Значит, на рассматриваемом участке струи давление в сечении I должно быть больше, чем в II. Итак, наименьшее давление получается там, где скорость наибольшая, и наоборот. В этом состоит сущность закона Бернулли.

Если предположить, что обмена энергией между струей воздуха и окружающей средой в сечениях I и II нет, то сумма всех видов энергии воздуха в сечении I равна сумме всех видов энергии в сечении II, то есть:

$$E_{\text{полн}_1} = E_{\text{полн}_2} = const,$$

где полная энергия ($E_{\text{полн}}$) — сумма кинетической и потенциальной энергий.

При условии, что через сечения I и II проходит масса воздуха в 1 м³, кинетическую энергию $\left(E_{\text{кин}} = \frac{mV}{2}\right)$

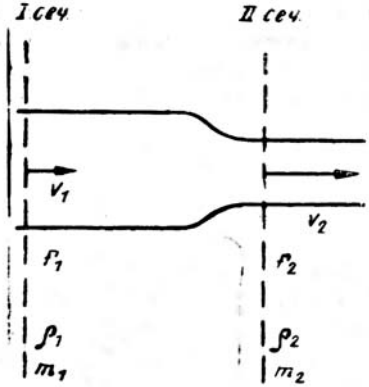


Рис. 2. К уравнению расхода: F_1, F_2 — поперечные сечения; ρ_1, ρ_2 — плотность; m_1, m_2 — масса воздуха, проходящая через сечение за секунду

можно выразить произведением плотности (ρ) на квадрат скорости, так как масса 1 м³ воздуха есть его плотность $\left(E_{\text{кин}} = \frac{\rho V^2}{2}\right)$.

Потенциальная энергия состоит из энергии давления, тепловой энергии и энергии силы веса. При условии, что воздух несжимаем, между струйкой и внешней средой отсутствует теплообмен, а энергией силы веса за незначительностью ее можно пренебречь, потенциальная энергия 1 м³ воздуха будет равна статическому давлению ($P_{\text{ст}}$). Произведя соответствующую замену, мы получим уравнение Бернулли для газа и жидкости без учета сжимаемости:

$$P_1 + \frac{\rho V_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho V_2^2}{2} = const.$$

Величина $\frac{\rho V^2}{2}$ называется скоростным напором (q). Из уравнения следует, что сумма скоростного напора $\left(q = \frac{\rho V^2}{2}\right)$ и статического давления ($P_{\text{ст}}$) одинакова во всех сечениях потока идеального несжимаемого воздуха и есть величина постоянная.

Уравнение Бернулли широко используется для вычисления картины распределения давления на поверхности крыла, при определении скорости полета с помощью приемников воздушного давления и при решении

других задач гидравлики, гидротехники и аэродинамики.

При больших скоростях движения потока, порядка 0,6 от скорости звука и более, пользуются более сложной формулой уравнения Бернулли, учитывающей сжимаемость воздушной среды.

Краткая характеристика атмосферы Земли

Атмосфера Земли имеет сложную структуру. Основными ее слоями являются тропосфера, стратосфера и ионосфера. Это разделение основано на учете как физических свойств отдельных слоев, так и характера их изменения с высотой.

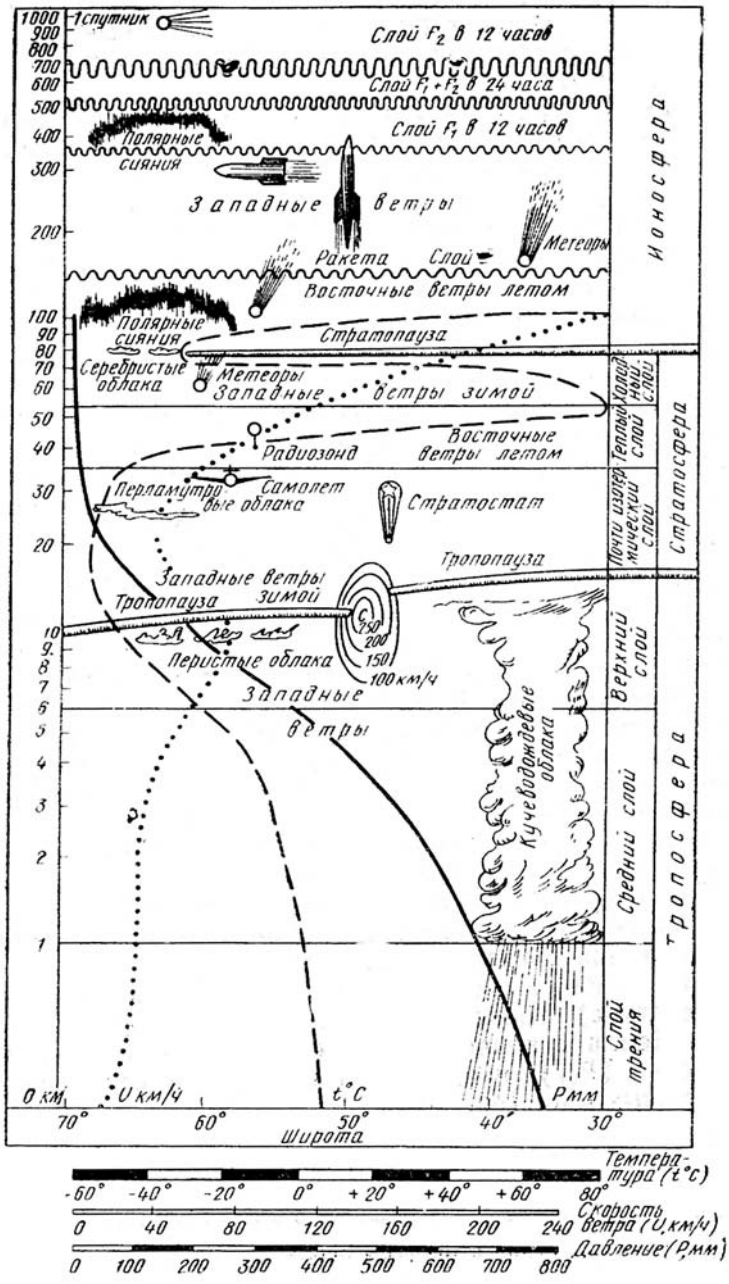
Тропосфера — ближайший к поверхности земли слой атмосферы. Ее толщина около 8—10 км над полюсами, 16—18 км над экватором и изменяется в зависимости от времени года, температуры и характера подстилающей поверхности, а также от характера атмосферных процессов.

Все характеристики тропосферы испытывают суточные и годовые изменения, обусловленные вращением Земли вокруг оси и обращением ее вокруг Солнца. Тропосфера, особенно ее нижняя половина, является слоем, где протекают и развиваются все жизненные биологические процессы. Здесь же в основном проводится в настоящее время и работа парашютистов. В тропосфере сосредоточен почти весь водяной пар и здесь осуществляется непрерывный его круговорот (испарение, конденсация и кристаллизация с облакообразованием). Температура (t), атмосферное давление (P) и плотность (ρ) воздуха понижаются с высотой (температура в среднем на 6,5° С на каждый километр, давление в среднем на 1 мм через каждые 10 м).

Между слоями тропосферы и стратосферы лежит тонкий слой, называемый тропопаузой.

Стратосфера — слой атмосферы над тропопаузой примерно до высоты 82—83 км. Характеризуется более медленным изменением температуры с высотой, чем в тропосфере. Стратосферу подразделяют на нижнюю (до высоты 32—40 км) и верхнюю, простирающуюся от этого уровня до 82—83 км.

Нижняя стратосфера характеризуется зимой (по крайней мере, в средних и высоких широтах) медленным


1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0 км
1спутник
Слой F2 в 12 часов
Слой F1 + F2 в 24 часа
Слой F1 в 12 часов
Полярные сияния
Западные ветры
Ракета
Слой
Метеоры
Восточные ветры летом
Полярные сияния
Стратопауза
Серебристые облака
Метеоры
Западные ветры зимой
Радиозонд
Восточные ветры летом
Перламутровые облака
Самолет
Стратостат
Тропопауза
Западные ветры зимой
Тропопауза
Перистые облака
150
200
250
100 км/ч
Западные ветры
Кучеводождевые облака
Ионосфера
Теплопаузный слой
Почти изотермический слой
Стратосфера
Верхний слой
Средний слой
Слой трения
Тропосфера
U км/ч
t°C
Pмм
70°
60°
50°
40°
30°
Широта
Температура (t°C)
-60° -40° -20° 0° +20° +40° +60° 80°
Скорость ветра (U, км/ч)
0 40 80 120 160 200 240
Давление (P, мм)
0 100 200 300 400 500 600 700 800

понижением температуры с высотой (2° или несколько менее на 1 км), а летом таким же медленным ее ростом. Поэтому нижнюю стратосферу рассматривают как изометрический слой.

Верхняя стратосфера более сложна по термической структуре, так как включает в себя слой с повышенным содержанием озона (O_3) — озоносферу, начинающуюся примерно от 17—20 км и простирающуюся до 50—55 км. Сильное поглощение озоном ультрафиолетовой радиации солнца обусловливает значительное повышение температуры, особенно в верхней ее части (примерно от 35 до 55 км) до максимального значения около 80° С на высоте приблизительно 55 км. Выше начинается постоянное понижение температуры (в среднем 4,4° С на каждый километр). В результате на высоте 82—83 км температура достигает примерно —35° С. На верхней границе этого холодного слоя плавают серебристые облака, что говорит о начале (уже в ионосфере) устойчивого роста температуры воздуха с высотой.

Ионосфера — слой атмосферы, расположенный на высоте примерно от 80 до 500 км и содержащий большое количество заряженных электричеством частичек, называемых ионами. Это ионизированные молекулы и атомы атмосферных газов и свободные электроны. Они создают очень высокую проводимость воздуха, что ведет к преломлению, отражению, поглощению и поляризации радиоволн. В частности, это обусловливает слышимость радиосигналов даже незначительной мощности на большие расстояния.

В ионосфере наблюдаются полярные сияния, свечения ночного неба, а также магнитные бури.

Температура в ионосфере растет с высотой до очень больших значений, что обусловлено высокими скоростями движения ионизированных молекул и атомов атмосферных газов и свободных электронов (кинетическая температура). Ниже приводится схема строения атмосферы Земли с кривыми изменения температуры (t° С), давления ($P_{ст}$), направления и скорости перемещения воздушных масс (рис. 3).

Рис. 3. Схема строения атмосферы Земли

Стандартная атмосфера

Температура и давление, а следовательно, и плотность воздуха, окружающего земной шар, зависят от ряда факторов.

Чем больше высота, тем меньше вес столба выше расположенного воздуха, а значит, меньше давление. Это обстоятельство используется при измерении в полете высоты барометрическим высотомером: та или иная высота соответствует определенному давлению воздуха.

Уменьшение давления сопровождается и уменьшением плотности ($P=286\ \rho T$), причем темпы снижения этих показателей по мере увеличения высоты не совпадают, потому что одновременно изменяется и температура воздуха. Температура и давление воздуха на данной высоте зависят от географических координат, времени года и суток, от погоды. В результате многочисленных наблюдений и исследований установлены некоторые средние значения изменения с высотой температуры и давления воздуха, а следовательно, и его плотности, которые приняты в качестве стандартных. Соответствующие данные в виде таблицы стандартной атмосферы широко используются при аэродинамических расчетах, градуировке авиационных приборов и т. д.

Таблица стандартной атмосферы

Высота H, м	Температура t°C	Массовая плотность воздуха, ρ, кг/м²	Давление P, $\frac{кг \cdot с^2}{м^4}$	Относительное давление P/P_0	Относительная плотность ρ/ρ_0	Скорость звука на данной высоте a	
						м/с	км/ч
1	2	3	4	5	6	7	8
0	15,00	10332	0,1249	1,000	1,000	340,4	1225
500	11,75	9734	0,1190	0,942	0,953	338,5	1219
1000	8,50	9165	0,1134	0,887	0,907	336,6	1211
1500	5,25	8622	0,1079	0,835	0,864	334,6	1204
2000	2,00	8106	0,1026	0,785	0,882	332,7	1197
2500	—1,25	7615	0,0976	0,737	0,781	330,7	1190
3000	—4,50	7149	0,0927	0,692	0,742	328,7	1183
3500	—7,75	6706	0,0880	0,649	0,705	326,7	1175
4000	—11,00	6286	0,0835	0,608	0,669	324,7	1168
4500	—14,25	5887	0,0792	0,570	0,634	322,7	1161
5000	—17,50	5508	0,0751	0,533	0,601	320,7	1154
5500	—20,75	5150	0,0711	0,498	0,569	318,6	1146

1	2	3	4	5	6	7	8
6000	—24,00	4811	0,0673	0,466	0,539	316,6	1139
6500	—27,25	4490	0,0636	0,435	0,509	314,5	1132
7000	—30,50	4187	0,0601	0,405	0,481	312,4	1125
7500	—33,75	3901	0,0568	0,378	0,454	310,3	1117
8000	—37,00	3630	0,0536	0,351	0,429	308,2	1110
8500	—40,25	3375	0,0505	0,327	0,404	306,1	1102
9000	—43,50	3135	0,0476	0,303	0,381	303,9	1094
9500	—46,75	2909	0,0448	0,282	0,358	301,8	1086
10000	—50,00	2696	0,0421	0,261	0,337	299,6	1078
10500	—53,25	2496	0,0395	0,242	0,317	297,4	1070
11000	—56,50	2308	0,0371	0,223	0,297	295,2	1063
11500	—56,50	2133	0,0343	0,206	0,275	295,2	1063
12000	—56,50	1971	0,0317	0,191	0,254	296,2	1063
12500	—56,50	1822	0,0293	0,176	0,235	295,2	1063
13000	—56,50	1684	0,0271	0,163	0,217	295,2	1063
13500	—56,50	1556	0,0250	0,151	0,200	295,2	1063
14000	—56,50	1438	0,0231	0,139	0,185	295,2	1063
14500	—56,50	1329	0,0214	0,129	0,171	295,2	1063
15000	—56,50	1229	0,0197	0,119	0,158	295,2	1063
15500	—56,50	1135	0,0183	0,110	0,146	295,2	1063
16000	—56,50	1049	0,0169	0,102	0,135	295,2	1063
16500	—56,50	969	0,0156	0,094	0,125	295,2	1063
17000	—56,50	896	0,0144	0,087	0,115	295,2	1063
17500	—56,50	828	0,0133	0,080	0,107	295,2	1063
18000	—56,50	756	0,0123	0,074	0,099	295,2	1063
18500	—56,50	707	0,0114	0,068	0,091	295,2	1063
19000	—56,50	654	0,0105	0,063	0,084	295,2	1063
19500	—56,50	604	0,0097	0,058	0,078	295,2	1063
20000	—56,50	558	0,0097	0,054	0,072	295,2	1063
21000	—56,50	477	0,0077	0,046	0,061	295,2	1063
22000	—56,50	407	0,0065	0,039	0,052	295,2	1063
23000	—56,50	348	0,0056	0,034	0,045	295,2	1063
24000	—56,50	297	0,0048	0,029	0,038	295,2	1063
25000	—56,50	254	0,0041	0,025	0,033	295,2	1063

Как видно из таблицы, на уровне моря (или у поверхности земли) стандартными атмосферными условиями являются: температура $t=+15°\,C$ ($T=288$ абс), барометрическое давление $P=10332$ кг/м² и плотность воздуха $\rho\approx 0{,}125$ кг·с²/м⁴.

В нижнем слое земной атмосферы — тропосфере, которая в стандартных условиях простирается до высоты $H=11$ км, температура по мере подъема уменьшается на 6,5° С на каждый километр высоты. Выше, где начинается стратосфера, температура до высоты 25—30 км считается постоянной и равной —56,5° С. Стандартные характеристики атмосферы для больших высот в нашем случае не нужны. Но следует упомянуть, что согласно

данным исследований атмосферы с высоты 25—30 км температура начинает возрастать, достигая на высотах около 50 км величины, близкой к 0° С. Далее начинается новое понижение температуры, и на высоте 70—90 км она равна приблизительно —75° С. Выше 90 км температура опять начинает повышаться, становясь на высоте 200 км более +500° С.

Уменьшение плотности воздуха с высотой означает увеличение средней длины свободного пробега молекул. У земли эта длина составляет около 0,1 микрона, а на высоте 200 км выражается сотнями метров.

Если для высот, исчисляемых немногими десятками километров, длины свободного пробега молекул настолько малы, что можно рассматривать воздух как сплошную среду, то на высотах более 100 км эти длины становятся соизмеримыми с длиной летательного аппарата или даже могут быть значительно больше. В таких условиях воздушная среда практически состоит из свободных молекул, то есть таких, воздействие которых на летательный аппарат почти не связано с их взаимодействием между собой. Как показали теоретические исследования, некоторые особенности аэродинамики, связанные с увеличением длины свободного пробега молекул, могут проявляться уже при полетах на высотах более 40 км.

Глава II.
АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ СИЛЫ КРЫЛА

Геометрические характеристики крыла

Величина и направление аэродинамических сил, действующих на крыло, определяются его геометрическими характеристиками — формой профиля, очертанием в плане, формами передней и задней кромок.

Профилем крыла называется форма поперечного сечения крыла. По форме профиля крылья бывают симметричные и несимметричные. К симметричным относятся двояковыпуклые профили, к несимметричным — двояковыпуклые, плосковыпуклые, вогнуто-выпуклые и пр. (рис. 4).

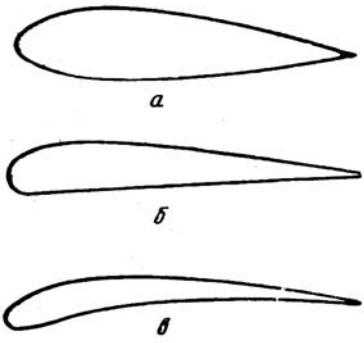


Рис. 4. Профили крыла: *а* — двояковыпуклый симметричный; *б* — плосковыпуклый несимметричный; *в* — вогнуто-выпуклый несимметричный

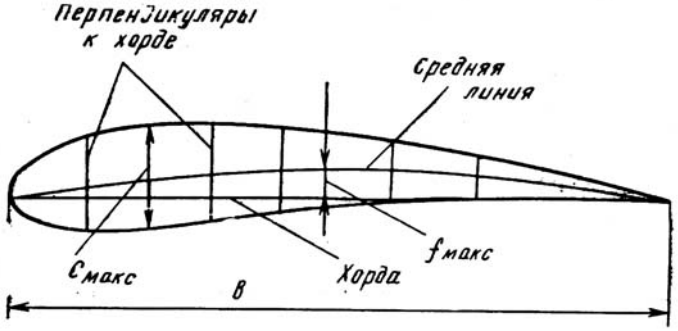


Рис. 5. Кривизна профиля крыла

Основными параметрами профиля крыла являются длина хорды (b), относительная толщина ($\bar{C}$) и относительная кривизна ($\bar{f}$) (рис. 5).

Хордой профиля крыла называется отрезок прямой, соединяющий крайние точки ребра атаки и ребра обтекания (измеряется в метрах).

Относительной толщиной профиля крыла ($\bar{C}$) называется отношение максимальной толщины ($C_{макс}$) к длине хорды, выраженное в процентах:

$$\bar{C} = \frac{C_{макс}}{b} \cdot 100\ \%.$$

Относительная толщина профилей крыла составляет 8—16%. Профили, имеющие относительную толщину до 8%,— тонкие, от 8 до 12% — средние, свыше 12% — толстые. Планирующие парашюты имеют, как правило, толстый профиль.

Относительной кривизной профиля крыла ($\bar{f}$) называется отношение максимальной кривизны ($f_{макс}$) к хорде, выраженное в процентах:

$$\bar{f} = \frac{f_{макс}}{b} \cdot 100\ \%.$$

Кривизной профиля крыла называется расстояние между хордой и средней линией профиля.

Средней линией профиля крыла называется линия, соединяющая середины отрезков профиля, перпендикулярных к хорде (см. рис. 5). Увеличение толщины и кривизны профиля крыла до определенных величин и смещения вперед, к ребру атаки, максимальной толщины и максимальной кривизны повышает несущие свойства крыла, однако одновременно вызывает и увеличивает сопротивления.

Крылья с толстым профилем и относительной кривизной до 2% применяются на относительно небольших скоростях.

По форме в плане крылья бывают прямоугольные, трапециевидные, эллипсовидные, стреловидные и др. (рис. 6).

Лучшими аэродинамическими характеристиками обладают эллипсовидные крылья, но по техническим причинам они широкого распространения не получили. Прямоугольное крыло по сравнению с другими формами крыльев имеет худшие аэродинамические характеристики, однако обладает и некоторыми преимуществами: простота изготовления, лучшая устойчивость на больших углах атаки, так как срыв потока у него начинается не на консолях, а в корневой части крыла.

Форма крыла характеризуется размахом, площадью и удлинением.

Размахом крыла (l) называется расстояние между крайними точками консолей крыла в направлении, перпендикулярном его хорде.

Площадью крыла (S) называется площадь, ограниченная его контуром, которая определяется по формуле

$$S = l \cdot b.$$

Удлинением крыла (λ) называется отношение размаха крыла к хорде $\lambda = \frac{l}{b}$. Удлинение крыла оказывает

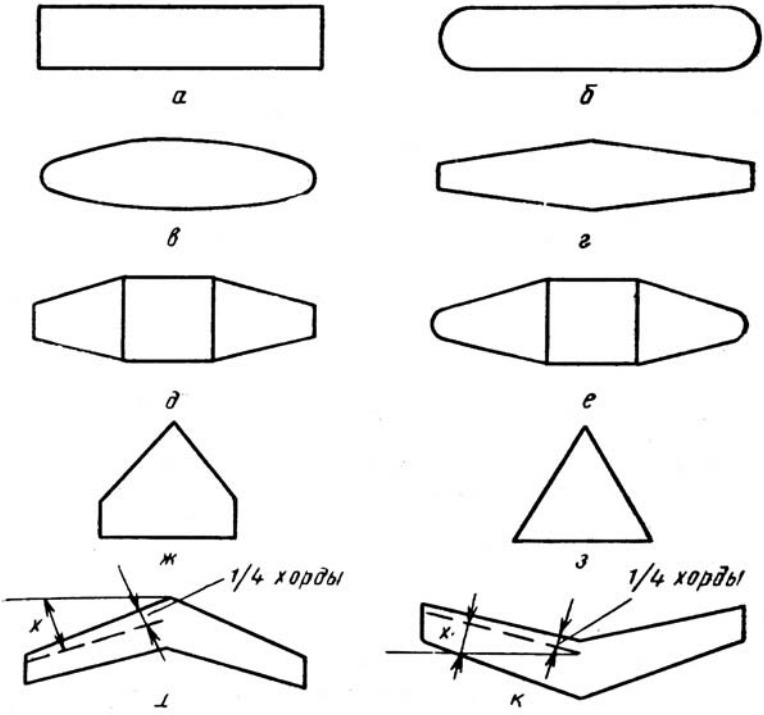


Рис. 6. Формы крыла в плане: *а* — прямоугольная; *б* — прямоугольная с закругленными концами; *в* — эллиптическая; *г* — трапециевидная без центроплана; *д* — трапециевидная с центропланом; *е* — трапециевидная с закруглением на концах; *ж* — дельтавидная; *з* — треугольная; *и* — стреловидная с прямой стреловидностью; *к* — стреловидная с обратной стреловидностью

существенное влияние на величину индуктивного сопротивления и поперечную устойчивость: с его увеличением индуктивное сопротивление уменьшается, а поперечная устойчивость улучшается.

Вид крыла характеризуется поперечным углом крыла (Ψ). Это угол, заключенный между поперечной осью и нижним или верхним очертанием крыла (рис. 7).

Кроме того, для улучшения аэродинамических характеристик крылья бывают с геометрической или аэродинамической круткой. **Геометрически** крученым называ-

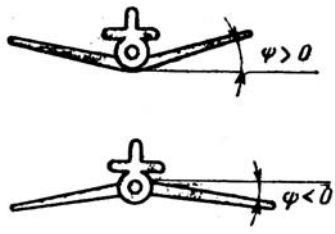


Рис. 7. Поперечный угол крыла

ется крыло, хорды которого не находятся в одной плоскости.

Аэродинамически крученым называется такое крыло, которое набрано из различных профилей.

Аэродинамический спектр и его элементы

При движении тела в воздухе последний стремится затормозить это движение и, наоборот, при обтекании неподвижного тела воздушным потоком возникает сила, стремящаяся сдвинуть тело с места и сообщить ему движение. Силовое действие воздушного потока на тело называется **аэродинамической силой.**

Величина аэродинамической силы не зависит от того, движется ли тело с некоторой скоростью в воздушном потоке или же оно неподвижно, а на него с той же скоростью набегает поток воздуха. Этот принцип называется обратимостью движения, он широко используется для проведения исследований в лабораторных условиях с помощью аэродинамических труб.

Величина аэродинамической силы зависит от характера обтекания тела воздухом. Картина обтекания тела воздухом называется **аэродинамическим спектром.** Он состоит из следующих элементов (рис. 8):

невозмущенного воздушного потока, струйки которого не деформированы присутствующим в нем телом;

возмущенного воздушного потока, струйки которого деформированы присутствующим в нем телом.

Пограничный слой — слой воздуха, в котором скорость движения частиц изменяется от нуля до скорости движения частиц невозмущенного потока. Частицы воздуха в этом слое заторможены силами внутреннего трения, то есть проявляется такое физическое свойство воздуха, как **вязкость.** Вне пограничного слоя в потенци-

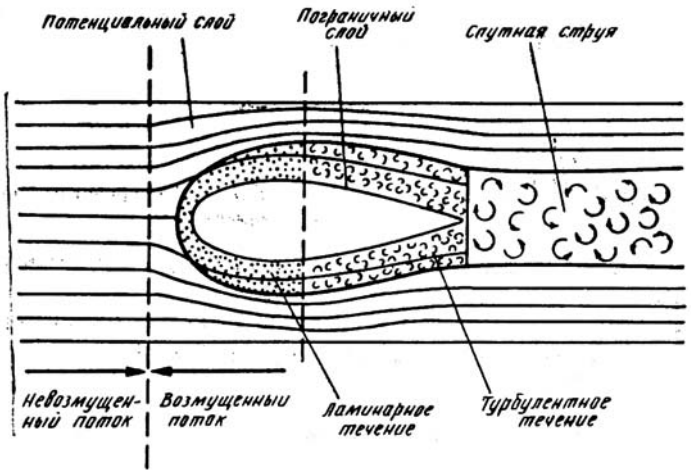


Рис. 8. Основные элементы аэродинамического спектра и виды течений воздуха в пограничном слое

альном потоке влияние вязкости практически отсутствует.

Этот слой очень тонок — его толщина измеряется миллиметрами, причем она постепенно нарастает от передней части тела к задней. Позади тела пограничный слой переходит в спутную струю (след) — приторможенную область потока, заполненную мелкими вихорьками, которая по мере удаления постепенно размывается и исчезает.

Внутри пограничного слоя не все частицы заторможены одинаково: чем ближе они к поверхности тела, тем меньше их скорость. Частицы воздуха на самой поверхности тела прилипают к ней и вовсе не обладают скоростью.

По характеру течения воздуха пограничные слои делятся на два типа: **ламинарный и турбулентный.** В ламинарном пограничном слое отдельные струйки воздуха движутся все время параллельно поверхности тела, не приближаясь и не удаляясь. В турбулентном пограничном слое вместо тонкого упорядоченного движения наблюдается непрерывное перемешивание струек, приближение их к поверхности тела и удаление от нее. В связи с этим, как показано на рис. 9, распределение

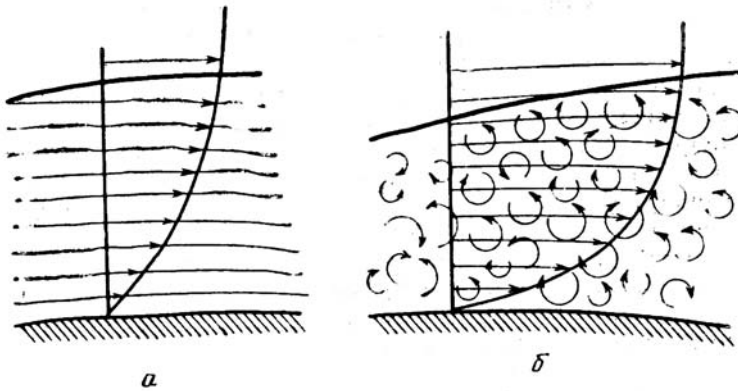


Рис. 9. Типы пограничного слоя: *а* — ламинарный; *б* — турбулентный

по толщине пограничного слоя оказывается иным, чем при ламинарном течении: «быстрые» струйки, попадающие при перемешивании из внешней части пограничного слоя к поверхности тела, повышают здесь скорость течения. Поэтому градиент скорости у поверхности тела в турбулентном пограничном слое больше, чем в ламинарном.

Структура пограничного слоя зависит от ряда факторов: скорости потока, температуры и давления воздуха, состояния поверхности тела, распределения давления по его поверхности и др.

На некотором расстоянии от передней кромки пограничный слой переходит из ламинарного в турбулентное состояние (см. рис. 8). Чем больше скорость, тем ближе к передней кромке точка перехода.

Турбулизации пограничного слоя способствуют шероховатость и различные неровности поверхности тела, а также пульсация (турбулентность) потока, набегающего на тело.

Исследования показали, что на тех участках поверхности тела, где скорость вдоль струек основного потока нарастает (то есть давление согласно закону Бернулли падает), ламинарный пограничный слой, при наличии других благоприятных условий (гладкая поверхность, отсутствие пульсации потока), может не турбулизироваться даже при очень больших скоростях. В результате наблюдения установлено, что даже при турбулентности пограничного слоя в непосредственной близости

от поверхности тела всегда имеется **ламинарный подслой,** толщина которого выражается десятыми или даже сотыми долями миллиметра. Таким образом, какого бы типа пограничный слой ни был, движение воздуха у самой поверхности тела всегда ламинарное. Однако в ламинарном подслое турбулентного слоя градиент скорости значительно больше, чем в нижней части целиком ламинарного пограничного слоя, так как подслой сверху соприкасается с турбулентным потоком (см. рис. 8), имеющим даже вблизи тела значительную скорость.

Вследствие этого **сила трения,** пропорциональная градиенту скорости и имеющая поэтому наибольшее значение у самой поверхности тела, **при турбулентном пограничном слое в несколько раз больше, чем при ламинарном.** Поэтому иногда целесообразно принимать меры для предупреждения перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный или, по крайней мере, для получения возможно более отдаленного положения точки этого перехода.

Потенциальный слой — слой воздуха, в котором не проявляются силы внутреннего трения. Это основной поток, при помощи которого образуются аэродинамические силы.

Спутная струя (след) — завихренный воздушный поток, сбегающий с обтекаемого тела и движущийся вслед за ним.

Взаимодействие между пограничн. и потенциальным (основным) слоями

Пограничный слой оказывает некоторое воздействие на потенциальный (основной) слой. В свою очередь, основной слой может влиять на пограничный. Можно назвать ряд важных явлений. характеризующих это взаимодействие.

1. Заторможенный пограничный слой как бы увеличивает толщину обтекаемого тела, особенно в задней его части, уменьшая тем самым сечение струек потенциального (основного) слоя, проходящих поблизости.

2. Если вдоль струек потенциального слоя наблюдается нарастание давления, связанное с понижением скорости, или, что то же самое, уменьшение разряжения, то это усиливает торможение частиц в пограничном слое.

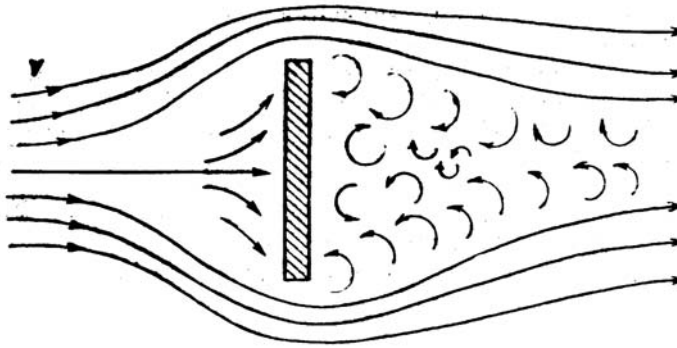


Рис. 10. Спектр обтекания плоской пластины

Сильное нарастание давления может в конце концов не только остановить частицы в пограничном слое, но и создать возвратное движение у поверхности, которое вызывает отрыв пограничного слоя, а следовательно, и срыв потока. Срыв потока бывает с верхней поверхности крыла при достаточно больших углах атаки, с задней поверхности плохо обтекаемых тел (например, шара) и т. д.

Ввиду того, что средняя скорость в турбулентном пограничном слое выше, чем в ламинарном (см. рис. 8), последний обладает меньшей кинетической энергией, потому более склонен к остановке и отрыву. Вот почему ламинарный пограничный слой, выгодный в отношении силы трения, может оказаться невыгодным в отношении срыва потока. Поэтому на некоторых самолетах применяются специальные турбулизаторы, или завихрители потока.

По своему характеру аэродинамические спектры подразделяются на плавные и вихревые, симметричные и несимметричные. Так, у плоской пластинки, расположенной перпендикулярно к потоку, спектр будет симметричным и вихревым (рис. 10). Аэродинамический спектр каплевидного тела, расположенного так, что ось симметрии совпадает с направлением потока, является симметричным и плавным (см. рис. 8).

Тела, имеющие плавный спектр обтекания, называются удобообтекаемыми. Спектры обтеканий плоской пластинки, расположенной под углом к набегающему потоку, и симметричного удобообтекаемого тела, распо-

ложенного аналогично, являются несимметричными и вихревыми.

При обтекании несимметричных тел спектры будут несимметричные. С помощью аэродинамического спектра можно установить, где струйки сужаются, а где расширяются. Зная это, на основании закона постоянства секундного расхода воздуха можно определить, где скорость больше и где она меньше. Применяя закон Бернулли, можно установить, где давление больше, а где оно меньше, и исходя из этого судить о направлении аэродинамических сил.

Основной закон сопротивления воздуха

Рассматривая аэродинамические спектры плоской пластинки и каплевидного тела, можно установить, что вследствие торможения перед телом скорость потока уменьшается, а давление увеличивается. Степень его увеличения зависит от формы передней части тела. Перед плоской пластинкой давление больше, чем перед каплевидным телом. За телом, вследствие разрежения, давление уменьшается, при этом у плоской пластинки на бо́льшую величину по сравнению с каплевидным телом.

Таким образом, перед телом и за ним образуется разность давлений, в результате чего создается аэродинамическая сила, называемая **сопротивлением давления.** Кроме этого, из-за трения воздуха в пограничном слое возникает аэродинамическая сила, которая называется **сопротивлением трения.**

При симметричном обтекании тела сопротивление давления и сопротивление трения направлены в сторону, противоположную движению тела, и вместе составляют силу лобового сопротивления.

Опытами установлено, что аэродинамическая сила зависит от скорости потока, массовой плотности воздуха, формы и размеров тела, положения его в потоке и состояния поверхности.

При повышении скорости набегающего потока его кинетическая энергия, которая пропорциональна квадрату скорости, увеличивается. Поэтому при обтекании плоской пластины, направленной перпендикулярно потоку, с увеличением скорости давление в передней час-

ти ее возрастает, так как бо́льшая часть кинетической энергии потока при торможении переходит в потенциальную энергию давления. При этом за пластинкой давление еще больше уменьшается, так как из-за увеличения инертности струи увеличивается протяженность области пониженного давления. Таким образом, при повышении скорости потока из-за увеличения разности давления перед телом и за ним пропорционально квадрату скорости возрастает аэродинамическая сила сопротивления.

Ранее было установлено, что плотность воздуха характеризует инертность его: чем больше плотность, тем больше инертность. Для движения тела в более инертном, а следовательно, в более плотном воздухе требуется приложить больше усилий для сдвига частиц воздуха, а это значит, что и воздух будет с большей силой воздействовать на тело. Следовательно, чем выше плотность воздуха, тем больше аэродинамическая сила, действующая на движущееся тело.

В соответствии с законами механики величина аэродинамической силы пропорциональна площади сечения тела, перпендикулярного к направлению действия данной силы. Для большинства тел таким сечением является наибольшее поперечное сечение, называемое **миделем**, а для крыла — площадь его в плане.

Форма тела влияет на характер аэродинамического спектра (скорость струек, обтекающих данное тело), а следовательно, и на разность давлений, что определяет величину аэродинамической силы. При изменении положения тела в воздушном потоке изменяется его спектр обтекания, что влечет за собой изменение величины и направления аэродинамических сил.

Тела, имеющие менее шероховатую поверхность, испытывают меньшие силы трения, так как на большей части поверхности их пограничный слой имеет ламинарное течение, в котором сопротивление трения меньше, чем в турбулентном.

Таким образом, если влияние формы и положения тела в потоке, степень обработки его поверхности учесть поправочным коэффициентом, который называется **аэродинамическим коэффициентом**, то можно сделать вывод, что аэродинамическая сила прямо пропорциональна своему коэффициенту, скоростному напору и площади миделя тела (у крыла — его площади).

Если обозначить полную аэродинамическую силу сопротивления воздуха буквой R, аэродинамический коэффициент ее — C_R, скоростной напор — q, а площадь крыла — S, то формулу сопротивления воздуха можно записать следующим образом:

$$R = C_R \cdot q \cdot S,$$

а так как скоростной напор равен $\frac{\rho V^2}{2}$, формула будет иметь вид:

$$R = C_R \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S.$$

Приведенная формула силы сопротивления воздуха является основной, так как по аналогичным ей формулам можно определить величину любой аэродинамической силы, заменив только обозначение силы и ее коэффициента.

Полная аэродинамическая сила и ее составляющая

Поскольку кривизна крыла сверху больше, чем снизу, то при встрече его с воздушным потоком согласно закону постоянства секундного расхода воздуха, местная скорость обтекания крыла вверху больше, чем внизу, а у ребра атак она резко уменьшается и в отдельных точках падает до нуля. Согласно закону Бернулли перед крылом и под ним возникает область повышенного давления; над крылом и за ним возникает область пониженного давления. Кроме того, вследствие вязкости воздуха возникает сила трения в пограничном слое. Картина распределения давлений по профилю крыла зависит от положения крыла в воздушном потоке, для характеристики которого пользуются понятием **«угол атаки»**.

Углом атаки крыла (α) называется угол, заключенный между направлением хорды крыла и набегающим потоком воздуха или направлением вектора скорости полета (рис. 11).

Распределение давления по профилю изображается в виде векторной диаграммы. Для ее построения вычерчивают профиль крыла, размечают на нем точки, в ко-

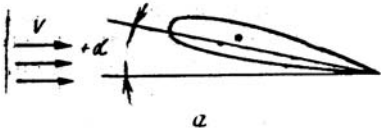


Рис. 11. Угол атаки крыла: *а* — $\alpha>0$; *б* — $\alpha=0$; *в* — $\alpha<0$

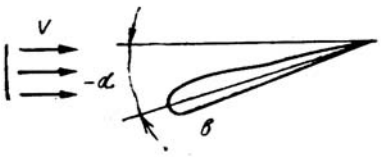
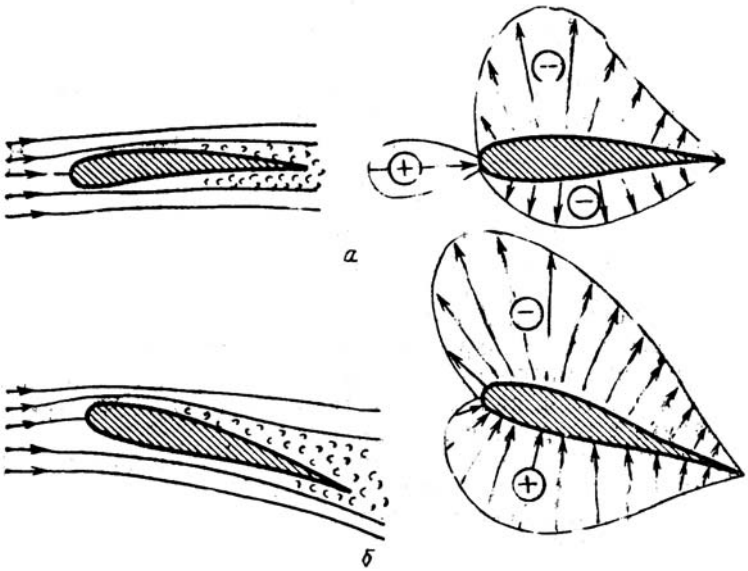


Рис. 12. Аэродинамические спектры крыла и распределение давления по профилю: *а* — на малых углах атаки; *б* — на больших углах атаки



торых измерялось давление, и от этих точек векторами откладывают величины избыточных давлений. Если в данной точке давление пониженное, то стрелку вектора направляют от профиля, если же давление повышенное, то к профилю. Концы векторов соединяют общей линией. На рис. 12 изображена картина распределения давлений по профилю крыла на малых и больших углах атаки. Из нее видно, что наибольшее разрежение получается на верхней поверхности крыла в месте максимального сужения струек. При угле атаки, равном нулю, наибольшее разрежение будет в месте наибольшей толщины профиля. Под крылом также происходит сужение струек, в результате чего и там будет зона разрежения, но меньшая, чем над крылом. Перед носком крыла — область повышенного давления.

При увеличении угла атаки зона разрежения смещается к ребру атаки и значительно увеличивается. Это происходит потому, что место наибольшего сужения струек перемещается к ребру атаки. Под крылом частицы воздуха, встречая нижнюю поверхность крыла, притормаживаются, в результате чего давление повышается.

Каждый вектор избыточного давления, изображенный на диаграмме, представляет собой силу, действующую на единицу поверхности крыла, то есть каждая стрелка обозначает в определенном масштабе величину избыточного давления, или разность между местным давлением и давлением в невозмущенном потоке:

$$P_{\text{изб}} = P_{\text{мест}} - P.$$

Просуммировав все векторы, можно получить аэродинамическую силу без учета сил трения. Данная сила с учетом силы трения воздуха в пограничном слое составит полную аэродинамическую силу крыла. Таким образом, полная аэродинамическая сила (R) возникает по причине разности давлений перед крылом и за ним, под крылом и над ним, а также в результате трения воздуха в пограничном слое.

Точка приложения полной аэродинамической силы находится на хорде крыла и называется центром давления (ЦД). Поскольку полная аэродинамическая сила действует в сторону меньшего давления, то она будет направлена вверх и отклонена назад.

В соответствии с основным законом сопротивления

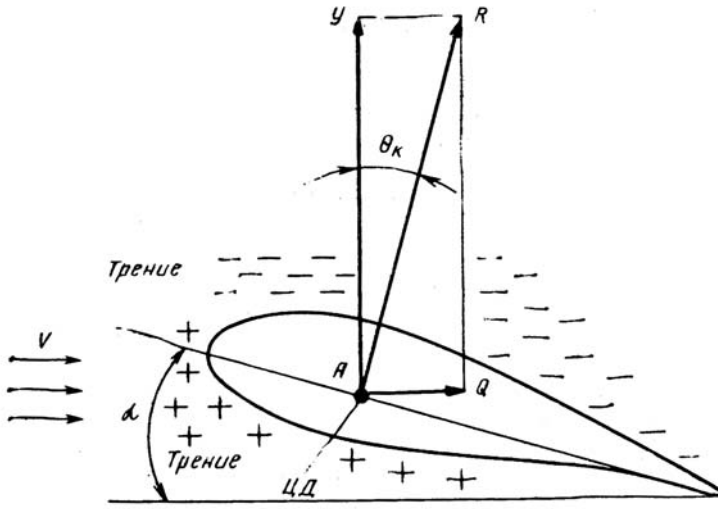


Рис. 13. Разложение полной аэродинамической силы крыла на составляющие

воздуха полная аэродинамическая сила выражается формулой:

$$R = C_R \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S.$$

Полную аэродинамическую силу принято рассматривать как геометрическую сумму двух составляющих: одна из них, Y, перпендикулярная невозмущенному потоку, называется **подъемной силой**, а другая, Q, направленная противоположно движению крыла, называется **силой лобового сопротивления.**

Каждую из этих сил можно рассматривать как алгебраическую сумму двух слагаемых: силы давления и силы трения. Для подъемной силы практически можно пренебречь вторым слагаемым и считать, что она является только силой давления. Сопротивление же нужно рассматривать как сумму сопротивления давления и сопротивления трения (рис. 13).

Угол, заключенный между векторами подъемной силы и полной аэродинамической силы, называется углом качества ($\theta_к$).

Подъемная сила крыла

Подъемная сила (Y) создается за счет разности средних давлений снизу и сверху крыла.

При обтекании несимметричного профиля скорость потока над крылом больше, чем под крылом, вследствие большей кривизны верхней поверхности крыла и, в соответствии с законом Бернулли, давление сверху оказывается меньше, чем снизу.

Если профиль крыла симметричный и угол атаки равен нулю, то обтекание является симметричным, давление над крылом и под ним одинаковое и подъемной силы не возникает (рис. 14). Крыло симметричного профиля создает подъемную силу только при отличном от нуля угле атаки.

Отсюда следует, что величина подъемной силы равна произведению разности избыточных давлений под крылом ($P_{\text{изб. нижн}}$) и над ним ($P_{\text{изб. верхн}}$) на площадь крыла:

$$Y = (P_{\text{изб. нижн}} - P_{\text{изб. верхн}}) \cdot S.$$

После некоторых преобразований формула подъемной силы будет иметь вид:

$$Y = C_Y \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S.$$

C_Y — коэффициент подъемной силы, который определяется опытным путем при продувке крыла в аэродинамической трубе. Величина его зависит: 1 — от формы крыла, которая принимает главное участие в создании подъемной силы; 2 — от угла атаки (ориентировка крыла относительно потока); 3 — от степени обработки крыла (отсутствие шероховатостей, целостность материала и пр.)

Если по данным продувки крыла несимметричного профиля в аэродинамической трубе на различных углах атаки построить график, то он будет выглядеть следующим образом (рис. 15).

Из него видно, что:

1. При некотором отрицательном значении угла атаки коэффициент подъемной силы равен нулю. Это угол атаки нулевой подъемной силы и обозначается он α_0.

2. С увеличением угла атаки до некоторого значения

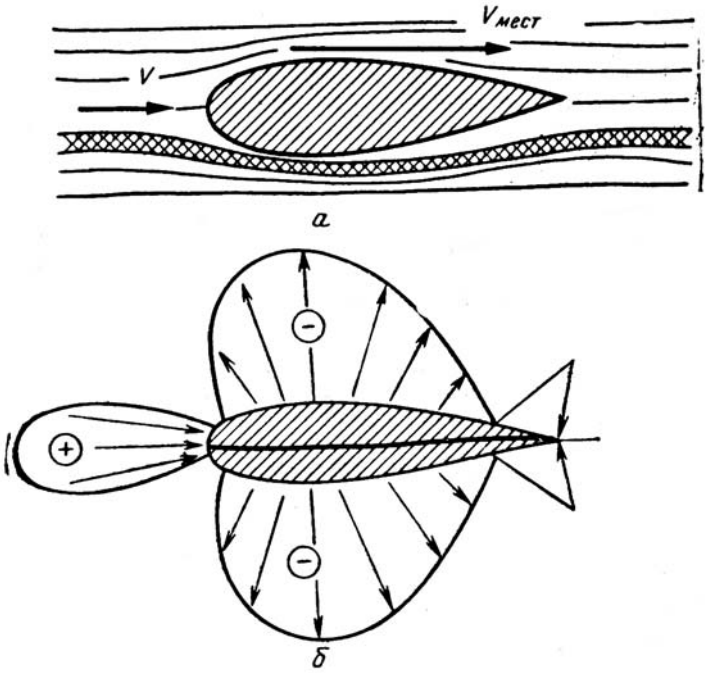


Рис. 14. Обтекание крыла дозвуковым потоком: *а* — спектр обтекания (пограничный слой не показан); *б* — распределение давления (картина давления)

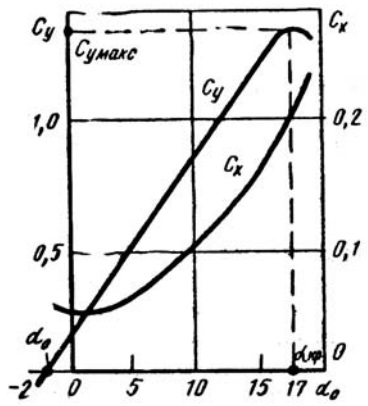


Рис. 15. График зависимости коэффициента подъемной силы и коэффициента лобового сопротивления от угла атаки.

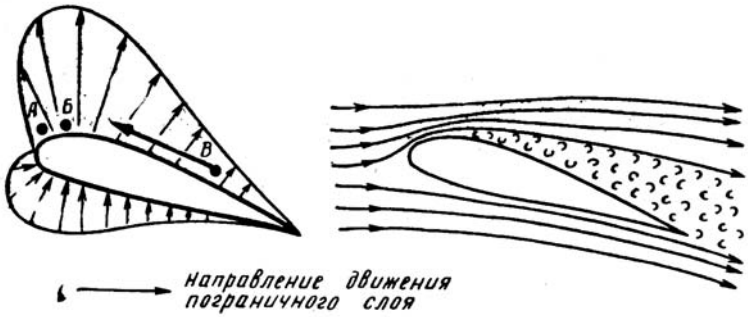


Рис. 16. Срыв потока на закритических углах атаки: в точке А давление больше, чем в точке Б, а в точке В давление больше, чем в точках А и Б

коэффициент подъемной силы возрастает пропорционально (по прямой линии), после некоторого значения угла атаки прирост коэффициента подъемной силы уменьшается, что объясняется образованием завихрений на верхней поверхности.

3. При определенном значении угла атаки коэффициент подъемной силы достигает максимального значения. Этот угол называется критическим и обозначается $\alpha_{кр}$. Затем при дальнейшем увеличении угла атаки коэффициент подъемной силы уменьшается, что происходит из-за интенсивного срыва потока с крыла, вызванного движением пограничного слоя против движения основного потока (рис. 16).

Диапазон эксплуатационных углов атаки составляют углы от α_0 до $\alpha_{кр}$. На углах атаки, близких к критическим, крыло не обладает достаточной устойчивостью и плохо управляется.

Сопротивление трения

Сопротивление трения связано с вязкостью воздуха, которая проявляется в пограничном слое, где и происходит переход механической энергии в тепловую.

Величина сопротивления трения очень сильно зависит от структуры пограничного слоя (ламинарный или турбулентный). Если к тому же поверхность крыла шероховатая, то сопротивление трения при турбулентном

пограничном слое еще более увеличивается. Это объясняется тем, что к силе трения в ламинарном подслое добавляется сопротивление давления бугорков шероховатости, которое условно включается в сопротивление трения. Таким образом, шероховатость поверхности крыла играет двоякую роль: она влияет, во-первых, на положение точки перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный и, во-вторых, на сопротивление трения при турбулентном пограничном слое.

При эксплуатации мягких крыльев необходимо бережно сохранять их гладкую поверхность, чтобы не допустить повышения сопротивления трения, приводящего к снижению технических характеристик.

Сопротивление давления

Сопротивление давления возникает вследствие того, что среднее давление впереди крыла превышает среднее давление сзади него. Величина сопротивления давления равна произведению разности этих средних давлений на площадь миделева сечения (проекция тела на плоскость, перпендикулярную к потоку).

На дозвуковых скоростях полета переход кинетической энергии потока в тепловую, сопровождающий образование сопротивления давления, может быть только вихревым. Вихревое сопротивление связано с возникновением позади тела завихрений, то есть вращательных движений воздуха.

Профильное сопротивление крыла

Сопротивление давления и сопротивление трения вместе составляют профильное сопротивление, величина которого определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = C_{X_{\text{пр}}} \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S,$$

где $C_{X_{\text{пр}}}$ — коэффициент профильного сопротивления крыла.

Величина сопротивления давления зависит от относительной толщины и относительной кривизны профиля крыла, с увеличением которых она возрастает.

На малых углах атаки сопротивление давления изменяется незначительно. Величина сопротивления трения зависит только от степени обработки поверхности крыла.

Индуктивное сопротивление

Индуктивным сопротивлением крыла называется прирост лобового сопротивления давления, связанный с созданием подъемной силы. При дозвуковых скоростях полета образование индуктивного сопротивления объясняется скосом потока, сопутствующим созданию подъемной силы. Если крыло под действием потока создает подъемную силу, направленную вверх, то с такой же силой оно действует на воздух. Под воздействием крыла воздух отбрасывается вниз, то есть приобретает некоторую вертикальную скорость V_Y, пропорциональную силе и обратно пропорциональную массе воздуха, взаимодействующей с крылом в единицу времени. Иными словами, под крылом и над крылом возникает разность давлений, при наличии которой массы воздуха перетекают через консоли из области повышенного давления в область пониженного давления — на крыло, в результате чего образуются концевые вихри (рис. 17). Эти вихри, будучи направлены снизу вверх, вызывают в области крыла опускание всего потока вниз, что приводит к скосу потока.

Когда произойдет скос потока под крылом, подъемная сила крыла отклонится и будет действовать в направлении, перпендикулярном истинному направлению потока, как показано на рис. 18.

Разложив истинную подъемную силу на два направления — перпендикулярно невозмущенному потоку (Y_1) в направлении воздушного потока (Y_2), убеждаемся в том, что горизонтальная проекция истинной подъемной силы совпадает с направлением действия силы сопротивления и увеличивает ее.

Горизонтальная проекция истинной подъемной силы (Y_2) представляет собой индуктивное сопротивление (Q_i), которое возникает из-за скоса потока под крылом при образовании подъемной силы и определяется по формуле

$$Q_i = C_{X_i} \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S,$$

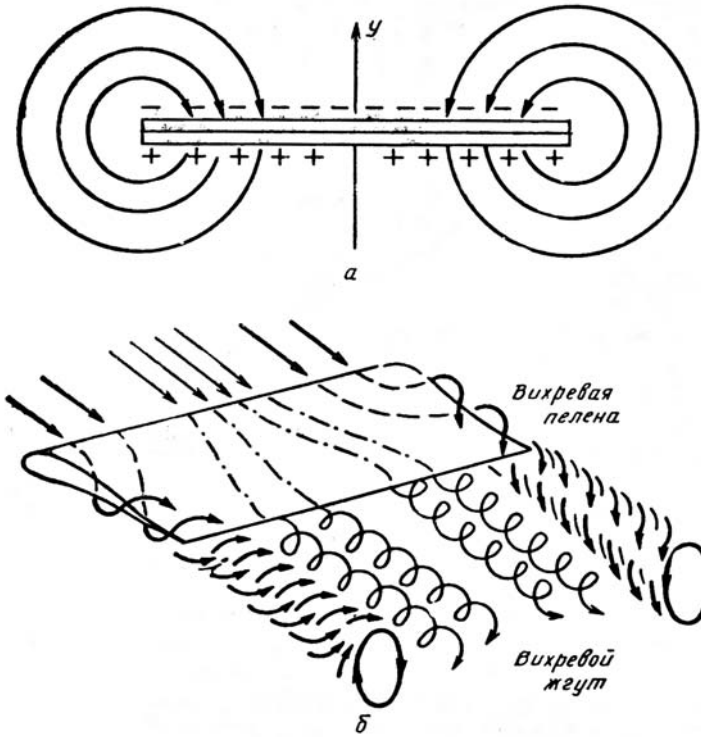


Рис. 17. Обтекание крыла конечного размаха: *а* — перетекание воздушного потока; *б* — образование вихревых жгутов и вихревой пелены

где C_{X_i} — коэффициент индуктивного сопротивления, зависящий от коэффициента подъемной силы (C_Y), формы крыла в плане (А) и удлинения крыла (λ):

$$C_{X_i} = A \cdot \frac{C_Y^2}{\lambda}.$$

Из формулы видно, что с увеличением угла атаки (увеличение C_Y) индуктивное сопротивление возрастает, а с увеличением удлинения крыла уменьшается. Исследования показали, что наибольший скос потока под крылом создает крыло прямоугольной формы, ввиду чего индуктивное сопротивление такого крыла значительно больше, чем крыла другой формы.

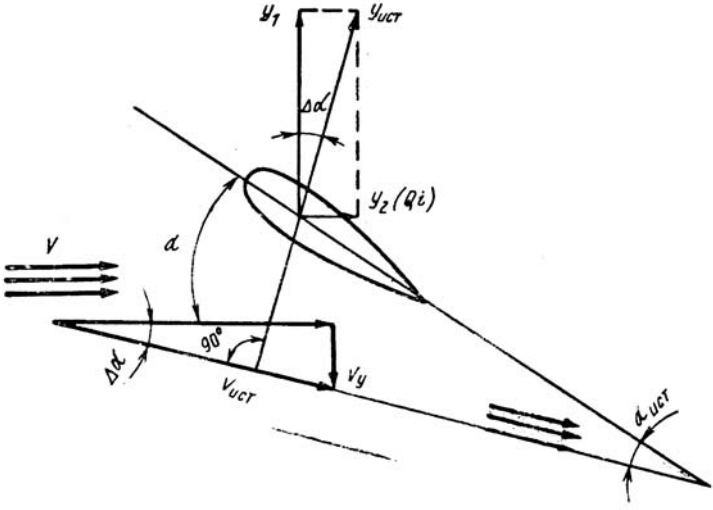


Рис. 18. Образование индуктивного сопротивления

По своей природе индуктивное сопротивление при дозвуковой скорости полета является вихревым. Как видно из рис. 17, при перетекании воздуха через концы крыльев создаются два концевых вихря, оси которых примерно параллельны направлению полета. Эти вихри образуются позади крыла на значительном расстоянии. Попадание крыла (парашютиста) в область концевого вихря другого крыла сопровождается нарушением равновесия (накренение и т. п.). Особенно нежелательно попадание в область вихревого следа впереди идущего крыла на малой высоте, например, при обработке цели, так как нарушение устойчивости, потеря управляемости нередко приводит к увеличению вертикальной скорости, при этом парашютист может получить травму.

На первый взгляд может показаться, что индуктивное сопротивление должно возникать и без скоса потока за счет увеличения миделева сечения при увеличении угла атаки. Действительно, если бы крыло представляло собой бесконечную тонкую плоскую пластину, то равнодействующая сила R была бы перпендикулярна к данной пластинке и имела горизонтальную составляющую — индуктивное сопротивление — даже при отсутствии скоса потока.

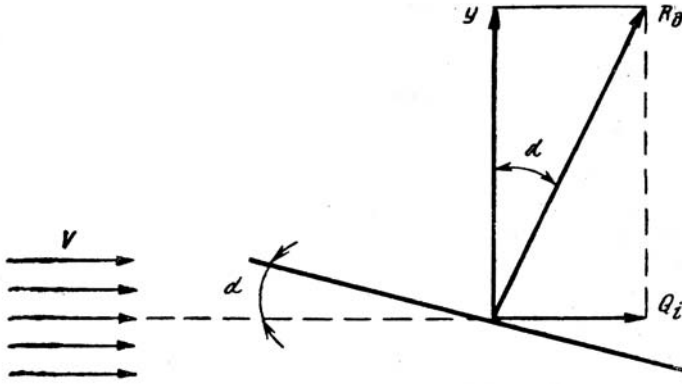


Рис. 19. Индуктивное сопротивление тонкой плоской пластинки

Тогда произошла бы потеря кинетической энергии в связи со срывом потока и вихреобразованием за острой передней кромкой (рис. 19). Чтобы избежать этого, передняя кромка крыльев делается как бы закругленной. При обтекании на увеличенных углах атаки на ее поверхности создается значительное разрежение (см. рис. 12, *б*). Образующаяся при этом подсасывающая сила, направленная вперед, уравновешивает силу, направленную назад. Поэтому индуктивное сопротивление при отсутствии скоса оказывается равным нулю.

Если бы не было подсасывающей силы, то при наличии скоса потока индуктивное сопротивление было бы значительно бо́льшим.

Лобовое сопротивление крыла

Сумма всех рассмотренных видов сопротивления (профильного, индуктивного и др.) составляет полное или лобовое сопротивление крыла и определяется по формуле

$$Q = C_x \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot S,$$

где C_x — коэффициент лобового сопротивления, зависящий от угла атаки, профиля, формы крыла в плане

и степени обработки его поверхности. Если по данным продувки крыла в аэродинамической трубе на различных углах атаки построить график, то он будет выглядеть, как показано на рис. 15. Из него видно, что:

1. Коэффициент лобового сопротивления ни на одном из углов атаки не равен нулю, так как обтекание профиля не может происходить без сопротивления.

2. Коэффициент лобового сопротивления имеет минимальное значение на угле атаки, близком к углу атаки нулевой подъемной силы. Он называется углом атаки минимального сопротивления и обозначается $\alpha c_{x_{мин}}$.

3. При изменении углов атаки в обе стороны от минимального сопротивление увеличивается, но так как коэффициент профильного сопротивления в диапазоне эксплуатационных углов атаки изменяется незначительно, а коэффициент индуктивного сопротивления пропорционален квадрату коэффициента подъемной силы, то увеличение коэффициентов лобового сопротивления происходит в основном за счет роста индуктивного сопротивления.

4. По мере приближения к критическому углу атаки прирост коэффициента лобового сопротивления значительно увеличивается из-за интенсивного срыва потока, и при угле атаки, равном 90°, он достигает максимального значения, так как при этом спектр обтекания крыла аналогичен спектру обтекания плоской пластинки.

При рассмотрении лобового сопротивления крыла в практике применяется еще такое понятие, как **полное сопротивление** системы груз-парашют. Сопротивление, создаваемое грузом, называется вредным. В итоге полное сопротивление системы груз-парашют-крыло равняется:

$$Q_{полн} = Q_{лоб} + Q_{вр}.$$

Если считать, что подъемная сила создается только крылом, то индуктивное сопротивление можно рассматривать как часть сопротивления крыла, причем другую часть образует безындуктивное сопротивление (профильное сопротивление вместе с вредным сопротивлением системы). Последнее создается и силами трения, и давлением, а индуктивное, как и порождающая его подъемная сила,— давлением (рис. 20).

Необходимо отметить, что всякое сопротивление ухудшает аэродинамические и летные характеристики пара-

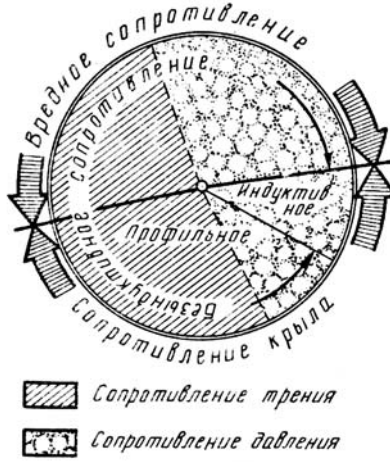


Рис. 20. Составные части лобового сопротивления самолета

шюта-крыла. Поэтому чтобы наиболее полно использовать тактико-технические данные крыла (имеется в виду горизонтальная составляющая скорости планирования), при прыжках на точность приземления костюм парашютиста должен быть удобообтекаемым.

Аэродинамическое качество крыла

Число, показывающее, во сколько раз подъемная сила крыла на данном угле атаки больше силы лобового сопротивления, называется аэродинамическим качеством $K = \frac{Y}{Q} = \frac{C_Y}{C_X}$.

По этой величине судят об аэродинамическом совершенстве крыла и всей системы груз-парашют. Поскольку коэффициенты подъемной силы и лобового сопротивления зависят от угла атаки, то и качество зависит от него. Такая зависимость объясняется картиной распределения давления по крылу. От распределения давления в свою очередь зависит положение точки перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный, что влияет и на величину коэффициента сопротивления трения.

Зависимость C_Y и C_X от α находят с помощью экс-

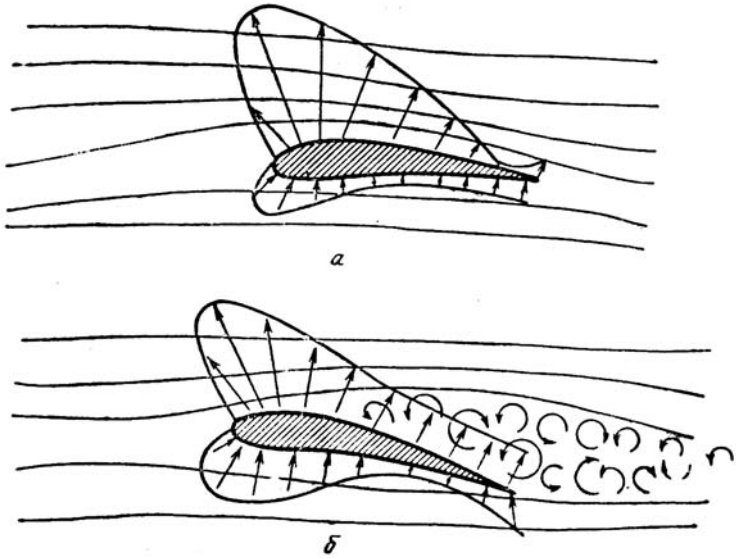


Рис. 21. Спектр обтекания крыла и распределения давления при большом угле атаки: *а* — обтекание без срыва потока; *б* — обтекание со срывом потока

периментов в аэродинамической трубе. Установив определенную скорость потока, замеряют с помощью специальных весов Y и Q модели при различных углах атаки, после чего подсчитывают аэродинамические коэффициенты по формулам:

$$C_Y = \frac{Y}{\frac{\rho V^2}{2} \cdot S}, \quad C_X = \frac{Q}{\frac{\rho V^2}{2} \cdot S}.$$

На рис. 15 показан пример зависимости C_Y и C_X от α на малых скоростях.

При больших углах атаки, как уже говорилось, начинается срыв потока, искажающий картину обтекания и вызывающий некоторое уменьшение средней величины разрежения над крылом (рис. 21), рост C_Y замедляется, а после некоторого угла атаки, называемого критическим ($\alpha_{кр}$), начинается падение C_Y.

Срыв потока во время прыжка обнаруживается по некоторой тряске, мягкое крыло покачивается влево-

вправо, крыло становится не таким жестким, как на меньших углах атаки. Возникновение этих явлений предупреждает парашютиста о том, что угол атаки приближается к критическому. В это время увеличивать угол атаки еще можно, но требуется осторожность, особенно на малой высоте при обработке цели. При угле атаки, равном критическому и больше, мягкое крыло теряет устойчивость, сваливается назад — вправо или влево, и парашютист может получить тяжелую травму.

По мере увеличения угла атаки наблюдается и рост коэффициента C_X, связанный с увеличением сопротивления, вследствие чего уменьшается горизонтальная составляющая скорости. C_X продолжает увеличиваться и после $\alpha_{кр}$, когда роста подъемной силы уже нет.

Поляра крыла

Если по данным значениям C_Y и C_X по углу атаки составить график, то мы получим диаграмму, изображающую зависимость между коэффициентами подъемной силы и лобового сопротивления крыла (груз-парашют и пр.) при разных углах атаки. Такой график называется полярой крыла, или полярной диаграммой потому, что если его построить, взяв для C_Y и C_X равные масштабы, то вектор C_R, проведенный из начала координат в любую точку кривой, представляет собой в соответствующем масштабе величину аэродинамической силы для данного угла атаки.

На рис. 22 показан вид поляры мягкого крыла типа По-9. На ней можно отметить следующие точки:

1. Если провести из начала координат вектор к любому углу атаки поляры, то он будет представлять собой диагональ прямоугольника, стороны которого соответственно равны C_Y и C_X, а угол, заключенный между C_Y и C_R, — угол качества.

2. Угол атаки нулевой подъемной силы α_0 — пересечение поляры с осью C_X.

3. Угол атаки, при котором C_X имеет минимальное значение $\alpha_{C_{X_{мин}}}$, — в точке касания к поляре касательной, проведенной параллельно оси ординат.

4. Наивыгоднейший угол атаки — в точке касания к поляре касательной, проведенной из начала координат, при котором максимальное значение аэродинамического

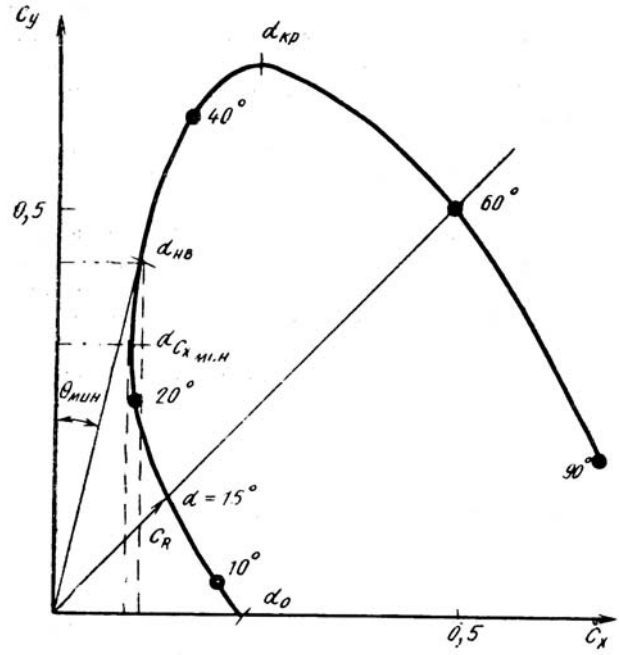


Рис. 22. Поляра крыла

качества и минимальное значение угла качества. При эксплуатации парашюта «мягкое крыло» регулировку его нужно производить так, чтобы при полностью опущенных стропах управления крыло находилось на $\alpha_{нв}$ и минимальном угле качества. Эксплуатационный диапазон углов атаки должен находиться между $\alpha_{нв}$ и $\alpha_{кр}$. При $\alpha_{нв}$ и $Q_{мин}$ достигается наибольшая дальность планирования с определенной высоты.

5. Угол атаки критический ($\alpha_{кр}$), при котором коэффициент подъемной силы достигает максимального значения. Он находится в точке касания к поляре касательной, проведенной параллельно оси абсцисс. Характеризуется он, как было отмечено выше, началом срыва потока обтекания.

6. На поляре крыла имеются два различных угла атаки, при которых угол качества одинаковый. Эти углы определяются на поляре секущей линией, проведенной из начала координат ($\alpha = 15°$ и $\alpha = 60°$).

Глава III.
ПЛАНИРУЮЩАЯ ПАРАШЮТНАЯ СИСТЕМА
(мягкое крыло)

На современном этапе развития парашютного спорта основным «спортивным снарядом» является планирующая парашютная система, которая имеет в своем составе планирующий парашют типа «мягкое крыло». Это парашют, обладающий аэродинамическим качеством, обеспечивающий горизонтальное перемещение объекта при его снижении. Такие системы предназначаются для выполнения тренировочных и спортивных прыжков спортсменами-парашютистами высших разрядов.

Планирующие парашюты изготавливаются из ткани с нулевой воздухопроницаемостью и обеспечивают:

управляемое планирование с изменяемой горизонтальной ($V_{г.п}$) и вертикальной (V_Y) скоростью. Управление парашютом осуществляется при помощи строп управления или лямок (свободных концов подвесной системы). У современных планирующих парашютов диапазон горизонтальных скоростей ($V_{г.п}$) изменяется в пределах от 12 м/с до 1—2 м/с (при штилевой погоде). Вертикальная скорость (V_Y) изменяется в рабочих режимах от 5÷6 м/с до 0 (кратковременно — 1—3 с);

изменение направления планирования, развороты влево, вправо, на 360°, при этом — хорошая управляемость (разворот на 360° — за 5 с), происходит увеличение вертикальной скорости снижения (V_Y), отклонение парашютиста от вертикальной оси и накренение самого планирующего парашюта;

безопасное приземление при ветре у земли до 10—12 м/с с заходом парашютиста против направления ветра;

устойчивую работу на всех режимах планирования при плавном втягивании строп управления или натягивании свободных концов подвесной системы;

нормальную работу в пределах температуры окружающей среды, позволяющей сохранить эластичность ткани;

отсоединение парашюта от подвесной системы, как на земле, так и в воздухе, при помощи замков «КЗУ»;

применение всех типов запасных парашютов в случае отказа основного. При этом необходимо полное отсоединение последнего, за исключением случая нерас-

крытия ранца, при котором отсоединение основного парашюта не требуется.

Примечание. В настоящее время имеются запасные парашюты, которые позволяют совместную работу запасного парашюта с отказавшим планирующим парашютом;

незначительные динамические нагрузки на спортсмена и парашют при наполнении, что достигается с помощью систем рифления различного устройства, растягивающих по времени процесс наполнения парашюта и не позволяющих куполу наполниться полностью за короткий промежуток времени;

возможность контактной работы при построении различных формаций во время прыжка на купольную акробатику.

Схема устройства планирующего парашюта

Как уже говорилось, основным элементом планирующей парашютной системы является «мягкое крыло», изготовленное из ткани с нулевой воздухопроницаемостью. Это, как правило, «купол» с двойной оболочкой, имеющий в плане форму прямоугольника (рис. 23). Верхнее и нижнее полотнище соединены между собой набором мягких нервюр из ткани. Верхнее, нижнее полотнища, нервюры, стабилизирующие полотнища в зависимости от нагрузок, могут иметь силовые каркасы или усиления (нашитые или вшитые усилительные ленты). Профиль крыла в плане выпукло-вогнутый.

Купол парашюта соединяется со свободными концами подвесной системы при помощи строп, для присоединения которых со стороны купола на нервюрах, усиленных лентой, имеются петли. Другие концы этих строп привязываются к пряжкам-полукольцам свободных концов. К дополнительным стропам, расположенным на задней кромке парашюта, присоединены две стропы управления, каждая из которых монтируется на одном из задних свободных концов подвесной системы. Для удобства работы парашютиста в воздухе стропы управления заканчиваются специальными клевантами или петлями.

С целью создания хорошей устойчивости купола при различных режимах работы, консоли крыла парашюта заканчиваются стабилизирующими полотнищами.

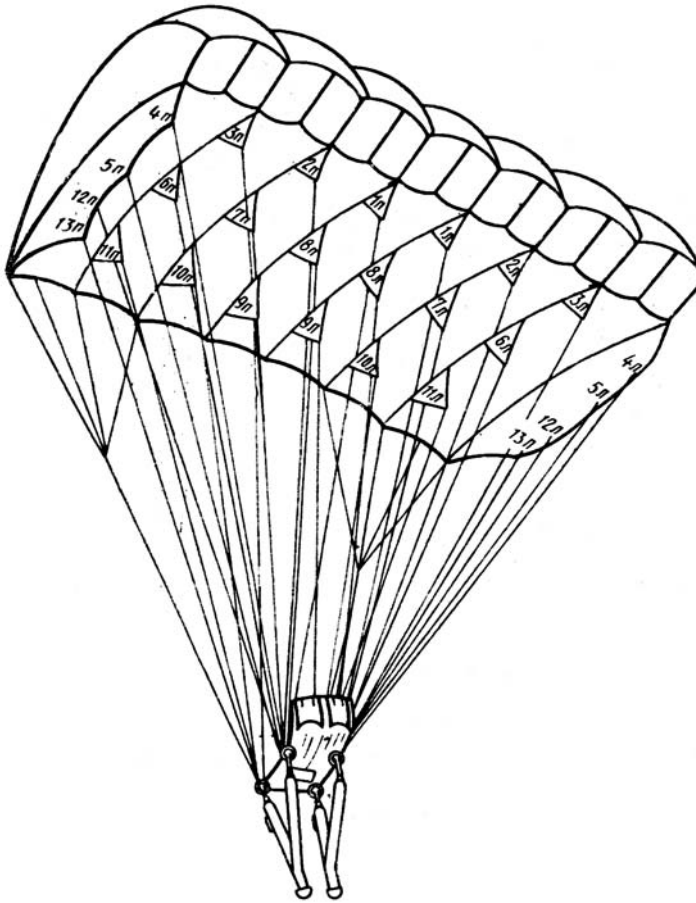


Рис. 23. «Мягкое крыло»

Передняя кромка мягкого крыла (планирующего парашюта) имеет отверстия (сопла), которые обеспечивают наполнение с помощью скоростного напора $q = \frac{\rho V^2}{2}$ внутренних полостей между верхней и нижней оболочкой, что позволяет ему принять заданную конструктором форму.

Регулировка парашюта на заданный угол атаки (α) производится с помощью строп, соединяющих купол парашюта со свободными концами.

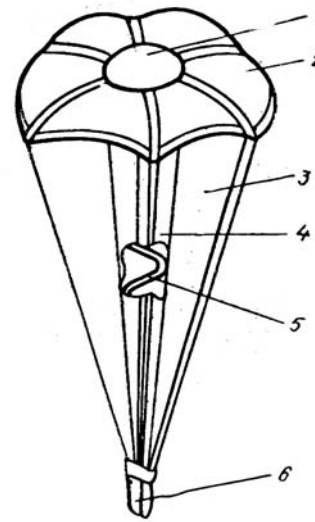


Рис. 24. Парашют вытяжной: *1* — накладка; *2* — основа купола; *3* — перо; *4* — конус; *5* — пружина; *6* — уздечка

Часть парашюта, расположенная между двумя соседними нервюрами, называется секцией. В зависимости от их количества парашюты бывают 7, 9-секционными и т. д.

Для снятия динамических нагрузок на парашютиста и парашют в момент наполнения планирующие парашюты имеют различные рифления. Конструктивно системы рифления могут быть выполнены с помощью шнура рифления, ленты рифления, слайда (косынки), колец рифления и др. Для ввода в действие планирующего парашюта применяется вытяжной парашют, конструктивное исполнение которого может быть различным (медузы с пружиной, мягкие медузы и т. д.) (рис. 24).

В комплект парашютной системы входят также:

парашютная камера (чехол) — устройство для размещения и укладки парашюта и введения в действие его частей в требуемой последовательности (рис. 25);

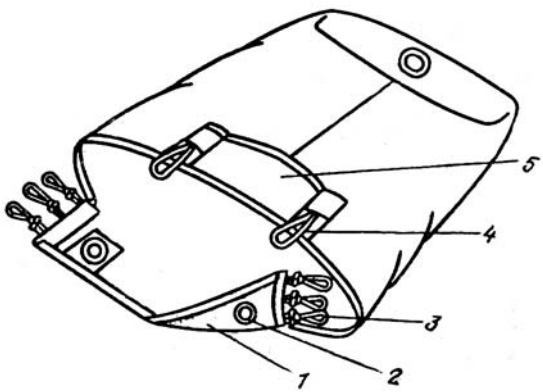


Рис. 25. Чехол: *1* — клапан; *2* — люверс; *3* — петля; *4* — сота; *5* — карман

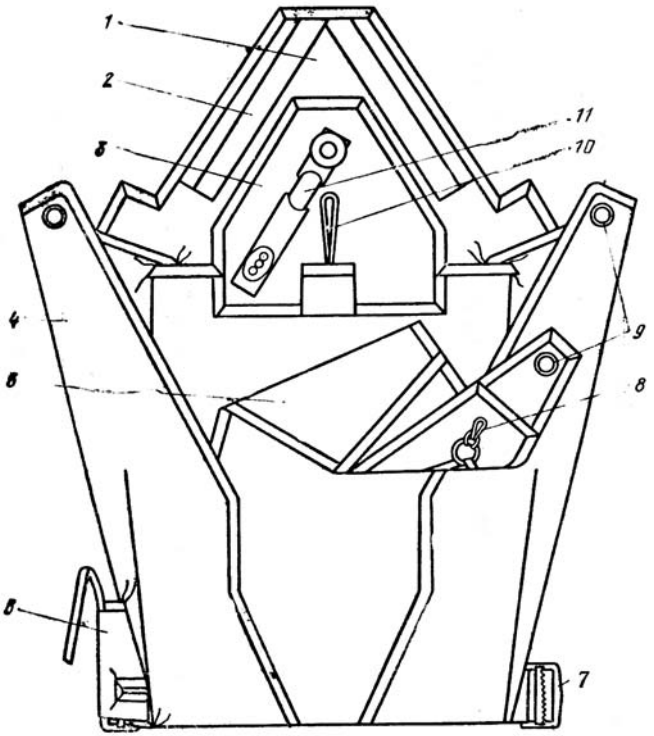


Рис. 26. Ранец: *1* — предохранитель; *2* — застежка текстильная; *3* — клапан верхний; *4* — клапан боковой; *5* — клапан средний; *6* — карман парашютного полуавтомата; *7* — пряжка с перемычкой; *8* — кольцо; *9* — люверс с пришивной шайбой; *10* — сота; *11* — пластина изогнутая

ранец, предназначенный для укладки в него парашюта в чехле, свободных концов подвесной системы, вытяжного парашюта и монтажа парашютного полуавтомата (рис. 26);

подвесная система — устройство для силового соединения парашютиста с парашютной системой (рис. 27).

На подвесной системе в специальном кармане имеется парашютное звено ручного раскрытия. Это, как правило, трос со шпильками, прикрепленный к вытяжному кольцу. Может быть также специальный карман для укладки мягкого вытяжного парашюта.

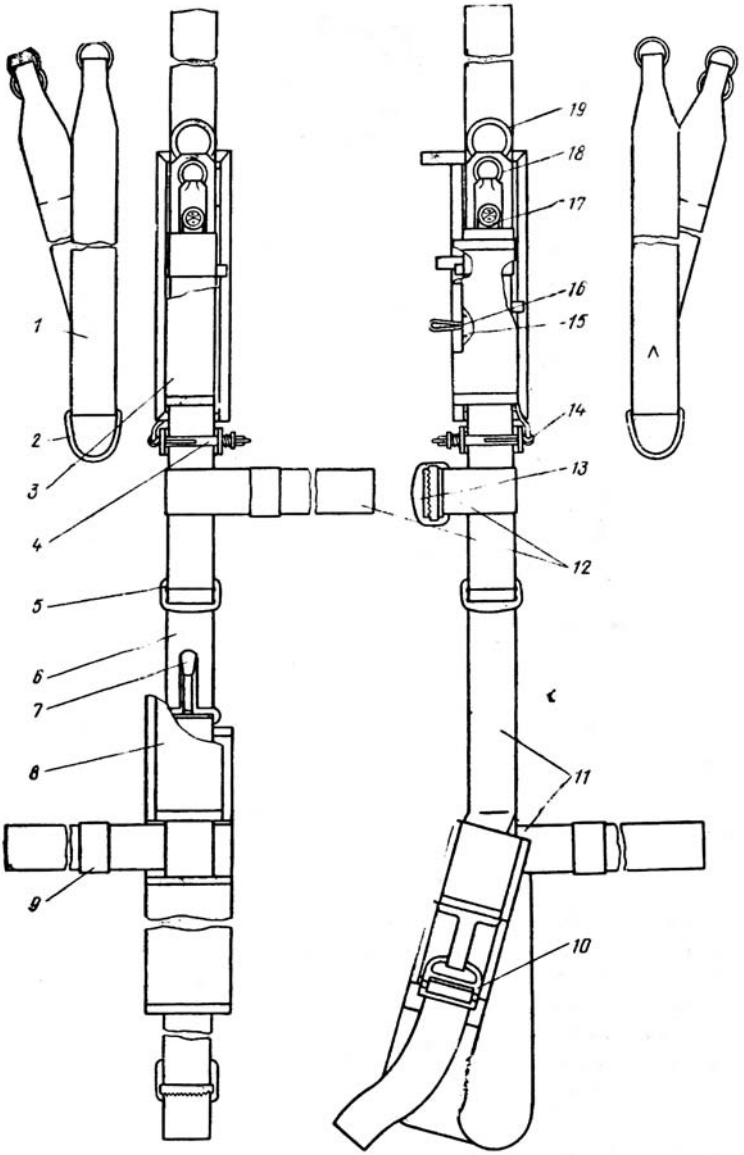


Рис. 27. Подвесная система: *1* — концы свободные; *2* — пряжка; *3* — предохранитель; *4* — скоба; *5* — пряжка; *6* — лямка правая; *7* — карабин; *8* — предохранитель; *9* — шлевка; *10* — пряжка с перемычкой; *11* — лямка левая; *12* — лента грудной перемычки; *13* — пряжка с перемычкой; *14* — фиксатор скобы; *15* — карман; *16* — сота; *17* — корпус с пластинкой; *18* — кольцо; *19* — кольцо большое

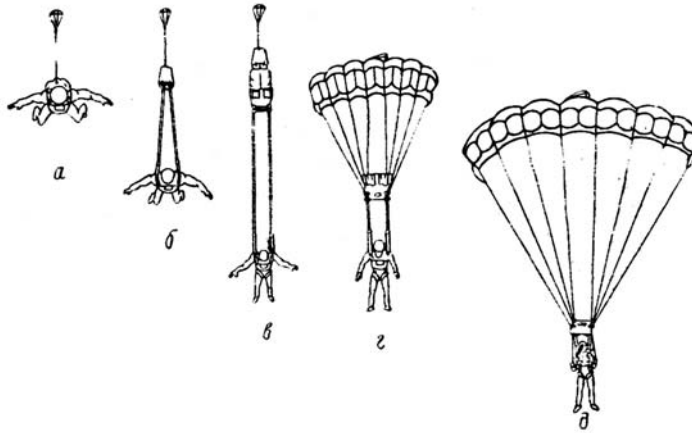


Рис. 28. Схема работы парашютной системы

Работа планирующей парашютной системы

Планирующая парашютная система вводится в действие выдергиванием вытяжного кольца, вводом в поток мягкого вытяжного парашюта или парашютным полуавтоматом.

При выдергивании вытяжного кольца или вводе мягкого вытяжного парашюта в поток шпильки звена зачековки выходят из конусов и освобождают клапаны ранца. Система вступает в работу по следующей схеме (рис. 28):

а — вытяжной парашют под действием пружинного механизма отходит от ранца и попадает в воздушный поток;

б — под действием силы сопротивления вытяжного парашюта происходит последовательно выход камеры из ранца, затем выход купола, уложенного в чехол, и выход основных строп из сот чехла;

в — после выхода всех строп из сот чехла и раскрытия чехла купол попадает в воздушный поток;

г — под действием набегающего потока, преодолевая силу сопротивления системы рифления, купол наполняется;

д — набегающий поток наполняет внутреннюю полость купола, и он принимает крыловидную форму. Система начинает планирующий спуск в режиме торможения.

После расчековки парашютистом строп управления он начинает планирующий спуск в режиме максимальной горизонтальной скорости (рис. 28, *д*).

Принцип рифления купола состоит в следующем: после выхода купола из чехла, под действием сопротивления потока, его поверхность стремится расправиться. Этому противодействуют силы натяжения и трения системы рифления, в результате чего процесс наполнения купола замедляется и тем самым снижается динамическая нагрузка (рис. 28, *в*, *г*).

Управление планирующей парашютной системой

Парашютист управляет системой с помощью двух строп управления, одни концы которых закреплены на задней кромке купола, а вторые выведены на задние свободные концы подвесной системы и заканчиваются клевантами или петлями для удобства захватывания руками.

При натяжении левой или правой стропы управления происходит разворот системы соответственно влево или вправо. Скорость разворота зависит от интенсивности и величины выбора строп управления.

При натяжении обеих строп управления происходит торможение горизонтальной скорости перемещения (планирования). Управление парашютной системой может осуществляться натяжением свободных концов подвесной системы. При натяжении левого или правого заднего свободного конца происходит разворот влево или вправо. При натяжении обеих задних свободных концов происходит торможение горизонтальной составляющей скорости планирования системы и уменьшение вертикальной скорости. Но неверно было бы предполагать, что при одновременном натяжении передних свободных концов подвесной системы обязательно увеличивается горизонтальная составляющая скорости планирования.

Все вопросы, касающиеся управления парашютной системой, будут рассмотрены в последующих разделах нашего пособия.

Планирование системы

Планирование — движение со снижением относительно воздуха по прямолинейной траектории, наклонной к горизонту (под углом Θ).

Рассмотрим силы, действующие на систему при планировании, и условия установившегося планирования (рис. 29).

При планировании на систему действуют сила веса системы груз-парашют (G) и полная аэродинамическая сила (R).

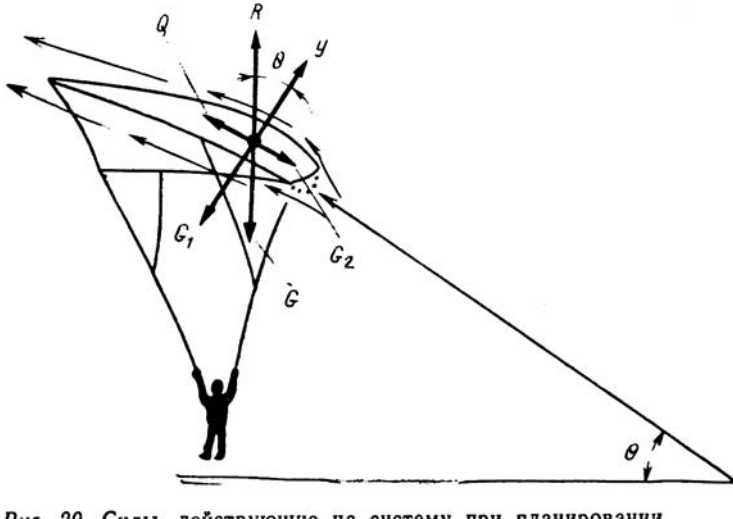


Рис. 29. Силы, действующие на систему при планировании

Примечание. Для удобства и наглядности рассмотрения сила веса (G) раскладывается на две составляющие: в направлении, перпендикулярном траектории движения (G_1), и в направлении движения системы (G_2). Полная аэродинамическая сила (R) раскладывается также на две составляющие: в направлении, перпендикулярном траектории движения (Y), и в направлении, обратном траектории движения (Q),— сила сопротивления системы.

Так как движение осуществляется по наклонной вниз, то эти силы раскладываются следующим образом. При установившемся планировании наблюдается полное рав-

новесие сил. Составляющая силы веса G_2 равняется силе сопротивления системы Q ($G_2 = Q$ — условия планирования на постоянной скорости). Подъемная сила уравновешивается составляющей силы веса (G_1), чем обеспечивается прямолинейность планирования, то есть постоянная вертикальная скорость снижения (V_Y). Итак, при планировании $Y = G_1$; $Q = G_2$.

Не трудно заметить, что движущей силой планирования системы является составляющая веса в проекции на направление траектории.

При этом другая составляющая веса в проекции на перпендикуляр к траектории равна подъемной силе:

$$Y = G \cdot \cos\theta = G_1.$$

Из этих равенств видно, что при разном весе систем груз-парашют и при одном и том же значении C_{X1} — на наших скоростях планирования C_X можно считать практически постоянным, скорость планирования системы тем меньше, чем меньше ее вес. Так, уменьшение веса на 10 кг от расчетного влечет за собой снижение максимальной скорости планирования приблизительно на 0,45—0,5 м/с. При этом нужно иметь в виду, что парашют отрегулирован на $\alpha_{нв}$ (наивыгоднейший угол атаки планирования).

Но при уменьшении веса системы груз-парашют уменьшается так же и вертикальная скорость планирования системы (V_Y). Поэтому парашютисты более легкого веса при ветре у земли 0—3 м/с могут соревноваться с тяжеловесами на равных, но чем больше сила ветра у земли, тем сложнее им точно обработать цель. Прыжки на точность приземления будут отдельно рассматриваться далее.

Дальность планирования и влияние на нее ветра

Расстояние, которое проходит система груз-парашют относительно земли за время планирования с данной высоты, называется дальностью планирования ($L_{пл}$). При планировании в штиль дальность определяется по формуле

$$L_{пл} = V_{пл} \cdot t_{сн},$$

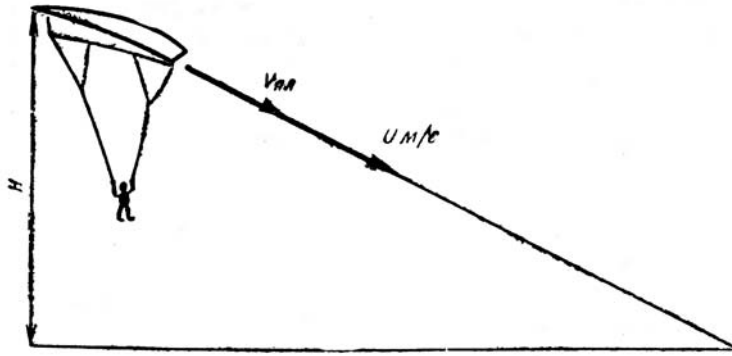


Рис. 30. Перемещение системы при попутном ветре

где $V_{пл}$ — скорость планирования; $t_{св}$ — время снижения парашютиста с высоты раскрытия парашюта.

Ветер — один из основных факторов, который приходится постоянно учитывать парашютисту при выполнении прыжка на точность приземления. При попутном ветре скорость перемещения системы груз-парашют относительно земли возрастает на величину скорости ветра (рис. 30), поэтому при одной и той же высоте снижения значительно увеличивается дальность планирования.

Например: $V_{пл}=9$ м/с; U (скорость ветра) $=7$ м/с. Тогда $L_{пл}$ с высоты 1000 м при $V_y=5$ м/с будет равняться

$$L_{пл}=(V_{пл}+U)\cdot t_{сн}=16\cdot 200=3200 \text{ м}.$$

При встречном ветре скорость перемещения системы груз-парашют относительно земли уменьшается на величину скорости ветра. Так, если ее величина равна 7 м/с, эта же система планирует на дальность, равную

$$L_{пл}=(V_{пл}-U)\cdot t_{сн}=(9-7)\cdot 200=2\cdot 200=400 \text{ м}.$$

Движение системы относительно поверхности земли складывается из движения ее относительно воздушной среды и движения вместе со средой. Поэтому при планировании с боковым ветром векторы воздушной и путевой (относительно Земли) скоростей и скорости ветра образуют треугольник, называемый навигационным треугольником скоростей (рис. 31). Его элементами явля-

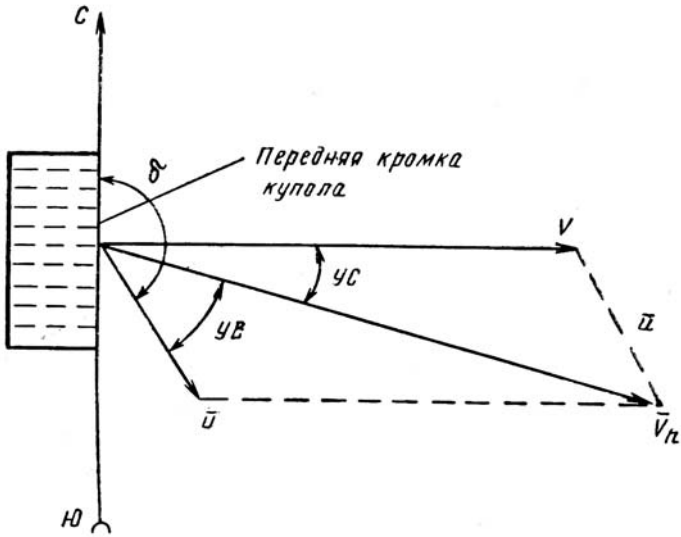


Рис. 31. Навигационный треугольник скоростей

ются: V — воздушная скорость; U — скорость ветра; $\bar{V}_п$ — путевая скорость системы; δ — направление ветра; УС — угол сноса системы и некоторые элементы, которые в парашютном спорте не учитываются, такие как путевой угол, угол ветра и курсовой угол ветра.

При прыжках на точность приземления обычно учитывается попутный и встречный ветер, но никогда нельзя забывать и о заходах с боковым ветром, особенно о заходе на цель от 3-го к 4-му развороту. Не сделав поправку на угол сноса, можно оказаться в точке, из которой уже не попадешь точно в цель.

Управление парашютной системой

Как уже говорилось ранее, оно осуществляется с помощью двух строп управления, при этом система обеспечивает горизонтальное перемещение вперед, уменьшение горизонтальной составляющей скорости планирования и развороты на любой угол, в обе стороны и с разными угловыми скоростями.

После наполнения купола и освобождения клевантов

от зачековки их на свободных концах подвесной системы последняя входит в режим планирования и имеет постоянную горизонтальную составляющую скорости планирования до 10—12 м/с. Эта скорость может уменьшаться парашютистом до 2 м/с при штилевой погоде. Кратковременно можно уменьшить ее до нуля, но через 2 с система будет неуправляемо падать. Как уменьшение, так и увеличение горизонтальной скорости планирования происходит при одновременном плавном втягивании и отпускании строп управления.

За счет каких сил изменяется скорость планирования ($V_{пл}$)?

Схема сил при обычном планировании, когда полностью были отпущены стропы управления, рассматривалась ранее.

При втягивании строп управления за счет опускания задней кромки крыла изменяется его профиль. Крыло переходит на угол атаки $\alpha > \alpha_{нв}$ (больше наивыгоднейшего угла атаки). Поэтому уменьшается угол планирования (Θ), увеличивается подъемная сила, то есть ее вектор приближается к вектору полной аэродинамической силы, а составляющая веса (G_1) приближается к полному весу. Уменьшается сила веса (G_2), вызывающая движение по глиссаде планирования. Это ведет за собой уменьшение горизонтальной составляющей скорости планирования.

При дальнейшем увеличении угла атаки нарушается режим обтекания крыла воздушным потоком, появляются вихри на задней кромке крыла, что вызывает прирост полного сопротивления (Q). При достижении угла атаки, равного или более $\alpha_{кр}$, происходит полный срыв потока. Крыло не планирует, а входит в режим неуправляемого снижения (рис. 32). Ранее мы отмечали, что мягкое крыло сохраняет свою форму при скоростном напоре (q), который создается при скорости горизонтального перемещения приблизительно 2 м/с. Поэтому при работе на точность приземления при штиле нельзя уменьшать $V_{пл} < 2$ м/с, так как, имея запас высоты, крыло сваливается, и ожидаемой точности приземления достигнуть невозможно, кроме того, парашютист может получить серьезные травмы.

Скорость планирования до 0 м/с при штиле можно убрать непосредственно перед приземлением. Но это под силу только опытным спортсменам, которые хорошо

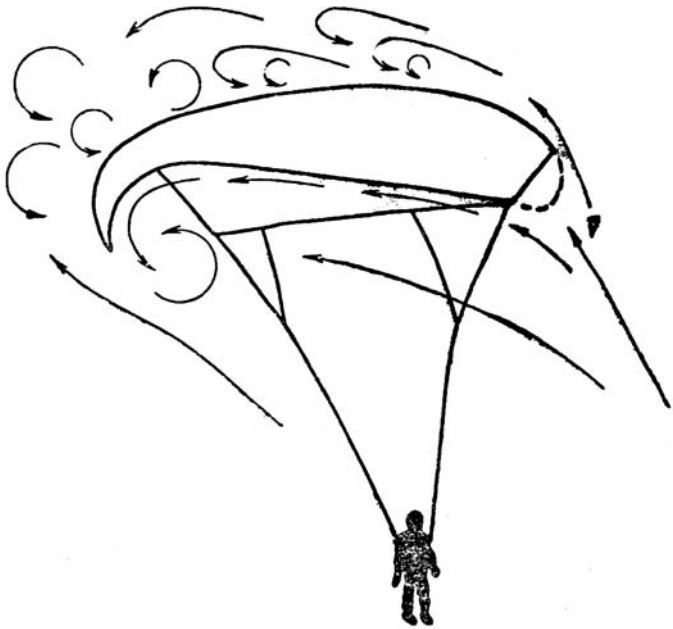


Рис. 32. Режим неуправляемого снижения

определяют расстояние до земли на последнем этапе работы над целью.

При встречном ветре 2 м/с и более иметь путевую скорость равной нулю безопасно, так как при скоростном напоре

$$q = \frac{\rho V^2}{2} = \frac{0{,}125}{2} \cdot 4$$

крыло сохраняет свою форму и устойчиво снижается.

При штиле, подходя к скорости горизонтального перемещения 2 м/с, парашют становится неустойчивым, покачивается влево-вправо, рыскает, через стропы управления на руки спортсмена передается мелкое дрожание. Все это предвестники срыва потока. В подобных условиях необходимо плавно отпустить незначительно стропы управления, чтобы увеличить горизонтальную скорость перемещения относительно воздуха. Точное приземление при таком положении маловероятно.

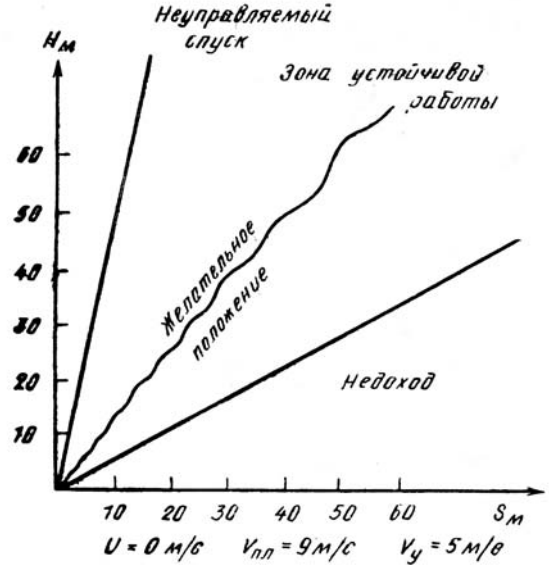


Рис. 33. Зона устойчивого поражения цели при ветре у земли 0 м/с

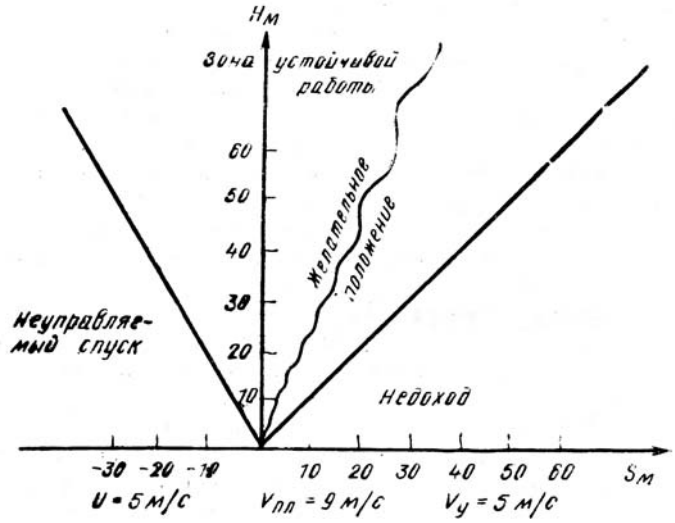


Рис. 34. Зона устойчивого поражения цели при ветре у земли 5 м/с

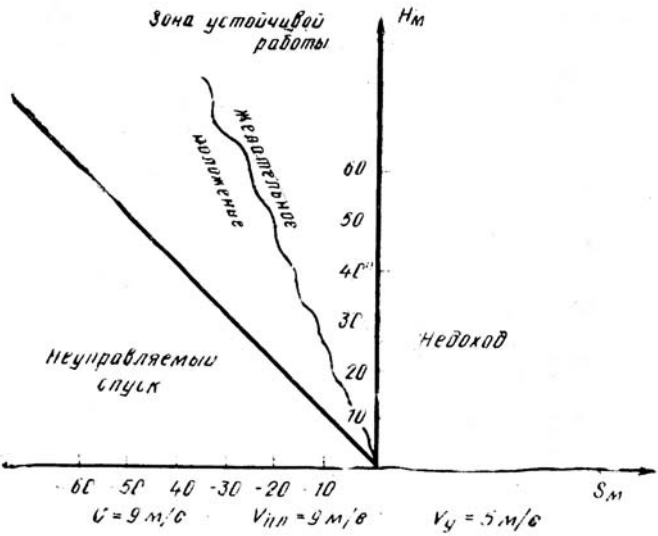


Рис. 35. Зона устойчивого поражения цели при ветре у земли 9 м/с

На рис. 33—35 показаны зоны устойчивого и неустойчивого снижения. Из них видно, что чем больше скорость ветра, чем уже зона устойчивой работы. При дальнейшем увеличении скорости ветра зона устойчивой работы парашюта переходит через вертикаль влево, но точная обработка цели при таком положении очень неудобна, так как парашютист находится спиной к ней.

При втягивании одной из строп управления парашютная система без запаздывания входит в разворот. Разворот на 360° происходит за время до 5 с со значительным креном от вертикали и потерей высоты до 35 м.

Какие же аэродинамические силы вызывают разворот парашютной системы при втягивании одной из строп управления? Рассмотрим работу «мягкого крыла». При натягивании, например, правой стропы управления мы изменяем профиль правой половины крыла, оставляя неизменным профиль левой его половины. Задняя кромка правой половины крыла опускается вниз, создается дополнительная сила сопротивления ($Q_{доп}$), которая вызывает уменьшение горизонтальной составляющей скорости перемещения относительно воздуха правой половины крыла. Поэтому уменьшается и подъемная сила на правой половине крыла, в то время как левая поло-

вина крыла, имея большую скорость перемещения относительно воздушной массы, имеет и большую составляющую подъемной силы. Разность подъемных сил левой и правой половины крыла вызывает кренение крыла в сторону меньшей силы (заторможенной половины крыла). Крыло начинает снижение по спирали, причем чем сильнее натянуть стропу управления, тем больше будет разность подъемных сил, а вследствие этого и крен. При вращении вокруг вертикальной оси центробежная сила вызывает отклонение парашютиста от вертикали в сторону, обратную крену. Вес парашютиста раскладывается на G_1, уравновешивающую общую подъемную силу крыла, и G_2, которая уравновешивает центробежную силу при вращении крыла.

При отпускании стропы управления профиль всего крыла становится одинаковым, сопротивление левой и правой половины крыла уравнивается. Но составляющая веса (G_2) стремится возвратить систему груз-парашют в нормальное положение относительно вертикали. Под действием этой силы происходит натяжение строп левой половины крыла, незначительно изменяется профиль последней, происходит то же самое перераспределение давления по размаху крыла, и система возвращается в исходное положение. Это элементарное объяснение, в действительности же разворот системы при натяжении стропы управления — это очень сложный с точки зрения аэродинамического и математического анализа маневр, рассматривать который в данном учебном пособии нет необходимости.

Разворотами влево и вправо парашютист выбирает наиболее подходящий маршрут захода в точку для последующей обработки цели. Спираль парашютисты используют для более быстрой потери высоты, так как при этом значительно увеличивается вертикальная скорость снижения. Поэтому выполнение спиралей на высоте ниже 100 м небезопасно.

Режимы работы планирующей системы

Верхний режим (полное планирование). При нем стропы управления полностью отпущены. Система груз-парашют планирует на $V_{г.\,п}=10\div12$ м/с при вертикальной скорости снижения $V_Y=4\div5$ м/с, двигаясь прямо-

линейно, устойчиво. Произвольные развороты могут быть следствием неравномерной длины строп, плохой подгонки подвесной системы, неправильной регулировки стабилизирующих полотнищ. При получении новых планирующих парашютов необходимо их опрыгать опытным парашютистам, тщательно отрегулировать их и только после этого давать спортсменам для обучения. Плохо отрегулированный парашют иногда не хватает усилий удержать в прямолинейном планировании, а это чревато нежелательными последствиями.

В условиях термической болтанки купол может подскакивать, подрагивать, покачиваться из стороны в сторону подобно планеру в турбулентном потоке. Увеличение скорости возможно путем незначительного подтягивания передних свободных концов, но в этом случае увеличивается вертикальная скорость, поэтому результат в основном сводится к нулю. Особенно не рекомендуется приземляться с подтянутыми передними свободными концами, так как при этом возможны травмы.

Некоторые спортсмены при незначительных недоходах пользуются подтягиванием задних лямок, что, на наш взгляд, более действенно. Возрастает подъемная сила (Y), за счет чего увеличивается время планирования, и парашютист «подплывает» к цели. Но и тот и другой метод малоэффективны.

Средний режим (торможение до 50%) — это рабочий режим. При данном положении спортсмен имеет возможность маневрировать горизонтальной скоростью как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения ее. Положение клевантов — на уровне плеч, $V_{г.п}=5\div6$ м/с; $V_Y=3\div4$ м/с. Управление куполом проходит без больших физических нагрузок

$$\alpha_{кр}<\alpha>\alpha_{нв}.$$

Нижний режим (полное торможение) достигается плавным натяжением строп управления до 80—90%. В этом случае скорость планирования ($V_{гп}$) будет уменьшена, а вертикальная скорость (V_Y) будет зависеть от силы встречного ветра. Парашют сохраняет достаточно хорошую путевую устойчивость. Физические усилия, прикладываемые к стропам управления, значительные, $\alpha\approx\alpha_{кр}$.

Режим срыва. Данного режима следует избегать,

особенно при работе на малой высоте. Он характеризуется переходом угла атаки $\alpha > \alpha_{кр}$. Выход крыла на большие углы атаки сопровождается срывом потока, при котором резко уменьшается C_Y (коэффициент подъемной силы). Характер срыва потока и степень падения C_Y за критическим углом атаки сильно влияет на работу планирующего парашюта. Срыв потока может быть симметричным, то есть одинаковым по всему крылу, тогда парашют может свалиться назад. Может быть несимметричным, при котором на одной половине крыла срывом потока охвачен больший участок верхней поверхности, чем на другой. Тогда парашют будет не только валиться назад, но и вращаться. При заходе на цель с боковым скольжением (с боковым ветром) режим срыва может наступить и при меньших углах атаки, так как скольжение на больших углах атаки приводит к более раннему срыву потока. В режиме срыва резко увеличивается вертикальная скорость (V_Y).

Выход из данного режима достигается плавным отпусканием строп управления. Нельзя допускать резкой работы стропами управления во избежание провала купола и получения травм. Не рекомендуется вводить парашют в режим срыва на высоте ниже 100—150 м.

Режим динамического срыва выполняется резким смещением клевантов в режим срыва, требует значительных физических усилий. Купол в этом случае тормозится резко, в то время как парашютист по инерции смещается вперед. Купол переходит на закритические углы атаки. Подъемная сила крыла в этом случае на короткое время резко возрастает, а затем быстро падает из-за потери поступательной скорости. Возникает опрокидывающий момент купола назад и он после кратковременного зависания начинает падать. Вывод из режима динамического срыва аналогичен выводу из режима срыва. При этом ни в коем случае нельзя работать резко стропами управления, так как при резком выводе строп управления в верхний режим купол резко бросается вперед, а парашютист отстает от него. Такое положение очень опасно на малой высоте, возможны тяжелые травмы, поэтому его следует избегать на высотах ниже 100 м. Выход на данный режим в непосредственной близости к земле возможен только при грубых ошибках во время подхода к цели (перелет, большая горизонтальная скорость). При использовании такого режима при

обработке «О» попадание в цель может быть лишь случайным, а последствия могут оказаться тяжелыми.

Развороты при разных режимах работы купола:

а) из режима полной скорости разворот осуществляется, как уже описывалось выше, натяжением одного из клевантов. Чем больше натягивается клевант, тем больше кренится купол, тем меньше радиус разворота, тем большая потеря высоты за один виток спирали;

б) разворот из режима торможения 50% выполняется дальнейшим натяжением одной из строп управления, другую стропу управления следует оставлять в режиме 50% горизонтальной скорости. Разворот идет с небольшим креном, при сравнительно незначительном нарастании скорости снижения;

в) разворот из режима, близкого к полному торможению, выполняется в основном путем перекрестной работы стропами управления (один клевант вниз, другой вверх). Это делается для того, чтобы не дать куполу войти в режим срыва. Крен при развороте регулируется величиной перекрестного натяжения и отпускания строп управления. Потеря высоты за виток меньше, чем при глубокой спирали;

г) разворот из режима срыва выполняется из режима полного торможения дальнейшим натяжением одного из клевантов. Разворот сопровождается большим вращательным движением с заносом купола назад, то есть спираль выполняется как бы движением назад. Этим режимом можно пользоваться для быстрой потери высоты, так как за один виток спирали парашютист теряет до 40 м.

На высотах ниже 100 м развороты на данном режиме выполнять нецелесообразно.

На всех вышеперечисленных режимах работы парашюта купол легко управляется при разворотах влево, вправо и на 360°. Однако следует иметь в виду, что при разворотах в режиме, близком к полному торможению, стропами управления следует работать перекрестно (при развороте влево левая стропа управления незначительно подтягивается вниз, правая — отпускается вверх), чтобы не дать парашюту войти в режим срыва.

Развороты в режиме срыва следует выполнять на высоте не ниже 150 м. Разворот выполняется из режима полного торможения дальнейшим натяжением одной из

строп управления. Он создает очень большое вращательное движение. Парашютист быстро смещается по спирали назад с резкой потерей высоты. За один разворот на 360° теряется до 40 м.

Глава IV.
ПРЫЖКИ С ПАРАШЮТОМ НА ТОЧНОСТЬ ПРИЗЕМЛЕНИЯ

Прыжки на точность приземления занимают значительное место в программе соревнований по парашютному спорту. В настоящее время в классическом парашютизме разыгрываются следующие упражнения: прыжки на индивидуальную акробатику, групповые прыжки на точность приземления с индивидуальным зачетом. Поэтому, не имея хорошей подготовки к выполнению прыжков на точность приземления в индивидуальном и командном исполнении, трудно рассчитывать на победу.

В современном классическом парашютизме результаты соперников часто так высоки и так близки друг к другу, что отклонение в прыжках на точность приземления от нулевой отметки на 1 см может поставить спортсмена и команду в целом в очень тяжелое положение. На крупных международных соревнованиях и на чемпионатах СССР зачастую к концу программы несколько спортсменов, да и команд, приходят с нулевым отклонением от цели. И только дополнительные прыжки помогают выявить победителя.

Что же определяет высокие результаты в прыжках на точность приземления? В первую очередь — мастерство спортсмена, которое складывается из умения учитывать метеорологические условия и подчинять своей воле парашют. И, конечно же, высокого мастерства не может быть без хорошей морально-психологической подготовки.

Расчет прыжка

При десантировании людей и техники на круглых неуправляемых парашютах имеются три способа рас-

чета прыжка. Эти же способы применяются и при расчете прыжка на точность приземления в парашютном спорте:

графический способ;

арифметический способ;

способ пристрелки.

Все они, в конечном итоге, приводят к определению расчетной точки, в которой нужно покинуть самолет, чтобы прийти на нейтральном куполе в намеченный район цели. Графический метод расчета точки приземления в современном парашютном спорте не применяется, поэтому и рассматривать его подробно мы здесь не будем. Для информации можно сказать, что, имея шаропилотные данные о силе и направлении ветра через каждые 100 м, на бумаге в масштабе откладывали векторы скорости ветра и находили точку выброски парашютиста. Затем масштабной линейкой измеряли относ и, имея заданную скорость полета самолета, определяли время прохождения этого отрезка с заданным курсом полета.

Арифметический способ расчета точки отделения применяется в современном парашютном спорте в основном перед началом прыжков. Для него необходимы те же данные, что и для графического способа:

1. Направление и скорость ветра по высотам через каждые 100 м до высоты отделения сообщает метеослужба по шаропилотным данным.

2. Скорость полета самолета задается на земле экипажам самолетов. В нашей стране на самолетах Ан-2 она составляет 140 км/ч.

Например: высота прыжка 1000 м, значит, мы должны располагать следующими данными:

H, м	U, м/с	$\delta_м$, град
0	5	40
100	7	50
200	10	45
300	12	40
400	7	35
500	10	30
600	12	30
700	15	35
800	15	40

900	15	40
1000	15	40

где H — высота; U — скорость ветра; $\delta_м$ — направление ветра.

Определяем среднюю скорость ветра по высотам:

$$U_{ср} = \frac{\Sigma U}{10} = 11{,}8 \approx 12 \text{ м/с.}$$

Определяем среднее направление ветра:

$$\delta_{м_{ср}} = \frac{\Sigma \delta_м}{10} \approx 38°.$$

Ветер у земли и его направление в расчет не берутся.

Зная высоту прыжка и скорость снижения, определяем время снижения:

$$t_{сн} = \frac{H_{пр}}{V_{сн}} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ с.}$$

Это значит, что под воздействием среднего ветра 12 м/с за 200 с нас унесет на расстояние:

$$L = t_{сн} \cdot U_{ср} = 200 \text{ с} \cdot 12 \text{ м/с} = 2400 \text{ м.}$$

От центра круга самолет должен пролететь на приборной скорости 140 км/ч (38 м/с), расстояние 2400 м с магнитным курсом 38°. Чтобы определить время пролета от центра креста до точки выброски, следует разделить величину относа (2400 м) на скорость полета самолета (38 м), из которой вычитаем скорость встречного ветра на высоте 1000 м (15 м/с). Таким образом, путевая скорость самолета будет равна: 38—15=23 м/с.

$$t = \frac{L}{V - U} = \frac{2400}{38 - 15} = 104 \text{ с.}$$

В общем формула расчета будет выглядеть так:

$$T = \frac{t_{сн} \cdot U_{ср}}{V - U_п},$$

где T — время полета самолета от цели до точки вы-

броски; $t_{сп}$ — время снижения парашютиста с заданной высоты; $U_{ср}$ — средняя скорость ветра по высотам; V — приборная скорость самолета; $U_{п}$ — скорость ветра на высоте полета самолета. (Эту скорость обязательно нужно учитывать, так как ошибки в расчете могут быть значительными. В нашем примере без учета скорости ветра на высоте полета время прохода равнялось бы 63 с.) Итак, мы рассчитали, что время полета от цели с курсом 38° равно 104 с. Если все прочие условия остаются неизменными, то парашютист на нейтральном куполе должен приземлиться в районе цели. При отсчете времени следует избегать ошибок при включении секундомера для визирования прохода цели. Они могут произойти, когда сам парашютист визирует цель не строго вертикально или же из-за отклонений при наборе самолетом высоты, снижении или полете с креном (рис. 36, 37).

Чтобы избежать этого, нужно визировать вертикально вниз через носок ноги, выставляя его за борт самолета. И когда вертикальное визирование через носок стопы совместится с целью, включать секундомер. Арифметический способ расчета точки отделения применяется обычно перед началом прыжков, для проведения пристрелки пристрелочным парашютом или пристрелочной лентой.

Определение точки отделения пристрелочным парашютом или пристрелочной лентой

Для этого нужно иметь пристрелочные парашюты и пристрелочные ленты с известной скоростью снижения. Обычно пристрелочные парашюты торируются на скорость снижения 5 м/с.

При данном способе пристрелки возможны два приема:

1. Выброска пристрелочного парашюта или пристрелочной ленты производится точно над целью. Так делают, когда нет никаких данных о скорости и направлении ветра по высотам. Самолет заходит над целью, выпускающий строго над целью выбрасывает пристрелочный парашют или пристрелочную ленту и наблюдает, куда упадет пристрелка. Затем летчик заходит на цель с курсом через место ее падения. Спортсмен и лет-

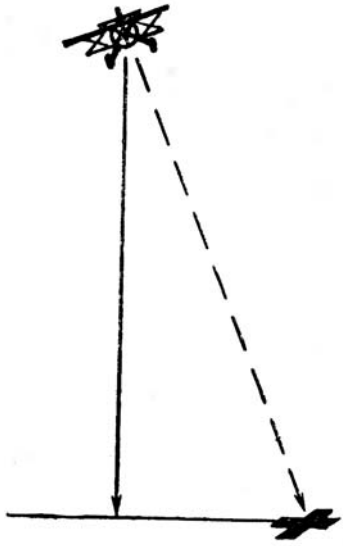


Рис. 36. Ошибки в визировании из-за крена самолета

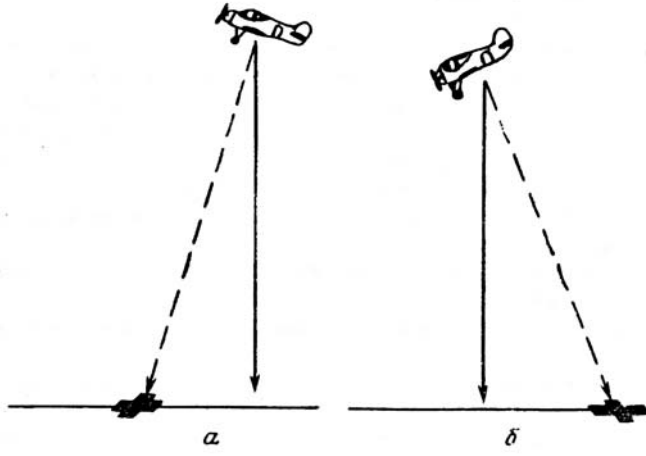


Рис. 37. Ошибка в визировании: *а* — при наборе высоты; *б* — при снижении

чик засекают время прохода самолета от места падения пристрелки до цели, и затем с этим же курсом проходят в течение засеченного времени (рис. 38). Данный метод пристрелки неудобен тем, что зачастую теряются пристрелочные парашюты и пристрелочные ленты.

2. Имея предварительные данные о средней скорости

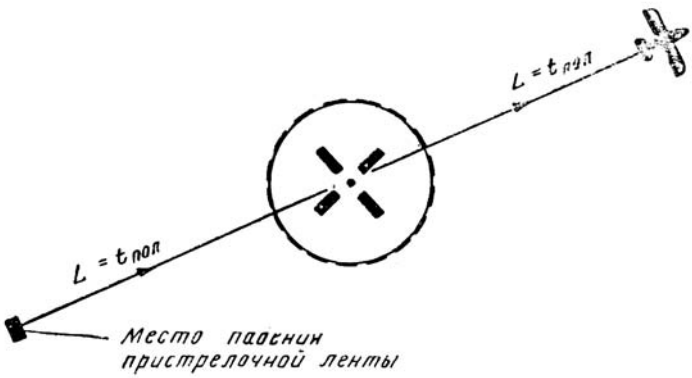


Рис. 38. Расчет времени отхода по пристрелочной ленте

ветра и среднем его направлении, с помощью арифметического метода уточняют точку отделения и в ней выбрасывают пристрелочный парашют или пристрелочную ленту. Увидев место падения пристрелки, уточняют заход по курсу и времени отхода.

Этими методами пристрелки практически владеет основная масса спортсменов и весь инструкторский состав. Думается, что подробно останавливаться на них не стоит. После проведения пристрелки вышеуказанным способом производится пристрелка пробными прыжками парашютистов, спортсмены же в этом случае обычно находятся на земле и наблюдают за ней.

Что же они должны видеть и как построить план прыжка, наблюдая за пристрелкой?

1. Определить курс захода и наметить ориентир по курсу захода.

2. Засечь время прохода самолета от цели до точки выброски.

3. Засечь время снижения пристрелочного парашюта, пристрелочной ленты и пристрелочного парашютиста. Если при проведении пристрелки с высоты 1000 м время снижения пристрелочного парашюта будет меньше, чем 200 с, значит, он снижался с вертикальной скоростью более 5 м/с. Нужно сделать поправку на время отхода самолета от цели.

4. Определить силу и направление ветра по высотам, на этом основании сделать для себя вывод, в какую сторону створа заходить опасно.

5. Наметить себе, на каком расстоянии от траверза цели построить маршрут от 2-го разворота к 3-му.

6. Определить базовую точку захода на цель, ее удаление и высоту над базовой точкой.

7. Предусмотреть тенденцию изменения погодных условий.

Если после пристрелки спортсмен идет на прыжок не сразу, а по истечении какого-то времени, то следует обязательно понаблюдать за работой других спортсменов и, основываясь на их результатах, внести соответствующие коррективы в план своего прыжка вплоть до обработки цели (нуля). К сожалению, некоторые спортсмены пренебрегают наблюдением за работой своих коллег, в результате чего их зачастую ожидает горькое разочарование после выполнения прыжка ими самими.

Здесь следует дать определения ориентирной линии, базы и прямой выхода на цель.

Ориентирной линией называют условную прямую на местности, соединяющую расчетную точку отделения от самолета с центром круга приземления парашютистов. Этой линии парашютист держится в процессе сближения с целью. Ее направление определяется пристрелкой, а длина — временем прохода самолета от цели до точки выброски.

База — это контрольная точка на местности (обычно 100-метровый круг), в которую должен выйти парашютист на определенной высоте (в зависимости от силы ветра) для атаки цели.

С базы начинается **прямая атаки цели.** Это мнимая линия, обозначающая траекторию снижения от момента, когда парашютист был над базой и до момента его приземления в центре круга (рис. 39).

Заход самолета на выброску

Выполняется в основном против ветра через крест, с определенным курсом. При проходе цели парашютист должен включить секундомер и пройти с этим курсом заранее рассчитанное время, в зависимости от силы ветра, контролируя себя при этом по углу визирования на цель. Самолет должен проходить строго посередине створа ветра.

Створ ветра — это линия, проходящая посередине ко-

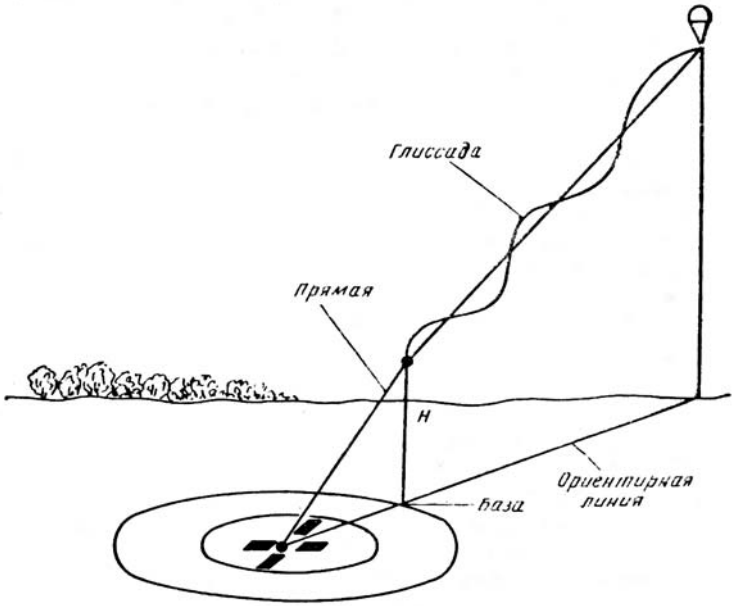


Рис. 39. Характерные линии и точки

нуса возможных отклонений от генерального курса захода, при которых парашютист, используя горизонтальную скорость парашюта, может еще выйти в район нормальной обработки цели (рис. 40, 41).

Построение маршрута планирования при прыжках на точность приземления

В идеальном варианте траектория планирования парашютиста при прыжках на точность приземления выглядит, как показано на рис. 42. Перед уходом в воздух очень важно правильно построить план прыжка на земле. Для этого уточняются метеоданные, намечаются ориентиры по заходу, расстояние до них от цели.

После отделения от самолета и наполнения парашюта парашютист, маневрируя куполом, выходит в район первого разворота. При этом на пути к нему спортсмен должен исправить ошибки выброски по створу и по дальности выброски. До выхода в район 1-го разворота

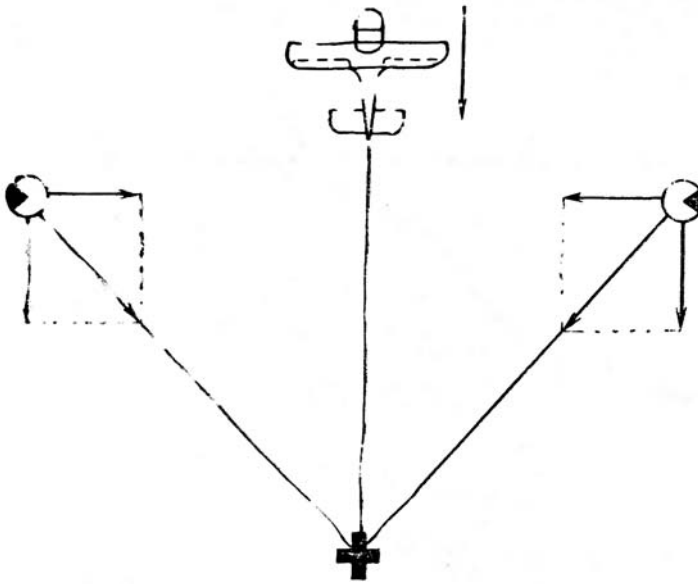


Рис. 40. Заход на выброску посередине створа ветра

следует несколько раз проверить силу ветра, разворачивая купол парашюта на малый снос.

На этом этапе весьма важным является правильное распределение внимания. Выполняя маневры, парашютист обязан следить за высотой над контрольными точками, не терять из виду цель, фиксировать изменение ветра по силе и направлению, контролировать свое положение относительно створа, наблюдать за работой впереди идущих парашютистов, стараться как можно точнее определить направление и силу ветра в приземном слое. Заход на цель строится по-самолетному и выполняется со стороны, обеспечивающей видимость конуса при заходе. При выходе в исходный район парашютист еще раз проверяет воздушную обстановку (на малом сносе проверяются режимы), и в соответствии с ней строится коробочка, которую образуют: выход в район 1-го разворота, не доходя до цели 200—300 м в створе ветра; 2-й разворот, выполняемый на высоте 350—400 м и на удалении от траверза цели 70—100 м (в штилевых условиях); 3-й разворот и заход в зону 4-го на высоте

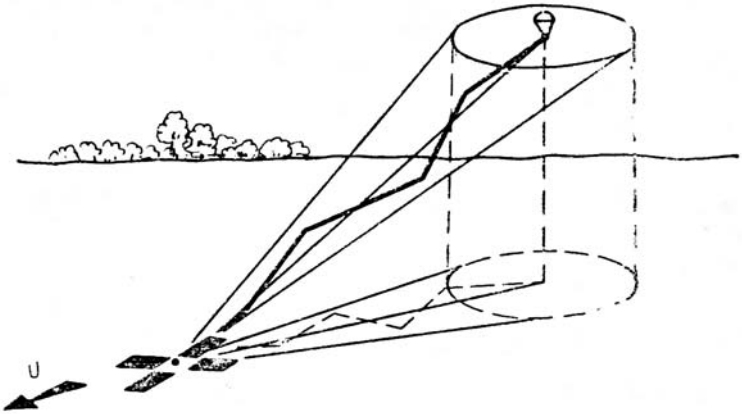


Рис. 41. Створ ветра

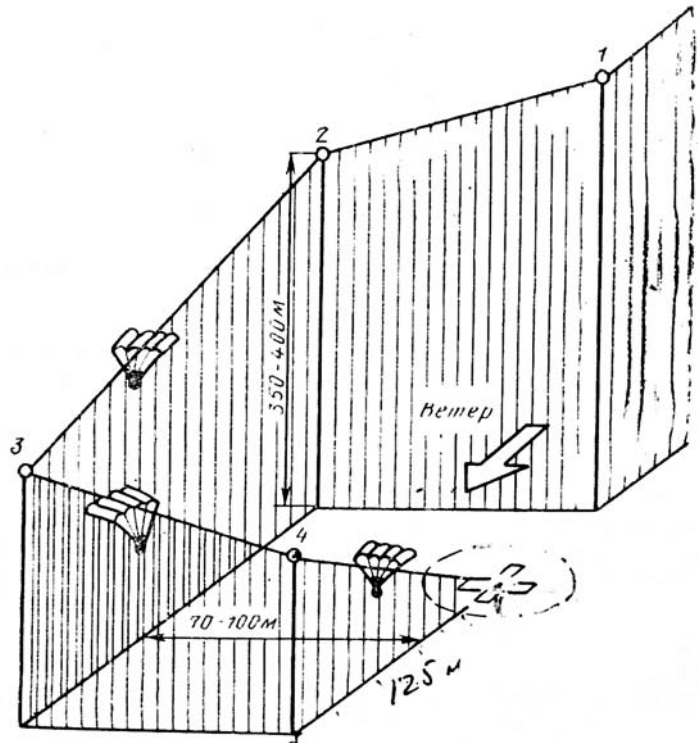


Рис. 42. Построение маршрута при прыжках на точность приземления: 1, 2, 3, 4 — развороты

и удалении в зависимости от метеоусловий. При проходе от 2-го к 3-му развороту парашютист еще раз проверяет на нейтральном куполе силу ветра у земли. В случае запаса высоты в базовом районе ее можно потерять маневрированием в режиме торможения в виде буквы *Z*. Потеря высоты в базовом районе разворотами на 360° не рекомендуется. Во-первых, в результате этого маневра возможна слишком большая потеря высоты, что затруднит точную обработку цели, а во-вторых, это небезопасно.

Определение силы ветра на нейтральном куполе

От 2-го к 3-му развороту спортсмен разворачивается лицом к цели, с помощью бобышек ставит нейтральный купол точно в створе. Если парашютист завис при этом на месте или движется по ветру с небольшой горизонтальной скоростью, значит, ветер в приземном слое 0—3 м/с. Если купол движется более энергично, то ветер у земли порядка 3—5 м/с. При этом если парашютист находится вне створа, то купол начинает доворачиваться по створу, «хвост» как бы заносится вперед, появляется боковое смещение. Если парашютиста при этом сносит относительно цели очень быстро, то сила ветра у земли 7 м/с и более. После определения силы ветра и направления, с учетом полученных данных, парашютист заходит на базу.

Построение захода на цель при ветре 0—3 м/с

Выход в исходный район выполняется свободно, с отклонением от линии створа 100—150 м в обе стороны. В район 1-го разворота (100-метровый круг) следует выйти на высоте 300 м, на пути к развороту проверить метеоусловия на малом сносе. 2-й разворот выполнить с таким расчетом, чтобы пройти траверз цели приблизительно по касательной к 100-метровому кругу с внешней стороны. От 2-го к 3-му развороту проверить ветер на нейтральном куполе, развернувшись лицом к цели. 4-й разворот выполнить так, чтобы в районе 100-метрового круга высота была не ниже 100 м.

Действия на прямой должны осуществляться в сред-

нем режиме работы купола. В этом случае спортсмен имеет возможность маневрировать скоростью в сторону увеличения (при недоходе) и в сторону уменьшения (при переходе). Работа стропами управления должна быть плавной, диапазон движений небольшой. Ни в коем случае нельзя допускать резких и сильных движений, так как парашютист при этом раскачивается под куполом, сбивается горизонтальная скорость, для набора которой требуется время. Кроме того, теряется линия визирования на цель.

При заходе на цель в данных условиях не рекомендуется делать короткую прямую, так как это усложняет заход и точную обработку цели. После выхода на прямую необходимо в первую очередь выполнить коррекцию по направлению, а уже затем — по глиссаде.

При исправлении грубых ошибок, связанных со входом в створ ветра, необходимо, пока есть высота, встать точно в створ. Мелкие ошибки устраняются подскальзыванием в сторону створа. Как только парашютист займет нужное положение в створе, ему следует сделать плавный доворот на цель противоположным клевантом при одновременном плавном возвращении первого клеванта в средний режим (рис. 43).

Построение захода на цель при ветре 4—6 м/с

Маневрирование до исходного района в этих условиях сильнее ограничено, чем при ветре 0—3 м/с. Необходимо строже держаться в конусе возможностей парашюта, ближе к его оси. До 1-го разворота сделать 2—3 проверки ветра на малом сносе купола. Третью проверку можно сделать на нейтральном куполе — боком к цели. После уточнения условий внести соответствующие коррективы в план прыжка.

Построение коробочки производить на среднем режиме работы купола, при необходимости маневрировать горизонтальной скоростью. Не доходя траверза цели, после 2-го разворота, обязательно провести проверку условий на нейтральном куполе лицом к цели. Выход в базовый район осуществляется доворотом на цель с увеличением скорости до 5—7 м/с. Базовый район, в зависимости от ветра, выбирается на расстоянии 30—50 м и на высоте не ниже 100 м (чем сильнее ветер, тем ближе база) (рис. 44).

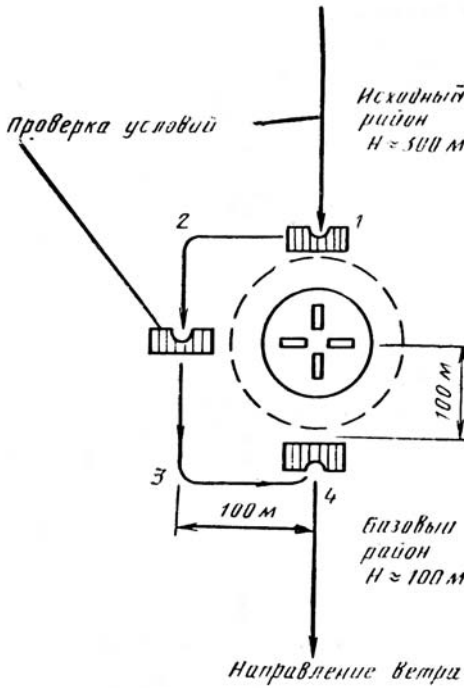


Рис. 43. Построение маршрута при скорости ветра 0÷3 м/с

Доворот на цель следует выполнять с меньшим радиусом. При маневрировании скоростью нельзя убирать скорость до нуля, так как парашютиста снесет назад встречным ветром. Для набора скорости потребуется время, при этом возможны потеря высоты и недоход.

При проходе участка от 3-го разворота к 4-му обязательно надо делать поправку на снос. В случае выхода на базовую точку на полной скорости и плавного разворота на цель последний осуществляется с большим заносом с одновременным удалением от центра круга. Кроме того, в этом случае можно оказаться вне створа ветра, и такую ошибку исправить при данных условиях труднее. На прямой следует постоянно вести анализ метеоусловий, маневрируя скоростью. Купол держать на $V_{г.п}=5$ м/с, цель визировать с незначительным переходом. Если при нажатии клевантов торможение эффективно, то они плавно опускаются в режим $V_{г.п}=$

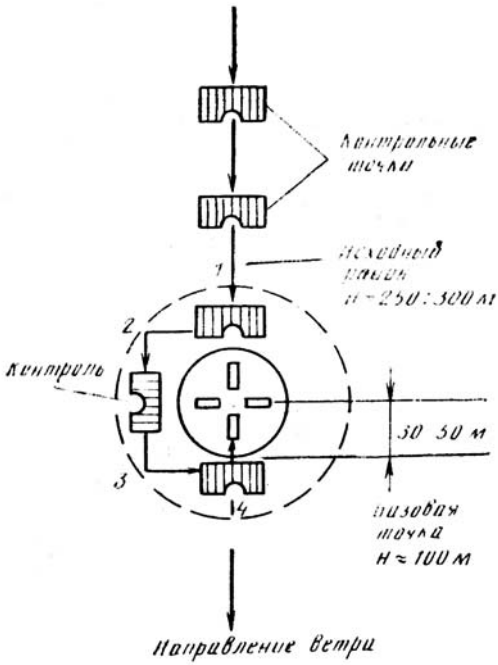


Рис. 44. Построение маршрута при скорости ветра 4÷6 м/с

=5÷6 м/с. Работа стропами, как и в условиях слабого ветра, идет с уменьшением диапазона по мере приближения к цели. Нужно точно держать створ ветра на прямой, так как выход непосредственно к цели вне створа не гарантирует высокого результата.

Построение захода на цель при ветре 6 м/с и более

При маневрировании после отделения от самолета в сильный ветер необходимо находиться как можно ближе к осевой линии створа. В плане прыжка предусмотреть больше контрольных точек, делать расчет так, чтобы чередовать торможение с движением по ветру, что обеспечивает возможность наблюдения за воздушной обстановкой в районе цели. Исходный район выбирается не ближе 200 м от цели. Начало построения коробочки аналогично построению в средний ветер, но боковое сме-

щение производится вдоль самой линии створа на расстояние в пределах радиуса разворота. При выходе к базовому району купол доворачивается под углом 30—45° к линии створа. Базовая точка находится точно над целью (нулем). Выход на базу выполняется с отдачей всей скорости купола, а коробочка делается в два доворота. Если при довороте притормаживать, то купол быстро сносится назад и в дальнейшем очень трудно занять выгодное положение над целью. В данных условиях особенно затруднительно точное приземление парашютистов с легким весом, так как скорость горизонтального перемещения у них меньше, чем заложено в тактико-технических данных парашюта. Если парашютист весом 75 кг и более при ветре 6—7 м/с может продвигаться против ветра вперед с незначительной скоростью, то легковес лишен этой возможности. Выход над целью делается на высоте 50—70 м. Маневрирование и проверка проводятся в верхнем режиме крайне осторожно, незначительным нажатием на клеванты строп управления. Обрабатывая цель, нельзя задерживать клеванты в режиме торможения, так как может произойти сброс парашютиста с вертикали над целью, и занять нормальное положение над целью будет очень трудно.

При ветре более 6 м/с можно использовать другой метод захода от исходной до базовой точки. Надо притормозить купол до нулевой путевой скорости, движение назад происходит за счет силы ветра. При этом одна рука, которая находится ближе к створу, нажимает на клевант. Купол идет как бы со скольжением с постепенным доворотом на цель, что создает удобство для наблюдения за ней. За счет постепенного доворота спортсмен оказывается в центре створа, почти лицом к цели. В это время следует сделать обратный доворот с таким расчетом, чтобы оказаться над целью и точно в створе ветра, после чего поставить клеванты в полный режим. Визируя цель под собой или чуть сзади, небольшими движениями рук удерживать парашют точно над целью, не допуская скольжения влево или вправо.

Обычно опытные спортсмены хорошо обрабатывают цель на планирующих парашютах на скоростях ветра до 10 м/с, при этом нужно грамотно выбирать упреждение на ветер над целью (рис. 45).

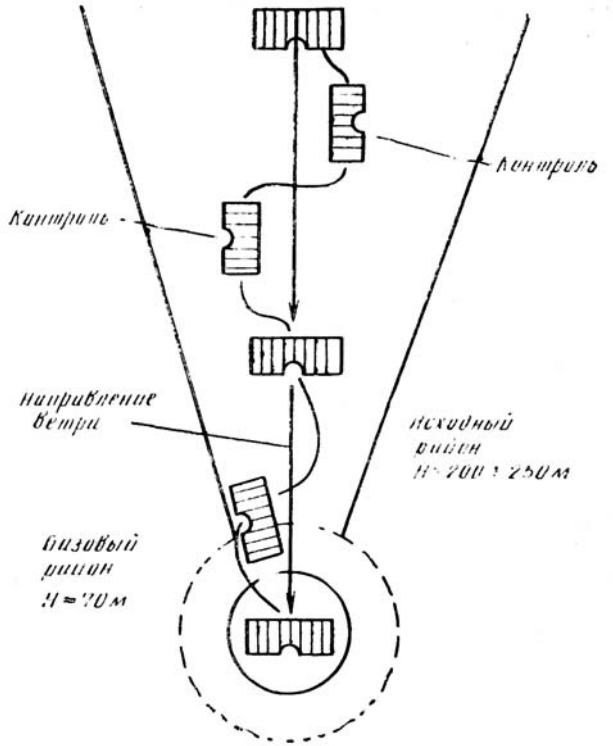


Рис. 45. Построение маршрута при скорости ветра более 6 м/с

Методы обработки нулевой отметки цели

Идеальная обработка цели (отметки «0») заключается в том, что парашютист должен прийти к ней точно в створе ветра, на высоте 5—10 см. При этом вертикальная и горизонтальная скорости снижения должны равняться нулю. При таком положении спортсмен ставит пятку на нулевую отметку. Данный метод обработки нулевой отметки цели применяется при ветре 0—5 м/с и спортсмены, хорошо овладевшие им, показывают стабильные результаты (рис. 46).

Технически он выполняется следующим образом:

выбирается глиссада снижения визированием за нулевую отметку на среднем режиме работы парашюта. Запас изменения горизонтальной скорости (ее увеличе-

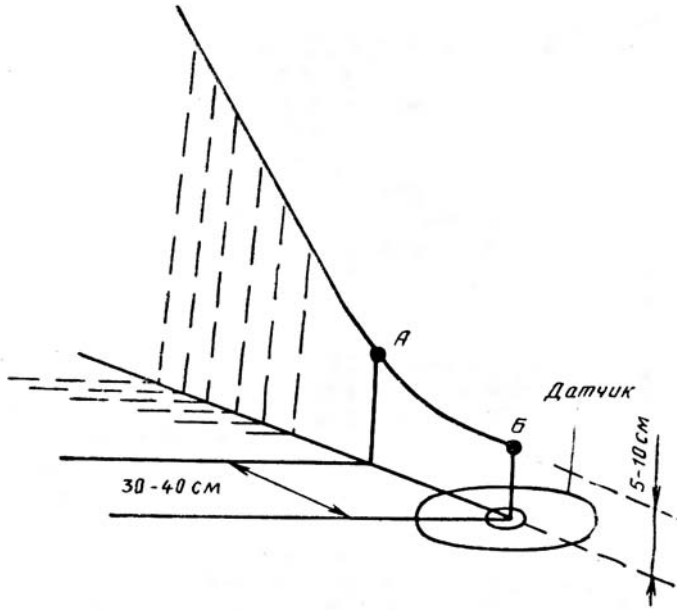


Рис. 46. Идеальная обработка цели: *А* — точка изменения глиссады снижения купола; *Б* — точка, в которой вертикальная и горизонтальная скорости перемещения равняются нулю

ния или уменьшения) необходим, чтобы, реагируя на изменение ветра, спортсмен постоянно сохранял линию визирования на цель, то есть двигался к нулевой отметке;

при подходе к нулевой отметке спортсмен производит как бы выравнивание с помощью плавной работы клевантами. Зависание над целью, как уже говорилось, должно произойти на высоте 5—10 см, при этом не должно быть ни вертикального, ни горизонтального перемещения, затем спортсмен ставит пятку на нулевую отметку цели.

Такая обработка цели — гарантия точного поражения ее.

Пятка должна полностью закрывать «0». Нельзя, чтобы какая-то часть нуля выступала за нее. Некоторые спортсмены обычно делают это «для удобства визирования», но при таком положении, казалось бы стопроцентно нулевом, результат обычно бывает 1—2 см, т. е.

та часть нулевой отметки, которая была видна из-под пятки.

Второй метод обработки цели — заход на нулевую отметку по точно рассчитанной глиссаде и с высоты 25—30 м постоянное визирование цели. Помехи из-за ветра (его усиления или уменьшения) своевременно устраняются посредством строп управления. Спортсмен с заранее подобранной горизонтальной и вертикальной скоростью пяткой поражает цель. Этот метод дает большую надежность прихода парашютиста в район точного приземления, но не позволяет достигать стабильных нулевых результатов. Обычно результаты хорошо подготовленных спортсменов при пользовании этим методом — 1, 2, 3 см. При осваивании планирующих парашютов данный метод долгое время был основным.

При допущении ошибок в расчете, при недолете используется метод «наплыва» на цель. Технически он выполняется так: увеличивается горизонтальная скорость, затем при подходе к цели спортсмен затягивает стропы управления, то есть переводит мягкое крыло на большие углы атаки. При этом уменьшается вертикальная скорость, а горизонтальная не успевает угаснуть, и спортсмен как бы наплывает на цель. Такой метод работы не всегда гарантирует надежный результат, но им можно пользоваться, когда допущена ошибка при подходе к цели (рис. 47).

При сильном ветре 7 м/с спортсмену приходится визировать нулевую отметку цели в основном вертикально. Маневрирование горизонтальной скоростью очень ограничено, так как весь ее запас тратится, чтобы удержаться в нормальном положении над целью. Обработка нулевой отметки происходит с большой вертикальной скоростью и малой или даже нулевой горизонтальной скоростью. Требуется большой опыт, чтобы из этого положения точно поразить цель (рис. 48).

В общем, спортсмен-парашютист в процессе тренировок должен в совершенстве овладеть всеми методами обработки цели, так как реальные погодные условия, даже в течение одного прыжка, могут меняться так, что приходится с одного метода срочно переходить на другой, третий, потом опять возвращаться к первому. Мастерство спортсмена в том и заключается, чтобы, учитывая погодные условия, выбрать из многих вариантов поражения цели оптимальный.

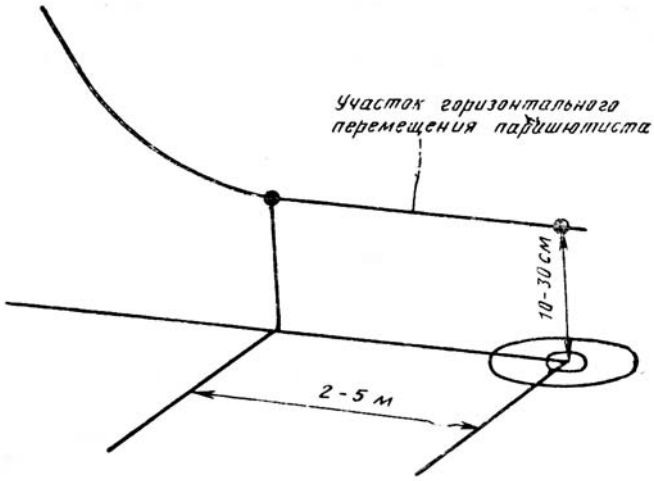


Рис. 47. Метод «наплыва» при исправлении недолета

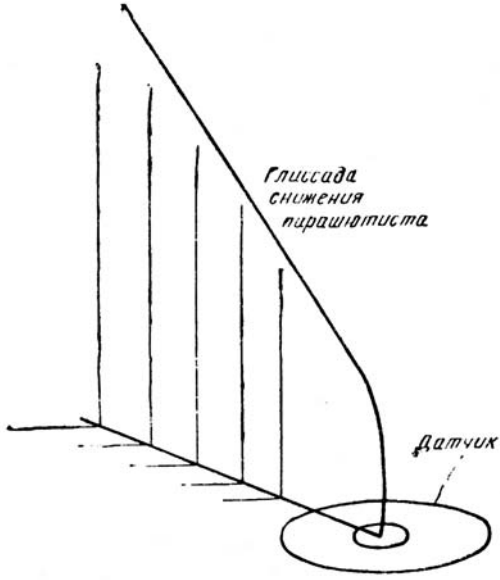


Рис. 48. Обработка цели при сильном ветре (7 м/с)

Можно в совершенстве овладеть всеми методами обработки нулевой отметки цели, но не уметь правильно поставить ногу на «пятачок». Рабочая нога должна быть слегка напряжена, чуть согнута в колене, носок подтянут на себя. Другая нога приподнята и выведена вперед. Не рекомендуется вторую ногу оставлять под собой или выводить назад. Пятку рабочей ноги держать ровно, то есть «не «косолапить» ни на внутреннюю, ни на внешнюю сторону.

В настоящее время имеется два мнения: одно — что при прыжках на точность приземления в подвесной системе выгоднее сидеть (правда, современная парашютная система не позволяет сидеть в ней), другое — что спортсмен должен висеть в подвесной. Мне представляется наиболее правильным второе, так как при данном положении вся система спортсмен-парашют будет более жесткой, менее подверженной раскачиванию при изменениях величины горизонтальной скорости, а значит, обеспечит более точное визирование цели, более точный подход к ней, следовательно, и более высокие результаты.

При подготовке к прыжку на точность приземления, как уже говорилось выше, нужно составить план прыжка, в котором предусмотреть все вплоть до мелочей.

Вот некоторые советы, которые необходимо учитывать спортсмену.

Конус-указатель силы и направления ветра должен быть одинаково отторирован на силу и направление. Например, если конус висит — ветер 0 м/с; конус держит форму, но хвост его опущен — ветер до 3 м/с; конус напряжен, расправлен во всю длину — ветер 6 м/с; конус напряжен, хвост забрасывается вверх — ветер более 6 м/с. Но на каждом аэродроме конусы шьются по-своему и, кроме того, из разной ткани (перкаль, капрон, шелк). Поэтому и признаки силы ветра у них не будут совпадать с признаками классического конуса. Перед прыжками на незнакомом аэродроме или другой площадке тренеру нужно обязательно подойти к анемометру и, в соответствии с показаниями прибора, периодически говорить, какой силы ветер. Спортсмены в это время смотрят на конус и запоминают его положение. Понаблюдав некоторое время, тренер и спортсмен меняются ролями. Теперь спортсмен, глядя на конус, говорит, какой силы ветер. А тренер сверяет точность

расчета по прибору и при необходимости дает поправку спортсмену. Потребуется небольшой ежедневный тренаж, чтобы научиться по положению конуса точно определять силу ветра у земли.

Кроме конуса на площадке приземления всегда есть дополнительные ориентиры — дым, флаги, ленты, деревья и др. Их также следует держать в поле зрения.

Отдельные команды возят с собой свой ленточный указатель, по которому, предварительно проведя тренажи, очень точно определяют силу ветра.

Цель поражают при правильном заходе на нее только пяткой (рис. 49). Но для этого нужно выбрать точную глиссаду и быть строго в створе ветра. Поражение цели носком (например, при перелете), шпагатом в сторону (когда спортсмен вне створа), вытягиванием ноги вперед и ударом по датчику внахлестку пяткой с последующим жестким приземлением на «пятую точку» (при недолете) не гарантирует точного попадания в цель, но в процессе тренировок эти приемы следует отрабатывать, так как на соревнованиях могут возникнуть непредвиденные ситуации (рис. 50—52).

Следует учитывать погодные условия (ясно или пасмурно), время суток, материал, из которого сделан круг приземления (керамзит, галька, сухие опилки, сухой или мягкий песок и др.). Например, если с утра было сыро (после дождя, обильная роса), а затем взошло солнце и песок стал прогреваться, то перед заходом на кромку круга купол будет тормозиться, так как над травой будет прохладный воздух, а над кругом будет парить. Купол как бы натыкается на «стенку», которую нужно «пробить» скоростью. Если не учесть этого, будет недоход. В период с 11 ч 30 мин до 15 ч 30 мин идет интенсивный прогрев почвы, поэтому возможна болтанка. Такие нюансы всегда принимаются в расчет опытными спортсменами.

Особенности захода на цель в сложных погодных условиях

Построение коробочки в сложных условиях ставится в зависимость от средней силы ветра, но с непременным запасом высоты 20—30 м. Спортсмен должен быть подготовлен к этой работе не только технически, но и психологически.



Рис. 49. Цель поражают при правильном заходе только пяткой



Рис. 50. Заход на цель вне створа ветра и с недоходом



Рис. 51. Заход на цель с недоходом



Рис. 52. Ошибка при постановке ноги на нулевую отметку цели

Сложная обстановка требует быстрой реакции на часто изменяющиеся условия, умения предугадать изменения. Должно быть развито высокое чувство купола, на все изменения воздушной среды следует реагировать изменением скорости. Ни в коем случае нельзя доводить горизонтальную скорость до полного торможения.

В сложной обстановке сначала работа идет на центр круга, после чего обрабатывается нулевая отметка. Нельзя делать продолжительные паузы. При большой паузе в верхнем режиме купол набирает скорость, и в непосредственной близости к земле требуется значительное время на уменьшение скорости из-за влияния воздушной «подушки». Пауза в режиме торможения чревата неустойчивостью, парашют находится во власти потоков. Может даже наступить произвольный срыв и падение парашютиста.

Все изменения, вызванные сложными погодными условиями (провалы, подъемы, раскачивания, изменения направления), парировать можно только запасом диапазона скоростей, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

Основное при работе в сложных условиях — не допускать полного торможения купола и знать особенности данного круга.

Если прыжки проходят на парашютодроме с земляным валом или зона круга опоясана лесом, то при сильном (5—7 м) ветре появляется зона затенения или вспухания. Чем сильнее ветер, тем больше зона затенения, тем ближе к центру она расположена. Если этого не учитывать, то возможен недоход.

В настоящее время все чаще организуются прыжки на стадионы, а в скором будущем соревнования будут проходить в основном на стадионах и в парках на ограниченных площадках, у которых есть свои особенности. При входе в чашу стадиона эффект пульверизатора не дает спортсмену снизиться. Затем, когда опускаешься ниже верхнего обреза трибун, попадаешь в сильную турбулентную зону (рис. 53).

Вот как описывает свои впечатления заслуженный мастер спорта, дважды абсолютный чемпион мира Н. П. Ушмаев после прыжка на Олимпийский стадион в Сеуле: «При заходе на стадион парашют вначале не снижается, а как бы плывет над трибунами. Нажимая на стропы управления, как бы вдавливаешь его в чашу

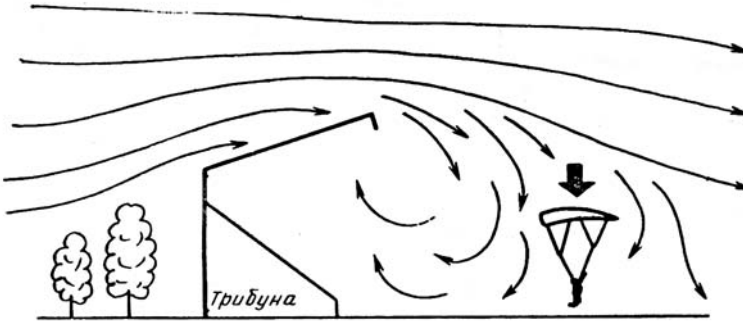


Рис. 53. Турбулентная зона ниже верхнего обреза трибун стадиона

стадиона. Затем начинается болтанка, частая смена восходящих потоков. И только на высоте 15—20 м обстановка становится спокойной».

Учитывая перспективы развития парашютного спорта, нужно чаще проводить тренировки на ограниченных площадках и стадионах. Конечно, при этом нельзя пренебрегать требованиями безопасности прыжков с парашютом.

Групповые прыжки на точность приземления

Это одно из сложнейших и ответственных упражнений в программе соревнований. И не только из-за того, что в прыжке участвуют 4—5 и более спортсменов, но и из-за большого морально-психологического напряжения каждого участника. План прыжка отрабатывается не только группой, но и каждым спортсменом отдельно, так как в группе имеются спортсмены с разным весом. Определяется очередность отделения — обычно первым отделяется спортсмен с большим весом, последним — самый легкий. Учитывается время прохода на боевом курсе, направление, интервал отделения, задержка в открытии парашюта каждым спортсменом, взаимодействие в группе.

Расчет прыжка в воздухе производит обычно капитан команды или опытный спортсмен.

В зависимости от погодных условий групповые прыжки выполняются двумя способами: с немедленным от-

крытием парашюта (высота раскрытия парашютов у всех парашютистов группы будет одинаковой) и с задержкой в раскрытии парашюта каждым парашютистом.

При отделении группы с немедленным открытием парашюта всегда определяется точка отделения первого спортсмена, а для остальных рассчитывается временной интервал отделения от самолета. Отделение всей группы должно произойти в конусе возможностей парашюта.

Радиус конуса возможностей парашюта определяется по формуле

$$R = H \cdot K,$$

где R — радиус; H — высота; K — качество парашюта $\left(K = \frac{V_{гор}}{V_{верт}}\right)$.

При идеальном раскладе первый парашютист должен покинуть самолет на расстоянии $L—R$, а последний — $L+R$. Если качество планирующего парашюта равно 2, то радиус конуса возможностей равен 2000 м. Но чтобы не ставить первого и последнего парашютистов в крайне тяжелое положение, то есть чтобы они не находились на границах возможного, рассчитывается время отделения первого парашютиста, а остальным, в зависимости от скорости ветра на высоте, задается временной интервал отделения. После отделения, раскрытия и приведения парашютов в рабочее состояние уточняется расчет и воздушная обстановка, а затем уже выполняется разбежка по высоте. Наибольшая ответственность ложится на первого парашютиста. Он должен сразу же приступить к потере высоты, так как он отделяется в зоне нейтрального купола. Причем чем сильнее ветер, тем внимательнее нужно следить, чтобы при скручивании не выскочить за створ или не подойти очень близко к цели. Верхний парашютист зависает и плавно подходит к зоне выброски нейтрального купола. Команды в группе подаются голосом сверху вниз. Если выброска произведена близко к цели, то высоту следует терять на малом сносе, при помощи натяжения передних лямок или комбинированным способом — скручиванием и натяжением лямок. Если далеко, то сначала следует прийти в зону нормальной выброски. Оптимальное расстояние между членами группы по высоте — 50—70 м. При построении коробочки в группе нужно иметь всегда запас высоты 20—30 м, как при работе в

сложных условиях. При нормальной разбежке по высоте обработка цели производится как при одиночных прыжках на точность приземления.

Если же групповой прыжок выполняется с задержкой в открытии парашюта, то каждому участнику дается время задержки. Последний обычно отделяется с немедленным открытием. Работа в группе проводится согласованно. Если при открытии парашютов не обеспечена нормальная разбежка по высоте (50—70 м), то нужно применить метод скручивания с высоты.

При работе не бойтесь находиться над куполом товарища, это не влияет на безопасность прыжка. В группе не рекомендуется заходить на цель в спутной струе впереди идущего парашютиста, так как последует провал. При приземлении следует быстро освободить место на кругу, чтобы обеспечить нормальную работу сзади идущему товарищу.

Рекомендации для начального обучения прыжкам на планирующих парашютах

К прыжкам с планирующими парашютами следует допускать спортсменов, которые отлично освоили свободное падение и могут открывать парашют без потери равновесия, придавая телу положение, при котором рекомендуется вводить в действие систему.

При первых прыжках на планирующих парашютах спортсмену дается задание ознакомиться с летными возможностями парашюта, его управляемостью. Несмотря на надежность парашюта на всех режимах, не следует проводить первые прыжки на ограниченных площадках.

Несколько первых прыжков нужно выполнять при ветре у земли 3—5 м/с с высоты 1200—1300 м. Это дает возможность парашютисту опробовать все режимы работы купола на высоте.

Для того чтобы спортсмен чувствовал себя более уверенно, первые прыжки выполняются в паре с инструктором, который, находясь рядом, может подсказать ему действия.

На земле должен быть опытный инструктор, который внимательно следит за парашютистом и подсказывает ему по громкоговорителю.

Парашют должен быть хорошо отрегулирован. Нельзя давать начинающим спортсменам новые, неопрыганные парашюты.

Рекомендуется на первых прыжках заходить на прямую против ветра на высоте 250—300 м, чтобы дать парашютисту больше поработать на прямой, лучше почувствовать купол.

Не допускать, чтобы парашютисты во время первых прыжков работали на точность приземления. Не имея опыта, они могут ввести парашют в режим свала и получить травмы. Лучше, чтобы они просто полетали.

В момент касания земли не следует рекомендовать дожимать клеванты до полного торможения или выполнять приземление с выравниванием. Начинающие парашютисты плохо «видят землю», могут выполнить дожим клевантов или выравнивание с разгона на большой высоте и получить травмы при приземлении. При выполнении первых прыжков на планирующих парашютах у парашютиста обязательно должен быть высотомер. Каждый прыжок парашютиста следует тщательно разобрать и только после этого допускать к следующему прыжку.

При серьезном подходе к обучению, отсутствии спешки освоение планирующих парашютов больших затруднений не вызывает.

Глава V.

ПРЫЖКИ С ВЫПОЛНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА ФИГУР В СВОБОДНОМ ПАДЕНИИ

(индивидуальная акробатика)

Акробатика — слово греческого происхождения. В буквальном смысле — «поднимающийся вверх». Часто слова «акробатика», «акробат» употребляются для определения высокой степени проявления физических качеств, в особенности ловкости и быстроты ориентировки. Это смысловое значение слова является до некоторой степени определяющим и само понятие «акробатика». Такое определение дается в энциклопедическом словаре по физической культуре и спорту.

В парашютном спорте индивидуальная акробатика,

в отличие от наземной, выполняется спортсменами в свободном падении под постоянным воздействием ускорения свободного падения, при тесном взаимодействии воздушной среды и спортсмена.

В этом упражнении парашютного спорта наши спортсмены неоднократно становились чемпионами мира. Так, на третьем чемпионате мира в 1956 г., проходившем в Москве, в программу впервые были включены прыжки с выполнением четырех спиралей-разворотов на 360°. Победу одержали Галина Мухина, Николай Никитин и Виктор Раков. Через два года в комплекс фигур введено заднее сальто. Чемпионкой мира стала Вера Зубова (Слободенюк). Затем чемпионами мира по акробатике становились: Евгений Ткаченко (1962, 1964), Владислав Крестьянников и Татьяна Воинова (1966), Владимир Гурный и Татьяна Воинова (1968), Леонид Ячменев и Валентина Закорецкая (1970), Николай Ушмаев и Наталья Сергеева (1974), Григорий Сурабко (1976), Николай Ушмаев (1978, 1980, 1984), Александра Швачко (1980). Призерами были в разное время Майя Костина, Лариса Корычева, Елена Буркова, Наталья Филенкова, Тамара Качан, Вячеслав Валюнас, Владимир Колесник, Владимир Бучнев и другие.

В настоящее время при обучении парашютистов широко применяются киносъемка и видеосъемка, что позволяет тренерам и обучаемым более тщательно проанализировать выполнение комплекса фигур в свободном падении ведущими спортсменами мира, найти оптимальную скорость и методы выполнения акробатических фигур.

На этой основе была выработана методика обучения спортсменов. Большой вклад в ее развитие внесли наши тренеры П. Сторчиенко, В. Жариков, В. Лапицкий, И. Терло, В. Покатилов, Ю. Соболев, а также первые наши воздушные операторы — Ф. Неймарк, С. Киселев, Р. Силин, Ю. Соболев.

В настоящее время в парашютном спорте выполняют четыре комплекса фигур в свободном падении:

1. Левый комплекс: спирали левая, правая — сальто заднее, спирали левая, правая — сальто заднее.

2. Правый комплекс: спирали правая, левая — сальто заднее, спирали правая, левая — сальто заднее.

3. Левый крест: спирали левая, правая — сальто заднее, спирали правая, левая — сальто заднее.

4. Правый крест: спирали правая, левая — сальто заднее, спирали левая, правая — сальто заднее.

Свободное падение тел в воздухе

В безвоздушном пространстве на свободно падающее тело действует ускорение свободного падения $g = 9{,}81$ м/с^2, сила сопротивления Q отсутствует. Поэтому скорость падения тел в безвоздушном пространстве с течением времени будет постоянно возрастать под действием ускорения свободного падения $V = gt$.

При падении в воздухе на тело, кроме ускорения свободного падения, будет действовать в противоположном направлении сила сопротивления воздуха Q:

$$Q = C_X \frac{\rho V^2}{2} S.$$

Когда сила тяжести тела $G = mg$ уравновесится силой сопротивления Q, дальнейшего роста скорости свободного падения тела происходить не будет, то есть достигнуто равновесие:

$$Q = G = \frac{\rho V^2}{2} S.$$

Это означает, что тело достигло критической равновесной скорости падения:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{2G}{\rho C_X S}}.$$

Из формулы видно, что критическая скорость падения тел в воздухе зависит от веса тела, коэффициента сопротивления тела C_X, площади сопротивления тела. Коэффициент сопротивления C_X человека может изменяться в широких пределах. Среднее его значение $C_X = 0{,}195$; максимальное значение примерно 150%, а минимальное 50% от среднего.

Обычно вместо миделя (S) условно берется квадрат высоты тела — l^2. Собственный рост каждому известен. Взять величину роста в квадрате вполне достаточно для расчета, то есть:

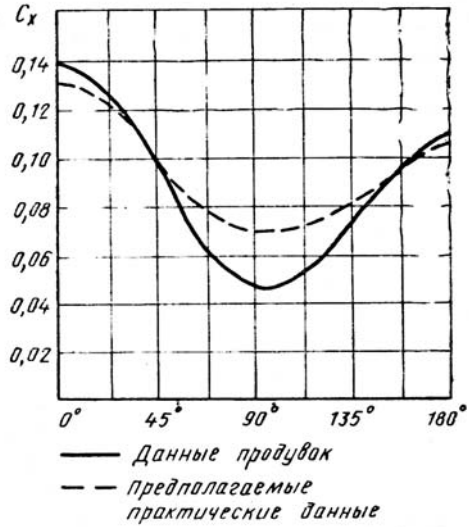


Рис. 54. Изменение коэффициента сопротивления тела парашютиста в зависимости от его положения

$$Q = C_X \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot l^2.$$

Максимальное значение коэффициента лобового сопротивления получаем при положении тела плашмя лицом вниз, минимальное — при положении, близком к вертикальному падению вниз головой.

На рис. 54 показано изменение коэффициента сопротивления тела парашютиста в зависимости от его положения. 0° соответствует падению тела плашмя лицом вниз, 90° соответствует падению вниз головой, 180° — плашмя вниз спиной.

Такой диапазон изменения коэффициента сопротивления дает следующие возможные значения равновесной скорости падения парашюта в воздухе нормальной плотности (то есть на наших рабочих высотах). При падении головой вниз — 58—60 м/с; при падении плашмя — 41—43 м/с. Например, при весе парашютиста 90 кг, росте 1,7 м, плотности 0,125 $\frac{кг \cdot с^2}{м^4}$, среднем коэффициенте сопротивления $C_X = 0{,}195$ скорость падения будет равна:

$$V = \sqrt{\frac{2G}{C_X \rho l^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{0{,}195 \cdot 0{,}125 \cdot 1{,}7^2}} \approx 50 \text{ м/с}.$$

Если при этих условиях продолжать падение вниз головой, то равновесная скорость падения будет равна приблизительно 59 м/с.

При выполнении комплекса фигур в свободном падении коэффициент сопротивления колеблется около своего среднего значения. При изменении веса парашютиста на 10 кг скорость его падения изменяется приблизительно на 1 м/с, то есть на 2%.

Из всего вышеизложенного становится понятно, почему парашютисты перед выполнением фигур стараются достигать максимальной скорости падения. Следует заметить, что при падении тела в любом положении равновесная скорость достигается на 11—12-й секунде. Поэтому парашютисту нет смысла делать разгон дольше 12—15 с. Большого эффекта при этом не достигается, однако теряется высота, запас которой никогда не бывает лишним.

Для наглядности можно привести пример: максимальная скорость падения при прыжке с высоты 1000 м достигается на 12-й секунде падения. При прыжке с высоты 2000 м — на 12,5-й секунде, а при прыжке с высоты 4000 м — на 14-й секунде.

Падение тела с горизонтально летящего самолета

После отделения от горизонтально летящего самолета тело по инерции продолжает двигаться в направлении полета самолета, а под действием силы тяжести стремится вниз. В результате оно движется по кривой, постепенно отклоняясь от горизонтального движения и приближаясь к вертикальному.

В первые секунды падения тела горизонтальная составляющая скорости V_X, вследствие значительного сопротивления воздуха движущемуся телу, будет заметно уменьшаться, а вертикальная составляющая V_Y из-за малого времени падения увеличивается незначительно, поэтому результирующая скорость тела $V_t = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2}$ будет в первые секунды падения уменьшаться. При дальнейшем падении тела скорость V_t будет увеличи-

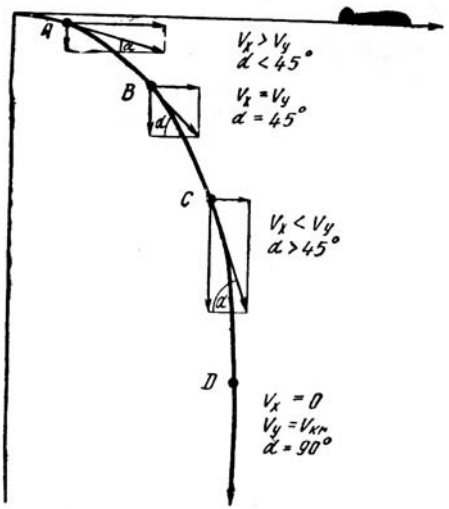


Рис. 55. Изменение векторов горизонтальной и вертикальной составляющих скорости падения

ваться, стремясь к $V_{кр}$, то есть равновесной скорости падения. При скорости горизонтального полета больше равновесной скорости результирующая скорость стремится к минимуму.

На рис. 55 дано схематичное изменение векторов горизонтальной и вертикальной скоростей в зависимости от времени падения.

В точке В результирующая скорость достигает минимального значения.

На рис. 56 приведены кривые горизонтальной скорости парашютиста, прыгающего с горизонтально летящего самолета на разных скоростях на наших рабочих высотах. Видно, что горизонтальная скорость быстро уменьшается и спустя 15 с становится настолько малой, что ее можно не учитывать. Однако спортсмена-парашютиста это не может устроить, так как ему данные 15 с нужны не только, чтобы погасить горизонтальную скорость, но и набрать максимальную вертикальную скорость. Поэтому парашютисты пользуются приемом быстрого уменьшения горизонтальной скорости, увеличивая максимально площадь сопротивления тела, то есть отделяясь стоя, и по истечении приблизительно 5 с тор-

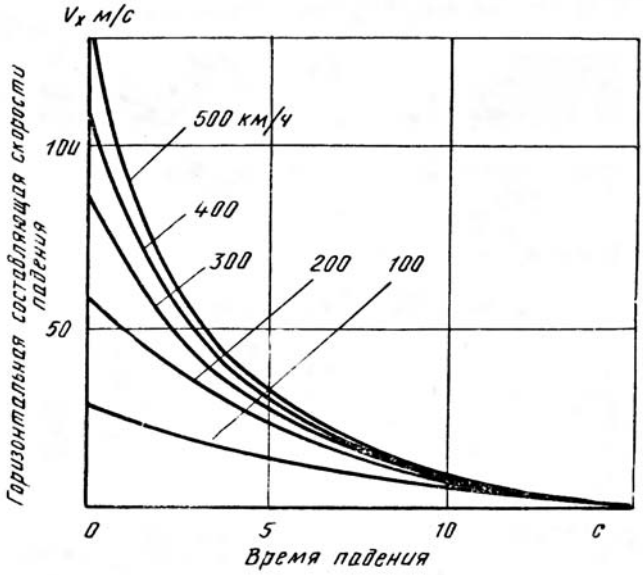


Рис. 56. Горизонтальные скорости тела при прыжках на разных скоростях полета самолета

можения переходят в режим разгона (отвесное пикирование или плотная группировка).

Если горизонтальная скорость не будет погашена или будет погашена не полностью, то горизонтальные фигуры будут выполняться с заносом. А спирали — не вокруг передне-задней оси, а как бы по окружности. Парашютисту будет казаться, что его вращение происходит на большой скорости, хотя в действительности это не так. Кроме того, имея горизонтальную скорость перемещения, парашютист рискует вообще сорваться при выполнении комплекса.

Оси вращения парашютиста

Парашютист во время выполнения комплекса фигур в свободном падении вращается вокруг трех осей, которые проходят через общий центр тяжести (ОЦТ). Передне-задняя ось *Z* как бы пронизывает парашютиста спереди назад. Вокруг нее выполняются горизонтальные

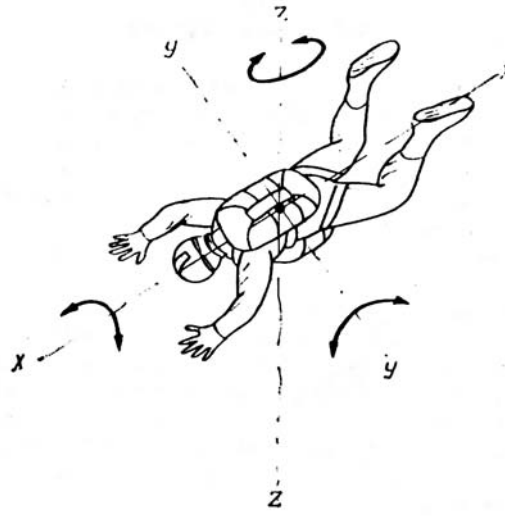


Рис. 57. Оси вращения парашютиста: Z — передне-задняя ось; Y — поперечная ось; X — продольная ось

фигуры — спирали. Поперечная ось Y как бы пронизывает парашютиста сбоку. Вокруг нее выполняются вертикальные фигуры — сальто. Продольная ось X проходит вдоль тела человека. Вокруг нее выполняются вращательные движения — бочки. В каком бы положении ни был человек, названия осей вращения не изменяются. При выполнении спиралей ограничено вращение вокруг поперечной и продольной осей (пикирование, кабрирование, крены), а при выполнении сальто — вокруг продольной и передне-задней осей. Допустимая величина отклонения при выполнении горизонтальных и вертикальных фигур, а также размеры штрафа за это оговариваются правилами соревнований.

Теперь мы можем сказать, что спираль — это разворот парашютиста на 360° вокруг передне-задней оси. Движение центра тяжести при этом происходит вертикально вниз.

Сальто — это разворот парашютиста на 360° вокруг поперечной оси (рис. 57).

Отработка отделения от самолета и устойчивого свободного падения

После прохождения первоначального обучения происходит отбор парашютистов для продолжения обучения их по спортивной программе. Еще в период первоначального обучения инструктор парашютной подготовки должен изучать их с точки зрения возможности их перевода на следующий этап.

При этом нужно обращать внимание на следующее:

общеобразовательный уровень;

уровень физической подготовки;

структуру личности будущего спортсмена (темперамент, характер, способности, направленность).

Рекомендации по изучению структуры личности приведены в книге Г. Е. Леевика «Личность и деятельность спортсмена-парашютиста» (М.: ДОСААФ, 1986).

Работа тренера со спортсменом начинается до прыжков на индивидуальную акробатику. Все парашютисты по-разному воспринимают свои неудачи и победы. Задача тренера — своевременно разделить с ними горечь неудач и радость побед, пусть даже незначительных.

При проведении теоретических занятий и наземной подготовки нужно научить спортсмена правильно подгонять снаряжение, что имеет немаловажное значение для усвоения методов отделения от самолета и отработки устойчивого падения.

Для первоначального обучения отделению от самолета в современном парашютном спорте применяют в основном отделение «на мотор».

Обучение следует начинать на земле, отделяясь из макета самолета на батут или на растянутый брезент. Исходное положение спортсмена — правая нога у переднего обреза двери, левая нога за правой, корпус слегка согнут, правая рука держит передний обрез двери чуть выше отверстия под защелку. Левая рука на кнопке секундомера. Выносом левой ноги за борт и легким толчком правой ноги спортсмен должен отделиться и, включив секундомер, лечь «на поток» (брезент, батут). При этом спина должна быть незначительно прогнута, ноги незначительно согнуты в коленном и тазобедренном суставе и разведены, руки отведены в стороны и согнуты в локтевых суставах под углом приблизительно 90—120°.

Отработав метод отделения «на мотор» на земле, можно переходить к обучению отделению из самолета в воздухе. При этом использовать по программе обучения все прыжки со стабилизацией падения, стягиванием чехла, расчековкой ранца.

После устойчивого отделения «на поток» можно переходить к обучению прыжкам с задержкой в открытии парашюта. Методика обучения описана в программе парашютной подготовки. Хочу лишь напомнить, что до перехода к прыжкам с задержкой в открытии парашюта следует провести занятия и рассказать о возможных ошибках, которые могут привести к нестабильному падению. Занятия нужно сопровождать показом упражнений и тренировкой на снарядах парашютного городка (горизонтальная доска, подвесная система). Напомнить, что если человек в воздухе напряжен, сильно прогнут, то чувствует поток он слабо, и тогда свободное падение сопровождается клевками, кабрированием, рысканием, креном влево-вправо, может перейти в беспорядочное падение или штопор. Рассмотрим причины этих явлений и методы их устранения.

Клевок на голову — прямые ноги (слегка согнуть в коленях). Могут быть ноги в нормальном положении, но руки далеко отведены назад (вывести плавно руки вперед).

Кабрирование — руки далеко вынесены вверх (подобрать руки).

Рыскание — спортсмен излишне напряжен.

Крен влево или вправо — несимметрично расположены руки.

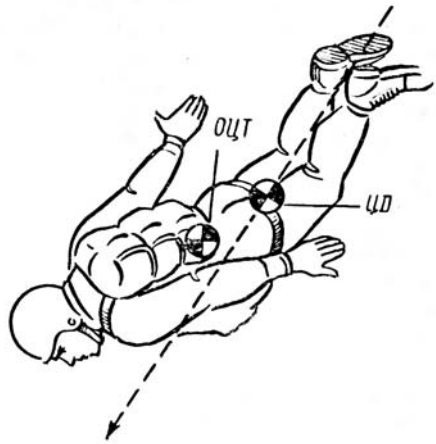
Беспорядочное падение — раскинуть руки и ноги на всю ширину.

Падение на спине — для перехода в нормальное падение прижать к телу левую руку, правую отвести в сторону или наоборот. При повороте лицом к набегающему потоку воздуха занять положение устойчивого падения.

Штопор — при современной методике выхода из плоского штопора достаточно определить сторону вращения, раскинуться и повернуть ладони в противоположную сторону вращения.

На занятиях следует рассказать, что если центр давления (ЦД) будет находиться сзади ОЦТ на продольной оси, то возникнет пикирующий момент, если наоборот, то кабрирующий момент (рис. 58).

Рис. 58. Пикирование (ЦД находится сзади ОЦТ)



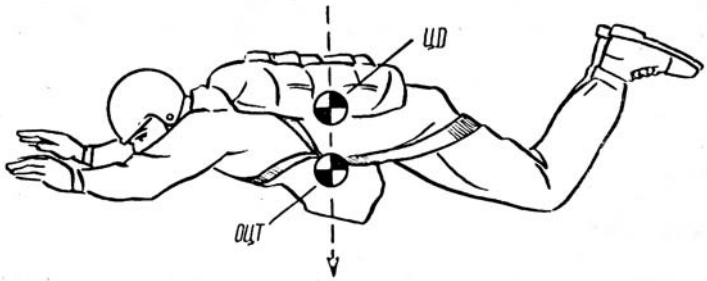


Рис. 59. Устойчивое падение (ОЦТ ниже ЦД)

Если ЦД расположен выше ОЦТ, то падение будет устойчивым (рис. 59).

Если ЦД находится в одной точке с ОЦТ, то падение будет безразличным (рис. 60).

Если ЦД будет находиться ниже ОЦТ, то падение будет неустойчивым (рис. 61).

Свободное падение (прыжки с задержкой в открытии парашюта) считается отработанным тогда, когда спортсмен устойчиво падает на выбранный ориентир, без клевков, рысканий и кренов, точно выдерживает время задержки и открывает парашют, придав телу положение, рекомендованное инструкцией для данного типа парашюта.

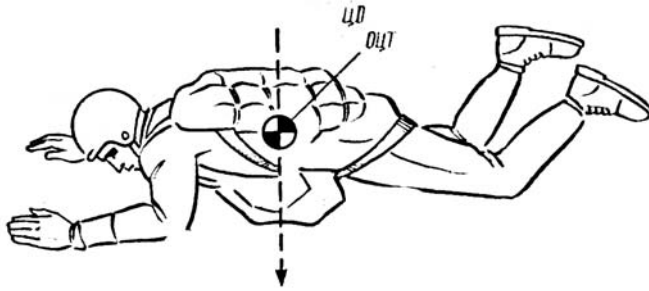


Рис. 60. Безразличное положение тела (ОЦТ в одной точке с ЦД)

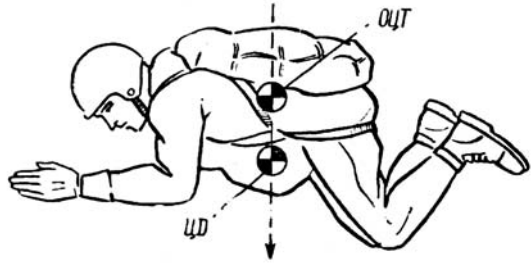


Рис. 61. Неустойчивое положение тела (ОЦТ выше ЦД)

Выполнение акробатических фигур в свободном падении

После отработки стабильного свободного падения, правильного положения тела в момент открытия парашюта можно переходить к обучению выполнению горизонтальных (спиралей) и вертикальных (сальто) фигур.

Некоторые тренеры и инструкторы считают, что после отработки стабильного свободного падения следует переходить к обучению свободному падению в группировке, а затем к обучению горизонтальным, вертикальным фигурам и комплексу в целом.

Я придерживаюсь точки зрения тренера И. Фасхутдинова, что нужно пользоваться методом «от простого к сложному». Сначала следует отработать спирали при несгруппированном положении тела, потом — сальто. Затем на малых скоростях связать комплекс в единое целое. Время выполнения комплекса при этом — до 14—15 с. Второй этап — освоить падение в средней группировке, отработать в таком положении спирали, саль-

то. Время выполнения комплекса при этом дойдет до 13—11 с. Третий этап — отработать в полной группировке падение и выполнение спиралей и сальто, совершенствовать мастерство, добиваясь минимального времени выполнения комплекса, отточенности движений и чистоты исполнения.

Выполнение горизонтальных фигур

Первый этап. Сначала прыжки на отработку горизонтальных фигур выполняются только при помощи ладоней рук. Цель этих прыжков — дать спортсмену возможность опробовать работу «рулей» (ладоней рук) при постановке их под углом к набегающему потоку. При постановке «рулей» на ввод в спираль, например левую, следует уточнить, как ставить ладони. Часто говорят: левая спираль — ладони повернуть влево, правая спираль — ладони повернуть вправо. Но данные рекомендации трудно осуществить, к тому же и при буквальном их исполнении положение рук не соответствует нужному для ввода в спираль.

В науке повороты кистей рук или стоп в том или ином направлении называются супинацией или пронацией.

Считается, что нормальное положение кисти руки — ладонью вниз. Поворот ладонью вверх называется супинацией, обратный поворот кисти называется пронацией (рис. 62).

То же самое для стоп ног — повороты ступней пятками вовнутрь называются супинацией, а повороты ступней ног пятками вне называются пронацией.

При супинировании и пронировании кистей рук воздействие силы потока раскладывается на две составляющие — на силу сопротивления кисти набегающему потоку и на боковую составляющую, которая вызывает вращение тела вокруг передне-задней оси. Для простоты изображения представим кисть плоской пластинкой и, разворачивая ее под определенным углом к потоку, разложим силу сопротивления на составляющие (рис. 63).

Это элементарное разложение сил, но не надо забывать, что кисть руки в перчатке со сведенными вместе пальцами представляет собой определенный профиль, при обтекании которого потоком возникает подъемная

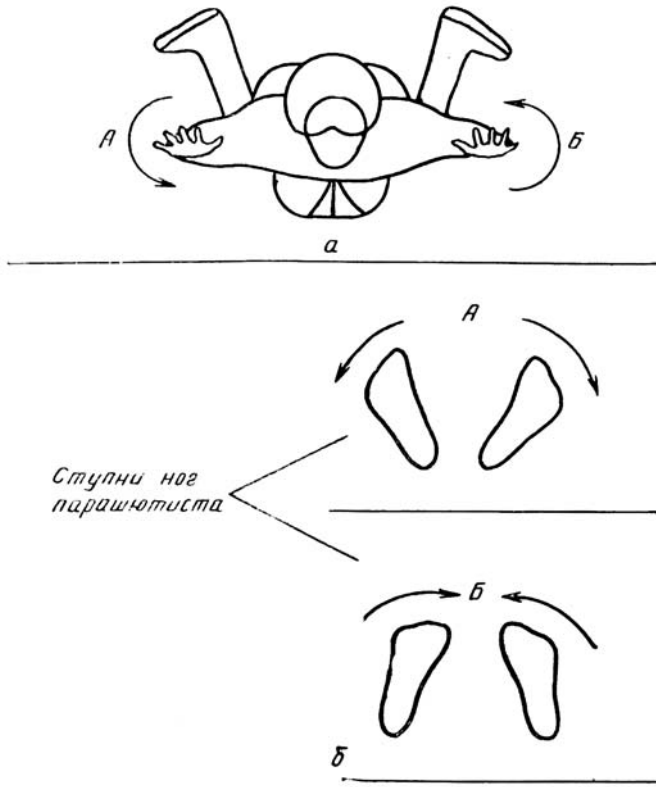


Рис. 62. А — супинация; Б — пронация: *а* — рук; *б* — ног парашютиста

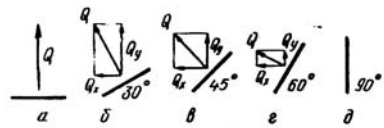


Рис. 63. Разложение силы сопротивления потока, набегающего на пластину, на составляющие: *а* — угол между пластиной и потоком 0°; *б* — пластина под углом 30°; *в* — под углом 45°; *г* — под углом 60°; *д* — под углом 90°

сила. В данном случае это боковая составляющая, которая и вызывает вращение. Угол, на котором мы отмечаем максимум боковой составляющей — 45°, но в действительности он может быть и большим. Спортсмену предоставляется возможность самостоятельно найти такой оптимальный угол постановки кисти к потоку, при котором он получает максимальный эффект вращения. То же самое можно сказать и о положении ступней ног. На первом этапе обучения комплексу фигур в свободном падении работаем в устойчивом равновесии, то есть центр тяжести (ЦТ) находится ниже центра давления (ЦД) падение плашмя.

Спираль. Ввод в левую спираль — в устойчивом падении кисти рук ставятся под оптимальным углом к набегающему потоку. Кисть левой руки супинируется, то есть поворачивается влево ладонью вовнутрь. Кисть правой руки пронируется, то есть поворачивается влево ладонью вне. В плечевом и локтевом суставах руки зафиксированы усилием мышц. Отсутствие фиксации может увести левую руку к бедру, то есть к центру тяжести, и боковая составляющая сила, не имея плеча, не будет разворачивать тело вокруг передне-задней оси. Правая рука, не зафиксированная в локтевом и плечевом суставах, позволит боковой составляющей увести кисть к голове. Спираль не получится или вращение будет очень медленным со сваливанием в левый крен.

В начале вращения кисти рук должны оставаться в положении ввода. Не доходя до ориентира 20—30°, кисти рук следует плавно поставить на вывод, то есть кисть левой руки пронируется, кисть правой руки супинируется до положения, при котором возникает максимальная боковая составляющая. Будем условно считать, что это угол 45° к потоку. Нужно требовать от спортсмена выполнения спирали с выходом точно на ориентир.

В такой же последовательности выполняется правая спираль (рис. 64).

При выполнении спиралей на этапе первоначального обучения могут возникать следующие ошибки:

спираль выполняется «с клевком» или «с зарыванием». Причины — несимметрично расположены руки, или вытянуты и напряжены ноги, или ладони повернуты под слишком большим углом к потоку, или плохо подогнаны парашюты и подвесная система;

прерывистые спирали — спортсмен «ловит» воздух

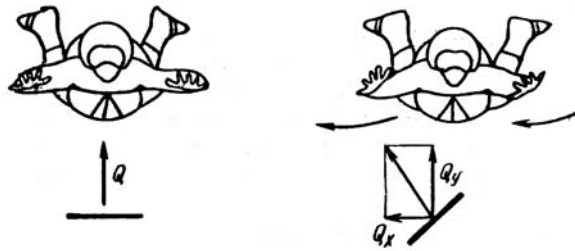


Рис. 64. Падение плашмя и ввод в правую спираль

кистями рук, постоянно меняет угол наклона ладоней к набегающему потоку;

при вводе нет вращения — ладони поставлены под нулевым углом к потоку или повернуты навстречу друг другу;

вывод из спирали не по ориентиру, с «недомахом» или «перемахом» — ранняя или поздняя постановка рулей на вывод.

После того как спортсмен научится стабильно делать спирали, можно переходить к обучению выполнения сальто назад. Здесь нужно сказать, что к обучению горизонтальным и вертикальным фигурам следует приступать после отработки их на тренажерах — на горизонтальной доске, на подвесной системе. Не следует забывать и о специальной направленности физической подготовки — акробатика, гимнастика, легкая атлетика, особенно бег на короткие дистанции, ускорения, лопинг, батут, плавание, акробатика в бассейне, прыжки в воду и др.

Начинать отработку сальто в воздухе нужно также при устойчивом падении на ориентир. Начало выполнения сальто — руки подаются вверх и в стороны с углом развода приблизительно 120°. (Здесь и в будущем нужно иметь в виду, что «руки вверх, в стороны, вперед, назад, вниз» подразумевается применительно к стоящему на полу человеку. В дальнейшем, в каком бы положении ни находился человек, эти понятия остаются неизменными.) Затем, надавливая руками на набегающий поток, нужно слегка разведенные ноги резко подобрать (согнуть в тазобедренных и коленных суставах). Голову прижать к груди. Начнется вращение вокруг поперечной оси в вертикальной плоскости. Увидев землю,

спортсмен должен занять положение плашмя — ноги вывести из группировки, а руки развести в стороны и несколько отвести их за поперечную линию плеч.

При выполнении сальто не тянуть голову назад, не стараться побыстрее увидеть землю — сальто может получиться с отклонением от вертикальной плоскости по диагонали, или может произойти ранний вывод не доходя до горизонта.

Не тянуть сальто грудью, корпусом — произойдет разгруппировка, получится выполнение сальто прогнувшись, затяжное. Не делать сильную отмашку руками и не выбрасывать их вверх на выводе — получится двойное сальто, или с большим задиром на выходе, или срыв.

В начале отработки спиралей и сальто не следует требовать выполнения большого количества их во время первых прыжков. Пусть спортсмен почувствует поток и на практике подтвердит теоретические выкладки в процессе занятий и наземной подготовки.

После того как спортсмен научится устойчиво делать сальто, следует переходить к выполнению комплекса в целом. На первом этапе обучения не нужно добиваться от спортсмена больших скоростей. Особое внимание следует обращать на четкость и чистоту выполнения комплекса. Начало и конец каждой фигуры должны быть точно на ориентир. Переход со спирали на сальто и с сальто на спираль нужно выполнять с фиксированного, конечного положения в предыдущей фигуре. На первом этапе не следует отрабатывать и отдельные связки. Задача этого этапа — выполнить устойчиво комплекс фигур в свободном падении. Спортсмен не только убеждается, что, взаимодействуя с потоком, человек может вращать свое тело во всех осях и плоскостях вращения, но и узнает, что даже при таких малых скоростях выполнить горизонтальные и вертикальные фигуры в заданных плоскостях представляет трудность. Ни в коем случае не ставьте на первом и втором этапах задачи выполнения каких-либо спортивных нормативов — они будут выполняться в ходе дальнейшего обучения. Этапы обучения нужно проходить по мере усвоения. Не следует также закреплять навыки и вырабатывать динамический стереотип — в будущем это не потребуется.

Второй этап следует начать с отработки отделения стоя — торможения горизонтальной скорости самолета и занятия горизонтального положения в средней группи-

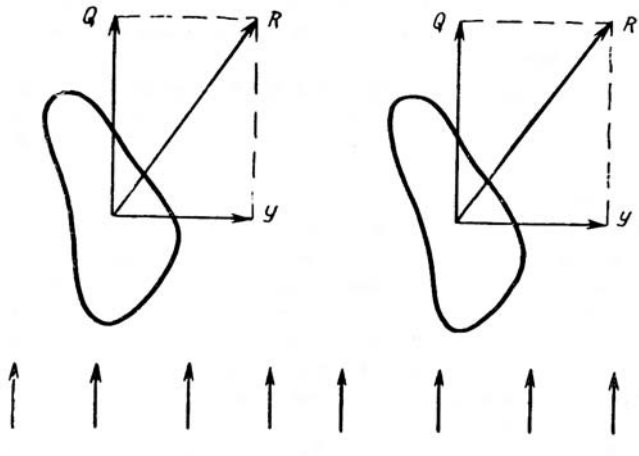


Рис. 65. Разложение сил при набегании потока на повернутые ступни ног

ровке. В этом положении «пропадать» 1—2 прыжка с задержкой 30 с. Затем следует в средней группировке, как и на первом этапе, отработать спирали и сальто в отдельности и связать комплекс. На втором этапе несколько меняется техника выполнения фигур. В средней группировке работа будет происходить в положении безразличного равновесия, поэтому выполнение горизонтальных и вертикальных фигур в заданных плоскостях будет несколько затруднено, а скорость его возрастет. Следует рассказать спортсменам, что на этом этапе обучения для ускорения вращения на спиралях необходимо подключать ступни ног, так как при супинировании и пронировании их в нужном направлении так же возникают дополнительные аэродинамические силы (рис. 65).

При выполнении левой спирали осуществляется пронация ступни левой ноги и супинация ступни правой ноги.

В средней группировке ноги должны быть подтянуты, то есть согнуты в тазобедренных суставах, голени не закидываются назад, а находятся в положении, параллельном земле. Если, сгибая бедра, голени забросить назад, они будут находиться в зоне затенения (тогда при поворотах ступней ног не будет возникать момент

вращения). Ноги разведены на 30—40 см. Руки слегка разведены в стороны, вынесены вперед и согнуты в локтевых суставах.

После отделения стоя и торможения горизонтальной скорости самолета следует занять положение средней группировки, разогнать скорость в течение 8—10 с и выполнить несколько спиралей. При разгоне нужно чувствовать воздух всем телом, особенно ладонями рук, или, как говорят спортсмены, «взять воздух». Ввод в спираль производить выносом опорной руки в сторону вращения с одновременным давлением на поток. Рабочая площадь кисти вдавливается в поток под углом приблизительно 45°, но не продавливает его, то есть не «проваливается» в поток. Рука жестко закреплена в плечевом суставе. Если ее не закрепить, то возникающая аэродинамическая сила уведет ее к туловищу в район центра тяжести, и эффекта вращения не получится, так как плечо — расстояние от точки опоры до центра тяжести — будет очень небольшим. Маховая рука также должна подключиться к вращению на жестком плече с поворотом кисти до 45° к потоку. Здесь особенно необходимо закрепить локтевой сустав, чтобы боковая составляющая сила не подвела кисть руки к голове, как бы в положение «приветствия». Кроме того, маховая рука играет роль стабилизатора, предохраняя от сваливания на спирали. Следует указать спортсменам, что на первых спиралях не нужно стараться работать на полных скоростях. Надо постепенно «вжиться» в скорость.

На рис. 66 показана неправильная работа рук и ног на спирали. Руки работают в горизонте. Левая рука не закреплена в плечевом суставе и ее увело потоком к центру тяжести, момент вращения, вызванный ею, незначителен. Такую работу рук на спиралях образно называют «лезгинка». Ноги согнуты в тазобедренных суставах, а голени закинуты назад, поэтому эффект от включения ступней в работу также незначителен (ступни ног находятся в зоне затенения). При промере этой спирали по угловым скоростям, угловым ускорениям и времени анализ показал, что казалось бы при благополучном положении парашютист затратил на нее 2,37 с.

Вывод из спирали (перекладку рулей) нужно начинать, развернувшись приблизительно на 330°. Здесь следует заметить, что рука, являвшаяся маховой в пре-

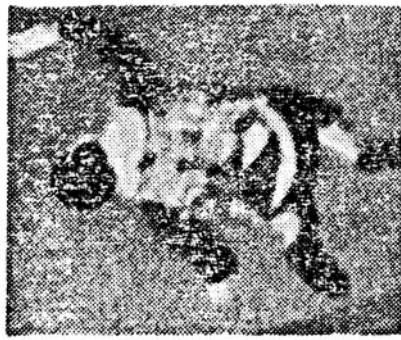


Рис. 66. Неправильная работа рук и ног на спирали

дыдущей спирали, на выводе из нее и вводе в другую спираль уже будет опорной, но первоначально при торможении кисть работает, как бы «загребая» воздух. Затем, по мере вывода из спирали и ввода в противоположную, опорная рука из режима «загребания» переходит в режим давления на поток, как было описано выше. Все эти сложные движения выполняются слитно, координированно, в тесном и постоянном взаимодействии с потоком. Даже кратковременная потеря потока грозит невыполнением или грубой ошибкой как на спирали, так и на сальто.

При вводе в спираль, выполнении и выводе не следует изгибать корпус тела, подбородок нужно держать к груди. Не нужно поворачивать голову в сторону вращения и искать ориентир, так как раннее его обнаружение приводит к недомахам на спиралях.

Во время последующих прыжков на спирали следует подключать ступни ног для увеличения скорости вращения.

После отработки спиралей нужно сделать несколько прыжков для выполнения сальто из средней группировки. Ввод на сальто начать с ног, подтягивая их в более плотную группировку. Руки располагаются перпендикулярно к потоку, голова наклонена вперед. С началом вращения продолжать активно воздействовать руками на поток. Движения ногами и руками должны быть не растянутыми во времени, короткими, строго координированными.

По мере вращения руки продолжают воздействовать на поток до перехода вертикали. После ее перехода руками делается опережающее движение с таким расче-

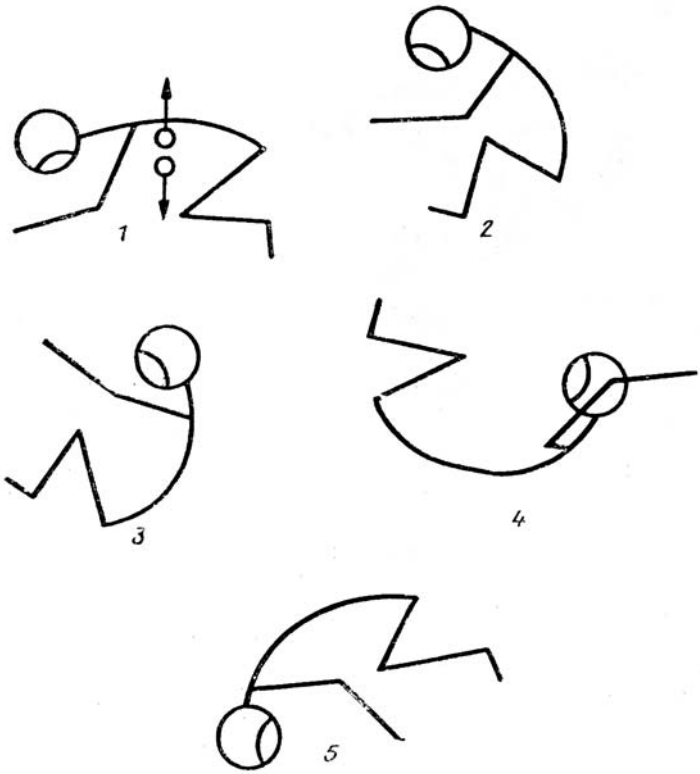


Рис. 67. Выполнение сальто назад

том, чтобы в момент поворота на 270° они были поставлены в положение торможения, ладони развернуты навстречу набегающему потоку при вращении. Сальто должно быть закончено строго на ориентир с выходом на линию горизонта. Положение тела, рук, ног — исходное для ввода в спираль (рис. 67).

После отработки спиралей и сальто в отдельности приступить к выполнению комплекса в целом. При этом появятся две новые связки — спираль-сальто и сальто-спираль. Ранее мы уже говорили, что комплекс должен быть единым целым, без промежуточных остановок между фигурами. Конец предыдущей фигуры должен быть началом последующей.

Каковы же особенности выполнения этих связок?

Спираль-сальто. Выход из спирали должен быть подготовкой для входа в сальто. Остановка спирали производится как бы «загребанием» воздуха противоположной вращению рукой. Другая рука уже должна подходить к исходному положению для выполнения сальто и работать на сохранение равновесия. Ступни ног нейтральны, но иногда также участвуют в работе, например, когда «рули» поздно поставлены на вывод. По окончании вращения с выходом на ориентир происходит короткий и резкий, координированный ввод на сальто. Техника выполнения сальто была описана выше. Следует обязательно запомнить, что, не прекратив вращения на спирали, нельзя уходить на сальто — оно получится по диагонали, боком, так как вращение будет происходить в двух плоскостях.

Сальто-спираль. Особенность этой связки заключается в том, что выход из сальто нужно произвести точно на ориентир и в линию горизонта, то есть без кабрирования и недокручивания сальто. В момент торможения сальто — после прохода 270° опорная рука из режима торможения должна быть готова для постановки в режим ввода в следующую спираль. Ни в коем случае нельзя вводить в спираль, не закончив вращения вокруг поперечной оси или с режима кабрирования,— за это последует штраф.

После устойчивого выполнения комплекса в средней группировке нужно переходить к третьему этапу.

Третий этап — совершенствование и отработка выполнения комплекса фигур в полной группировке.

Полная (плотная) группировка — это такое положение тела при свободном падении, когда ноги полностью согнуты в тазобедренных суставах, голени согнуты в коленном суставе и располагаются параллельно земле. Руки согнуты в локтевых суставах, локти приведены к туловищу, предплечья отведены в сторону. Кисти рук напряжены и установлены навстречу набегающему потоку, пальцы соединены вместе. Спина согнута. Голова опущена на грудь. Руки, по выражению И. Фасхутдинова, как бы обнимают шар. Равновесие неустойчивое, так как центр тяжести находится выше центра давления (рис. 68). При таком положении легко вывести тело из состояния равновесия и легко восстановить его.

Выполняя комплекс фигур в плотной группировке, мы уменьшаем площадь сопротивления тела. Следователь-

Рис. 68. Падение в полной группировке



но, работа будет происходить на больших скоростях падения. При неизменной площади рулей давление потока на единицу площади будет больше, а следовательно, возрастет эффективность рабочих площадей. В режиме неустойчивого равновесия тело легко подчиняется действию рулей. Уменьшается радиус вращения, а следовательно, значительно уменьшается момент инерции:

$$J_м = mR^2,$$

где R — радиус вращения; m — масса тела; $J_м$ — момент инерции, величина которого прямо пропорциональна радиусу тела во второй степени. Уменьшение момента инерции ведет к увеличению угловой скорости:

$$\omega = \frac{M_в}{J_м},$$

где ω — угловая скорость; $M_в$ — момент вращения.

При повороте на один и тот же угол тело с меньшим радиусом вращения проходит меньшую дугу окружности, а следовательно, у него меньшая линейная скорость. При меньшей линейной скорости, при угловых скоростях вращения, приближающихся к максимуму, спортсмену легче ориентироваться.

Каждый спортсмен легко может подсчитать длину

окружности при разных радиусах. Если спираль выполняется с одной и той же угловой скоростью, то, разделив длину окружностей с большим и меньшим радиусом на время выполнения спирали, увидим, как резко отличаются линейные скорости при изменении радиуса вращения.

Из вышесказанного следует, что плотная группировка с максимальным подъемом центра тяжести над центром давления обеспечивает наивыгоднейшие условия для выполнения комплекса акробатических фигур в свободном падении.

На первых двух этапах обучения спортсмен уже выполняет комплекс фигур из положения плашмя и из положения средней группировки. Потом наступает этап совершенствования.

Начинать опять следует с отделения стоя, гашения горизонтальной скорости и 2—3 прыжков в полной группировке. Затем, исходя из физиологических особенностей спортсмена, следует выбрать вместе с ним режим разгона. Существует два способа разгона — плотная группировка и отвесное пикирование. Плотная группировка была описана выше.

Выполнение отвесного пикирования. Спортсмен отделяется стоя, тормозит горизонтальную скорость и переходит в отвесное пикирование. Торможение проводится до 5 с, обычно спортсмен чувствует потерю горизонтальной скорости и набор вертикальной. Затем, переводя руки сверху вниз (через стороны), следует согнуться в тазобедренных суставах и, наклонившись вперед, выпрямить ноги путем разгиба в тазобедренных суставах. Управление производится ладонями рук.

После разгона скорости подтянуть ноги и вывести руки в рабочее состояние. Спортсмены называют это «выходом на площадку». Затем, не задерживаясь, проверить направление на ориентир и быстро начать вращение. Иначе скорость, набранная в пикировании, быстро потеряется.

Только спортсмен и тренер совместно могут определить, каким методом следует проводить разгон скорости. Практически больших преимуществ в разгоне методом отвесного пикирования нет, так как при выходе на площадку резко теряется тот избыток скорости, который спортсмен приобрел. Тот и другой способ имеет свои плюсы и минусы как с точки зрения тактики, так

и с точки зрения исполнения. Некоторые известные спортсмены, например Н. Ушмаев, Е. Ярмольчук, обычно разгоняются в группировке, а В. Крестьянников, В. Гурный, В. Закорецкая разгонялись в отвесном пикировании.

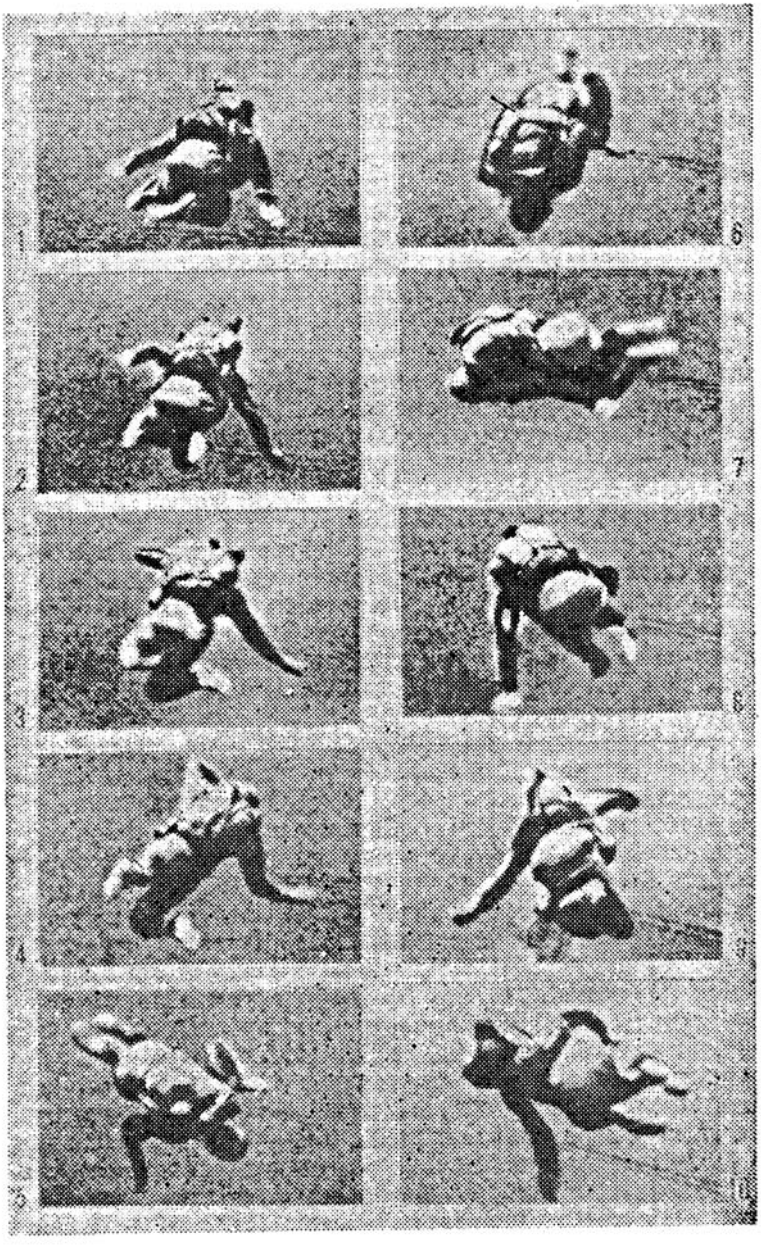
При отработке падения в группировке и в режиме отвесного пикирования заслуженный тренер РСФСР Ю. Соболев рекомендует выполнить несколько прыжков на группировку-разгруппировку, на вращение вокруг продольной оси (бочки), падение на одной руке. Тогда у спортсмена будет уверенность, что во всех плоскостях и осях вращения он может управлять своим телом.

Методика обучения комплексу фигур в плотной группировке такая же, как описано выше. Сначала отрабатываются спирали, затем сальто, а потом отдельные фигуры связываются в полный комплекс. Обязательное требование — не терять группировку от начала до выхода из последнего сальто.

Некоторые спортсмены говорят, что теряют группировку на спиралях, так как очень трудно удержать ноги при быстром вращении. Просматривая видеозаписи, легко можно убедиться, что разгруппировка на спиралях бывает в основном при выходе из них. То есть спортсмен, видя, что он проскакивает ориентир, а затормозить при помощи рук не может, вынужден остановить спираль, выбросив ноги.

Еще одна возможная ошибка — поздняя постановка «рулей» на вывод. То же самое иногда наблюдается при выполнении первого сальто. Поздно поставив руки на торможение, спортсмен теряет группировку. В идеальном исполнении весь комплекс должен быть выполнен в группировке.

Ввод в спираль должен быть резким и коротким по времени. При этом опорная рука вводится в поток под углом 45° с фиксированием в плечевом и локтевом суставах. Маховая рука помогает вращению и играет роль стабилизатора. Одновременно в работу вступают ступни ног. Голова опущена на грудь. После ввода и начала вращения ладони рук убираются в нейтральное положение. После разворота приблизительно на 330° руки ставятся на вывод. Опорная рука, как бы загребая воздух, тормозит вращение, а маховая (бывшая опорная) стабилизирует спираль, чтобы избежать кренов и возможных вертикальных колебаний. При подходе к ориентиру



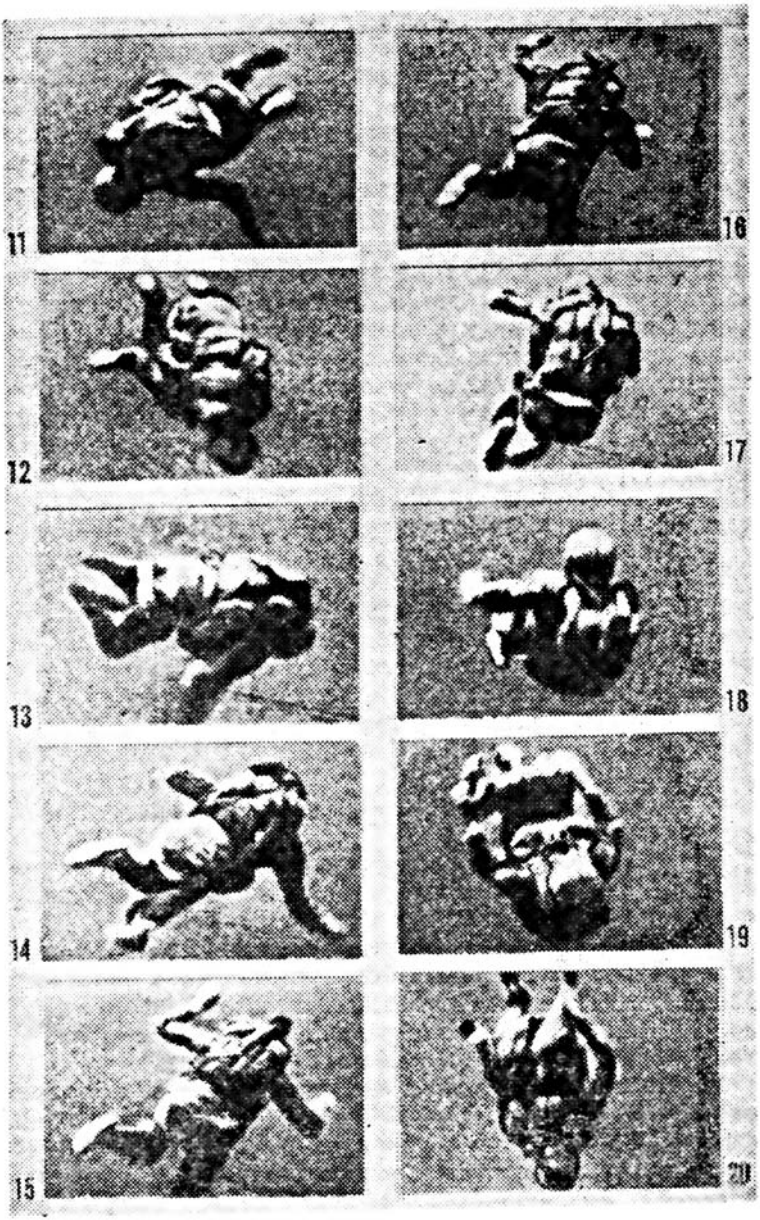


Рис. 69. Комплекс фигур Н. Ушмаева

маховая рука, вдавливаясь в поток с одновременной помощью ног, вводит тело в обратное вращение.

Наиболее трудно выполнять связку спираль-сальто-спираль, потому что здесь требуется переход от горизонтальной фигуры к вертикальной, а затем опять к горизонтальной. Эти связки мы рассматривали на втором этапе обучения. Разница лишь в том, что здесь работа идет в полной группировке.

Следует отметить, что при выходе из первого сальто, не доходя до горизонта, на ввод в спираль ставятся сначала ступни ног, а затем, после выхода в горизонт, подключаются руки, что позволяет избежать потери времени при переходах. Руки в этот момент еще доводят сальто до горизонта, но уже готовы работать на ввод.

При совершенной технике исполнения спирали всегда останавливаются на ориентир, переход к вертикальной фигуре происходит без остаточного движения в горизонтальной плоскости, группировка плотная, переход из одной фигуры в другую проходит без потери времени.

У некоторых спортсменов на спиралях более активно работают руки, у некоторых — ступни ног. Тренер должен вовремя это распознать и совместно со спортсменом, учитывая его особенности, но не отвергая их, направить работу на совершенствование комплекса. Чтобы наиболее наглядно разобрать технику исполнения комплекса фигур в свободном падении, прибегнем к анализу кинограмм наших лучших спортсменов с комментариями заслуженного тренера СССР В. Жарикова и заслуженного тренера РСФСР Ю. Соболева и некоторыми добавлениями к ним.

На рис. 69, 70 кинограмма заслуженного мастера спорта, дважды абсолютного чемпиона мира Н. Ушмаева. Время комплекса 6,1 с. Съемка Ю. Соболева.

1. После отделения от самолета Николай разгоняется в плотной группировке: бедра подтянуты к запасному парашюту (ПЗ), чтобы удержать тело в горизонтальном положении, руки слегка отведены назад, ладони на потоке, пальцы вместе. Голова наклонена вниз.

2. Набрав наибольшую скорость падения, примерно на 15—17 секунде, спортсмен начинает выполнение фигуры. Ввод в правую спираль: опорную (правую) руку он вынес впереди в сторону и поставил ее под углом к потоку, маховую (левую) руку тянет в сторону выполнения спирали. Ноги в плотной группировке.

3. Для увеличения скорости вращения Ушмаев приподнимает левый локоть, создав таким образом крен тела, к работе подключает бедро и голень правой ноги — они поставлены под углом к потоку.

4. Поворот на 25—45°. Спортсмен левую руку поднес слишком близко к голове, поэтому, чтобы не было кабрирования, ему пришлось чуть разгруппировать правую ногу — бедро оттянуть от ПЗ.

5—7. Поворот на 110—180°. Исправив положение, Николай, чтобы увеличить скорость вращения, резко подтягивает ноги к ПЗ, руки переводит в нейтральное положение, вначале локти отведены назад (5), потом он прижимает их к телу (6). Вращение продолжается.

8. Поворот на 270—360°. Левой рукой начинает тормозить скорость вращения. Затем, чтобы быстрее остановить вращение, парашютист подключает и ноги, чуть разогнув их в тазобедренных суставах (колени отошли от ПЗ).

9. Правая спираль закончена. Тут же спортсмен принимает наивыгоднейшее положение тела для ввода в левую спираль: левая рука в потоке; правой выполняет маховые движения, голени и бедра — под углом к потоку.

10—13. При вращении ноги подтягиваются вплотную к ПЗ, левая рука опускается вниз (10), затем переводится в нейтральное положение (12), правая отводится назад (10), в нейтральное положение (11), затем ставится в поток вниз для торможения скорости движения (13).

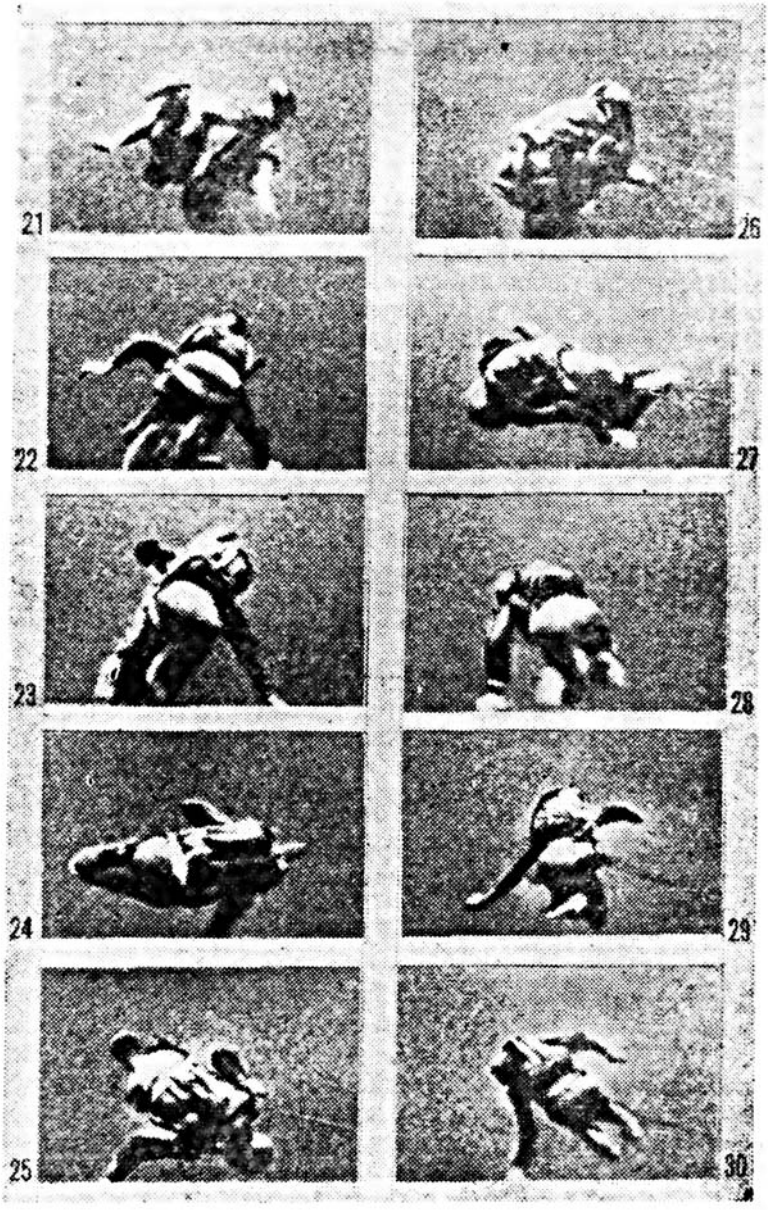
14—15. Спортсмен во время гашения скорости чуть отпускает ногу, а руки ставит в исходное положение для сальто.

16. Руки давят на поток, ноги подтягиваются к ПЗ.

17—18. Начинается кувырок назад: руки давят на поток, ноги в плотной группировке, голова опущена вниз.

19—20. Руки в нейтральном положении. При переходе в положение головой вниз спортсмен чуть разгибает ноги в тазобедренных суставах для торможения скорости вращения (20).

21—22. Руки, опережая вращение, ставятся в положение для ввода в спираль. Но так как их площадей не хватило для погашения вращения, спортсмену при-


21
26
22
27
23
28
24
29
25
30

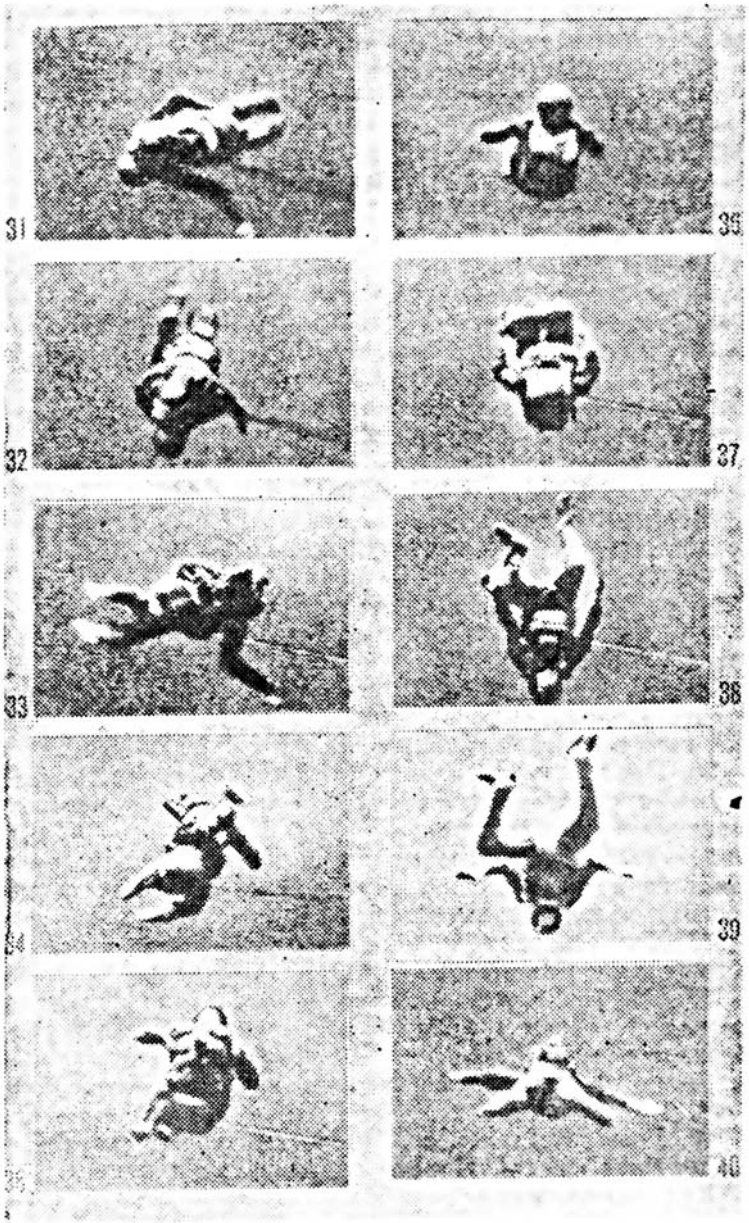


Рис. 70. Комплекс фигур Н. Ушмаева (продолжение)

шлось чуть опустить ноги. Исправив ошибку, он тут же поставил ноги на ввод в спираль.

23. Опорная (правая) рука вынесена вниз под углом к потоку, левая производит маховое движение вперед. Создан незначительный наклон тела для вращения.

24—25. Идет вращение: правая рука эффективно работает в потоке (23, 24, 25), левая переходит в нейтральное положение (24, 25), ноги все плотнее подтягиваются к ПЗ.

26—27. Вращение продолжается: ноги в плотной группировке, руки — в нейтральном положении. При подходе к 270° спортсмен готовится гасить скорость движения: почти прямая левая рука отведена назад (27).

28. Выставив левую руку в поток и слегка разогнув ноги в тазобедренных суставах, спортсмен начинает тормозить скорость вращения. Голени ног поставлены на ввод в следующую фигуру.

29. При вводе в спираль спортсмен допустил ошибку: левую (опорную) руку далеко отвел в сторону. Кроме того, чтобы не было наклона на правый бок, ему пришлось отвести в сторону и правую руку, вследствие этого он с запозданием выполнил маховое движение и только тогда, как бы оттолкнувшись от потока, начал вращение влево.

30—32. При вращении левая рука хорошо работает в потоке, правая переводится в нейтральное положение, ноги в плотной группировке.

33. Правой рукой начинает тормозить скорость вращения, к работе подключаются и ноги — их немного разогнул в тазобедренных суставах.

34—36. Спортсмен начинает выполнять сальто: руки давят на поток, колени подтягиваются к запасному парашюту, голова опущена вниз.

37. Для ускорения вращения подключаются к работе ноги (голени упираются в поток).

38—39. Так как это сальто — последняя фигура в комплексе, спортсмен для торможения вращения подключает все площади тела — выпрямляет ноги, руки, особенно эффективно поставлены на торможение ладони.

40. Комплекс закончен. Пока есть время, спортсмен продолжает падать, широко раскинув руки и ноги.

Как видим, наши рассуждения подтверждаются на практике. Мелкие ошибки при выводе из спирали и

сальто приходится компенсировать некоторой потерей плотной группировки. Но академическая техника исполнения, отличная координация, тонкое чувство потока спортсмена позволяют использовать эту кинограмму как учебное пособие.

На рис. 71, 72 кинограмма выполнения комплекса фигур в свободном падении мастером спорта международного класса Е. Ярмольчук (Бурковой). С 1981 г. она — член сборной команды СССР. Лучшее время комплекса 6,2 с. На чемпионате СССР 1981 г. — 6,7 с. На чемпионате мира 1984 г.— 7,2 с. Рост 158 см, вес 58 кг. Съемки и комментарий заслуженного тренера РСФСР Ю. Соболева.

«1. Ярмольчук после отделения от летательного аппарата осуществляет разгон в группировке. Ноги плотно подобраны (бедра касаются запасного парашюта), разведены на ширину плеч, носки оттянуты.

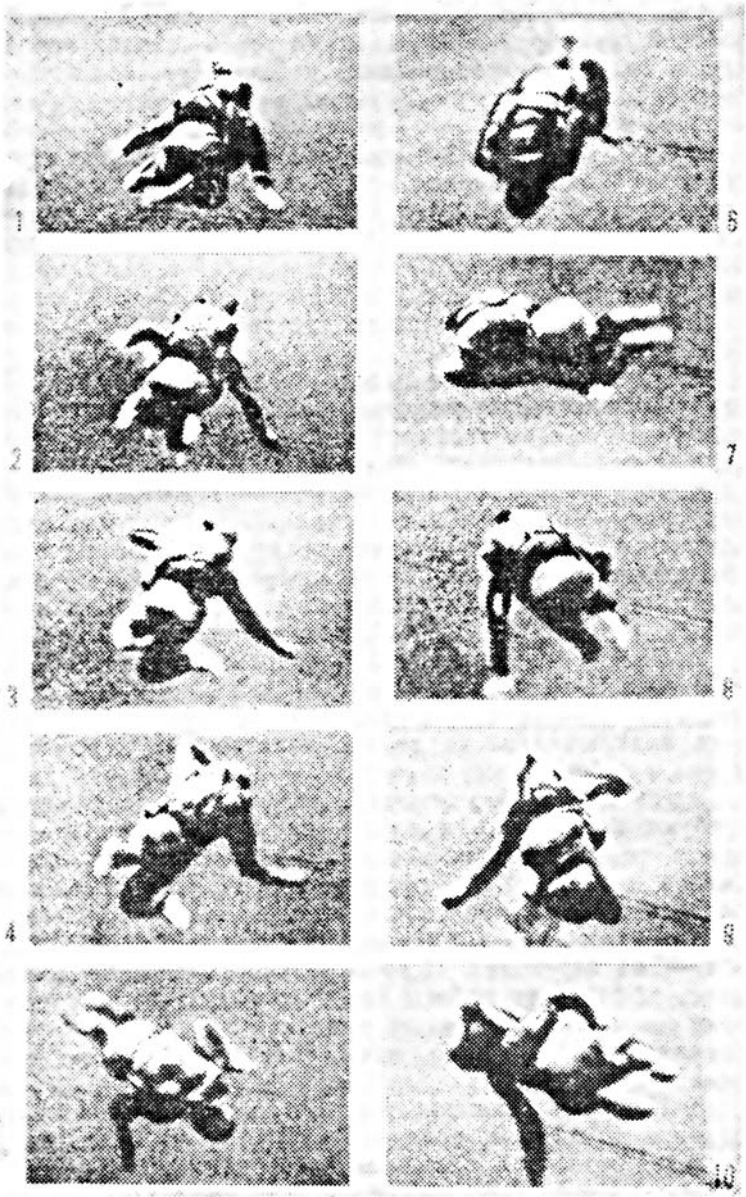
В этом и последующих кадрах заслуживает внимания прием, который Елена использует при выполнении комплекса. Главную круговую лямку подвесной системы она сдвигает на бедра, что помогает сохранить группировку, особенно на переходах от одной фигуры к другой.

2. Ввод в правую спираль сопровождается небольшим креном. Маховая левая рука, как видим, пассивна, является больше стабилизатором, чем рулем. Правая нога подключилась на ввод с характерным углом наклона к набегающему потоку.

Здесь необходимо отметить, что условия упражнения требуют подключать к работе на вводе в спираль то левые, то правые конечности. Но у большинства спортсменов лучше развита правая сторона. Поэтому левая спираль у многих получается лучше — ее удобнее выполнять. Особенно это сказывается при выполнении связок — на переходах. Некоторые спортсмены, не дожидаясь эффекта от работы левой руки при вводе в правую спираль, подключают правую ногу. В результате правая сторона используется более эффективно, чем левая.

3. Началось вращение. Правая нога ставится в нейтральное положение, правая рука, согнутая в локтевом суставе, отводится назад, способствуя вращению тела с оптимальной скоростью. Возникает наклон на голову.

4. Спортсменка повернулась на 180°, «рули» в нейт-


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

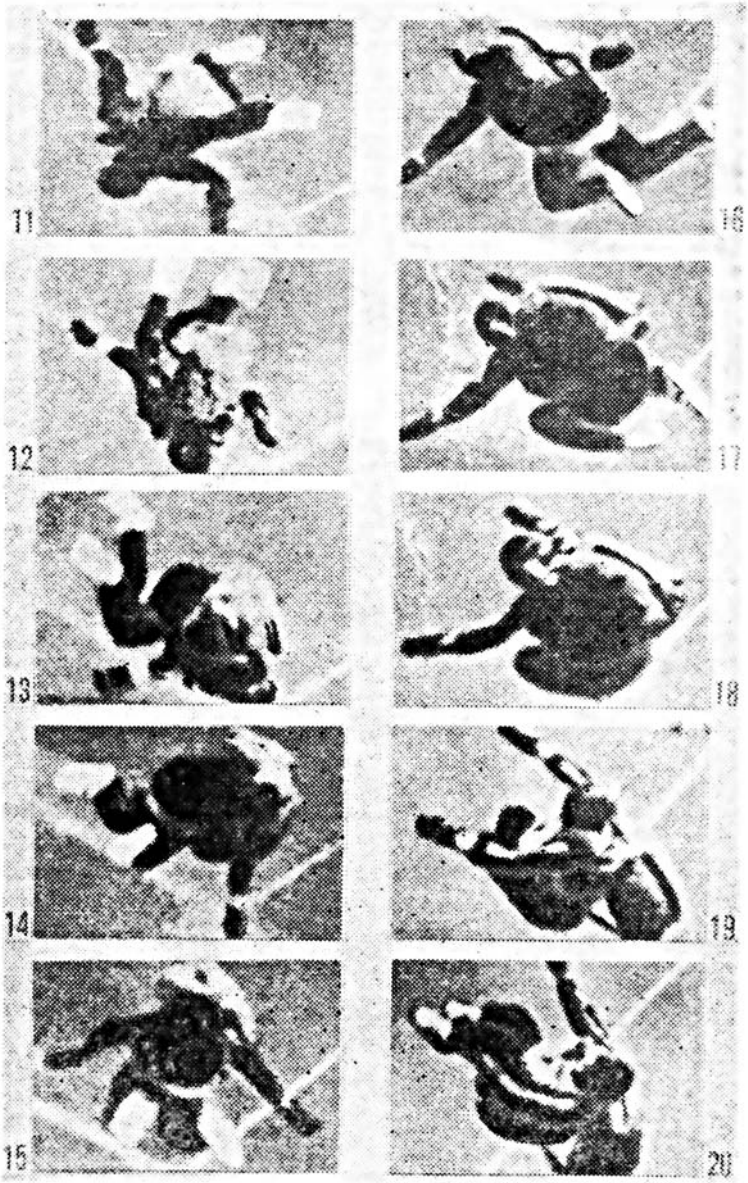


Рис. 71. Комплекс фигур Е. Ярмольчук


26
27
28
29
30

ральном положении, вращение продолжается по инерции.

5. Парашютистка начинает гасить скорость вращения. Чтобы создать устойчивое положение, ноги разводятся в стороны, левая рука сгибается в локтевом суставе, давит на поток, препятствуя движению.

6—7. Левая рука выносится вперед навстречу движению, тело занимает горизонтальное положение.

8. Вследствие того, что торможение оказалось поздним и неэффективным, спортсменке пришлось подключить к работе левую ногу. Спираль выполнена с переходом и паузой — потеряно драгоценное время.

9. Левая нога, подключенная для более эффективного гашения скорости вращения на правой спирали, в момент перехода в левую спираль приобрела качество руля. Правая рука в данном случае — маховая и как руль здесь неэффективна.

10. Руки выводятся в нейтральное положение, бедра отходят от запасного парашюта, туловище выгибается в сторону вращения, ноги ставятся в положение на ввод в левую спираль.

11—12. Из-за выпрямления ног в тазобедренном суставе возник наклон на голову. Использовав руки как стабилизаторы, спортсменка включает их в работу на ввод, затем ставит их в нейтральное положение. Голова наклонена в сторону спирали, опорная рука способствует вращению.

13—16. Парашютистка начинает гасить скорость вращения — ноги ставятся в нейтральное положение. Правая рука, опережая вращение, выносится вперед, возвращая тело в горизонтальное положение. С выходом на ориентир торможение сопровождается разгруппировкой и подготовкой перехода к выполнению сальто.

17. Ноги резко подбираются под себя, создавая момент вращения в вертикальной плоскости. Центр давления смещается в сторону верхней части туловища, руки широко разведены (для устойчивости), пальцы сомкнуты.

18. Широко поставленные руки выполняют функцию стабилизаторов (опоры). Туловище переводится в вертикальное положение. Ноги плотно подобраны, стопа левой повернута вовнутрь, но руки хорошо удерживают тело в направлении вращения.

19. Переход из горизонтальной плоскости вращения

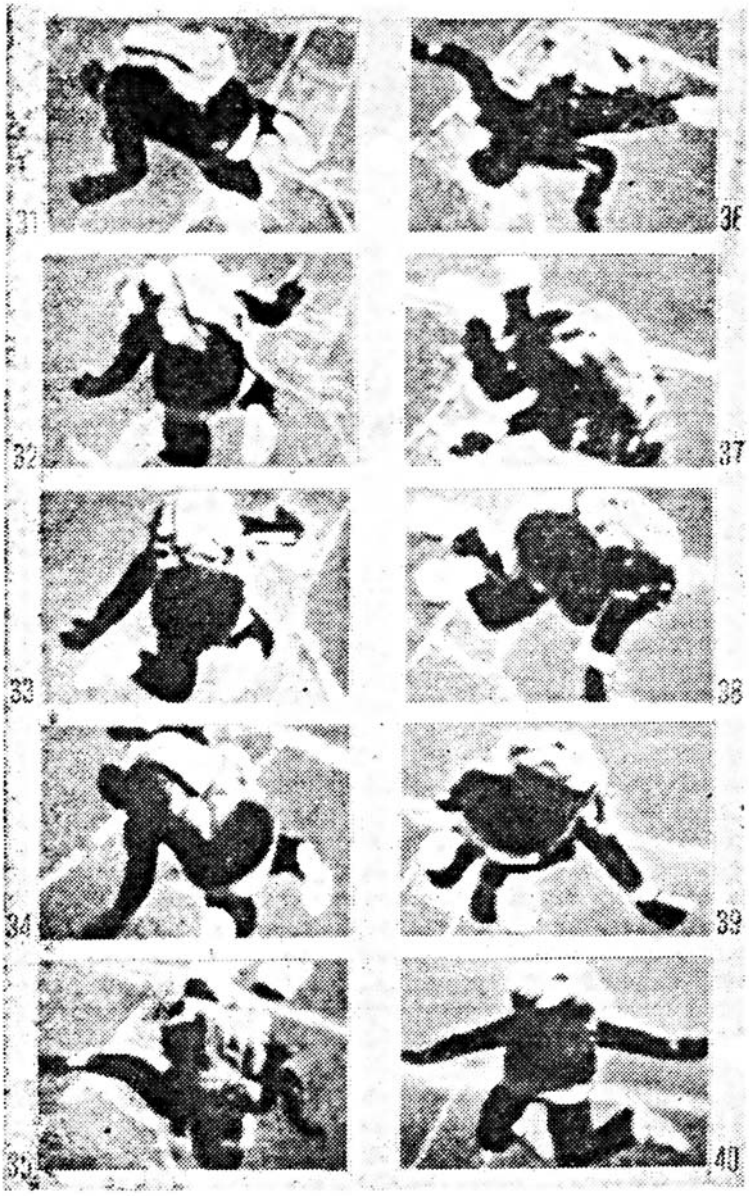

31
36
32
37
33
38
34
39
35
40



Рис 72. Комплекс фигур Е. Ярмольчук (продолжение)

в вертикальную прошел чисто, без срыва. Здесь необходимо обратить внимание на подгонку подвесной системы парашюта. Ранец, отойдя от спины, работает как тормозной щиток, препятствуя вращению, что, естественно, увеличивает время комплекса.

20. Кувырок на 180°. Ноги вынесены на поток, руки — в нейтральном положении, готовятся к торможению вращения.

21. Руки выносятся вперед с опережением вращения и начинают гасить скорость. Ноги исполняют роль стабилизаторов, удерживая тело от боковых сваливаний. Поток снова прижимает ранец к спине.

22. Спортсменка повернулась на 270°. Руки четко и своевременно поставлены на торможение. Голова подбородком упирается в грудь. Видна главная круговая лямка подвесной системы, помогающая удерживать ноги в группировке.

23. Выход из сальто хорошо сочетается с подготовкой ног к переходу в правую спираль.

24. Ввод выполняется без активного подключения маховой руки, ладонь левой расположена перпендикулярно потоку, как бы опираясь на него. Правая нога работает на ввод.

25. Обратите внимание на положение правой ноги: она поставлена под углом к набегающему потоку и по своему профилю напоминает крыло, а стопа — элерон. Вследствие этого давление на внешней стороне ноги будет большим, чем на внутренней. Согласно законам аэродинамики возникает подъемная сила, но вынесенная вперед правая рука уравновешивает ее, и тело остается в горизонтальном положении.

26. Правая рука (стабилизатор) отводится назад, подъемная сила вступает в свои права — сразу же следует наклон на голову. Руки ставятся в нейтральное положение, вращение продолжается по инерции.

27—29. Здесь хорошо видно, что торможение опять будет поздним и, как следствие,— перемах с проходом ориентира и, естественно, пауза. У Елены при переходах из правой спирали в левую наблюдается позднее начало гашения скорости вращения, сопровождающееся паузами и потерями времени.

К торможению скорости спортсменка подключает ноги.

30. Переход в левую спираль начался после паузы. Для того чтобы сдвинуть тело с мертвой точки, подключается маховая (правая) рука, но как руль она выражена слабо. Левая нога поставлена на ввод. Ноги — на ширине плеч, создают устойчивое положение.

31—32. Интересно рассмотреть продолжение движения маховой (правой) руки: через сторону она отводится назад, в нейтральное положение. Ноги в этот момент поставлены так, чтобы возникла подъемная сила

(в результате чего следует наклон на голову), и в сочетании с опорной рукой работают эффективно на ввод в левую спираль.

33. Руки — в нейтральном положении, вращение продолжается по инерции.

34—36. Торможение левой спирали сопровождается разгруппировкой с выходом на ориентир. Руки разведены, ноги опущены, положение тела устойчивое. Спираль закончена. Спортсменка готова к выполнению следующей фигуры — сальто.

37—38. Ноги резким движением подбираются под себя, руки выносятся вперед. Пальцы сомкнуты, голова наклонена вниз (в положении группировки).

39—40. С помощью рук сохраняется устойчивое положение тела. Ноги в этот момент энергично выносятся вперед, на поток. Такой прием дает возможность освободить руки от торможения.

Здесь опять наблюдается момент, отрицательно влияющий на вращение,— плохая подгонка подвесной системы, из-за чего ранец препятствует быстрому выполнению сальто.

41—42. Положение «на спине», ладони рук развернуты на 180°, спортсменка готовится к торможению. Наклон головы вниз способствует группировке.

У многих спортсменов в таком положении возникает желание быстрее увидеть землю. Для этого они делают опережающее движение головой назад, что приводит к разгруппировке, небольшому прогибу тела, уменьшающему скорость вращения.

43. Руки с опережением вращения выносятся навстречу потоку, ноги регулируют устойчивость тела, предотвращая его от сваливания набок. Обратите внимание на положение головы — оно хорошо способствует сохранению необходимой позы.

44—48. Выход в горизонтальное положение. Вращение закончено.

Следует отметить, что сальто выполнено быстро, четко, без девиации. Этому способствовала хорошая подготовка: выход после спирали строго на ориентир, почти полная разгруппировка. Казалось бы, на этом спортсменка теряет много времени, но таким приемом Елена освобождается от предыдущей позы, создает устойчивое положение и энергично, в то же время легко и свободно, с большой точностью выполняет сальто.

Техника выполнения комплекса и время в этот раз были не лучшими (7,2 с). Наблюдались небольшие перемахи на спиралях, паузы на связках, погрешности в использовании всех площадей, плохо был подогнан парашют. И тем не менее на этом примере есть чему поучиться.

Мне довелось изучать работу в воздухе многих спортсменов, в том числе и членов сборной команды страны. Одни при выполнении комплекса фигур больше работают руками, в то время как ноги являются стабилизаторами, помогают сохранить устойчивость в свободном падении. Другие, наоборот, лучшего эффекта при вводе в спираль добиваются нижними конечностями. Я считаю, что Е. Ярмольчук относится к последним».

В парашютном спорте важно внимательно изучать движения каждого спортсмена, чтобы выявить индивидуальные способности. Это поможет тренеру, да и самому спортсмену, наметить правильную методику тренировок, избрать наивыгоднейшую технику выполнения фигур. И начать изучение следует как можно раньше, еще во время освоения акробатического комплекса.

Кинограмма Е. Ярмольчук с комментариями Ю. Соболева может использоваться как для изучения техники, так и для изучения и исправления ошибок. На ней видно, как плохо подогнана подвесная система. Многие ошибки в этом комплексе связаны именно с неправильной подгонкой парашюта. На рис. 73 показано, как «гуляет» плохо подогнанный парашют при выполнении сальто. Здесь есть информация для размышления и конструкторам спортивной парашютной техники. Подгонка снаряжения: костюма, каски, подвесной системы,— должна быть идеальной и создавать минимум сопротивления набегающему потоку и минимум неудобств спортсмену.

Специальная направленность физической подготовки и отработка комплекса фигур на тренажерах

Как уже говорилось ранее, обучению в воздухе предшествует большая работа на земле. Физическая подготовка спортсмена должна быть направлена на выработку необходимых ему качеств — быстроты реакции, устойчивости к укачиванию, силы, выносливости, трени-

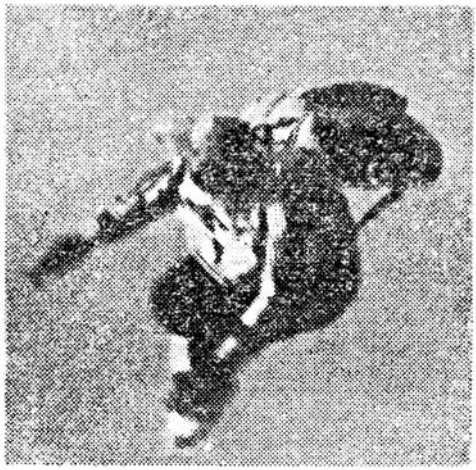


Рис. 73. Пример неправильной подгонки парашюта

рованного вестибулярного аппарата и др. Специальные задачи физической подготовки спортсменов-парашютистов решаются с помощью учебных занятий, утренней физической зарядки, аутогенной тренировки, физической тренировки в процессе проведения прыжков с парашютом. При этом нужно использовать занятия по гимнастике, акробатике, бег на короткие дистанции, спортивные игры, плавание, занятия на спецснарядах (лопинг, батут). В процессе занятий следует подбирать такие упражнения, которые помогли бы развить необходимые двигательные навыки, пространственную ориентировку и быстроту реакции. Особенно большое значение имеет отработка действий на наземных тренажерах. Это основа подготовки парашютистов-акробатов.

Заслуженный мастер спорта СССР В. Калесник считает, что физическая подготовка имеет большое значение. Спортсмен обязан владеть своим телом, без этого нет успеха в прыжках. Рабочее время в воздухе составляет 10 с. За сезон на акробатику выполняется 250 прыжков, на них затрачивается 2500 с, то есть 43 мин за год. Это очень мало. Поэтому просто необходимы занятия на земле по 5—6 ч на отработку движений и общефизическую подготовку.

Рекомендуются следующие тренажеры: вращающаяся площадка, подвесная система с жестким вертикаль-

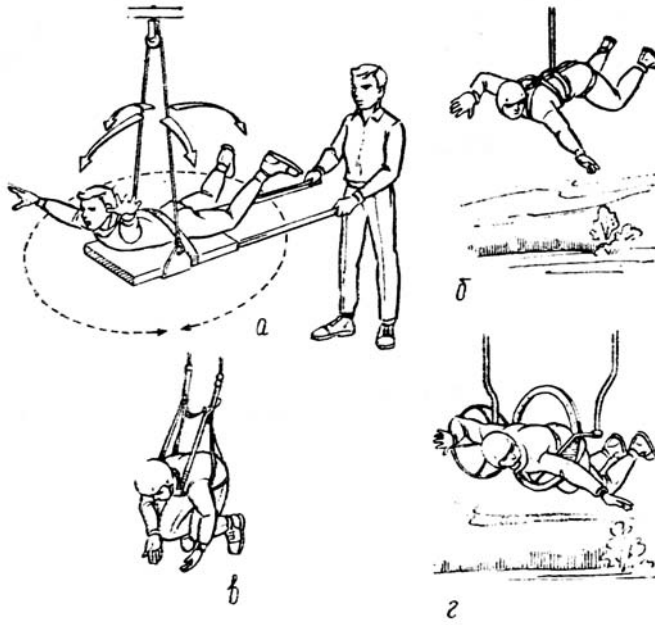


Рис. 74. Тренажеры по отработке действий парашютиста при управлении телом в свободном падении: *а* — вращающаяся площадка; *б* — подвесная система с жестким вертикальным креплением; *в* — обычная подвесная система; *г* — тренажер с двумя плоскостями вращения

ным креплением, тренажер Ижака с двумя плоскостями вращения, обычная подвесная система (рис. 74, 75, 76).

Отработку положения рук при плотной группировке рекомендуется проводить на специальной не вращающейся площадке. Работа в плотной группировке (рис. 77) проводится в подвесной системе.

Тренер сборной СССР Ю. Соболев рекомендует проводить тренировки на полу с зеркальным покрытием. Тогда спортсмен видит свои движения, зрительно запоминает положение рук, ног при отработке элементов фигур.

На рис. 78 показано падение в группировке и ввод в спираль. На рис. 79 — отработка ввода на сальто. Техника исполнения была подробно описана выше. Тренеры и спортсмены должны находиться в постоянном поиске.

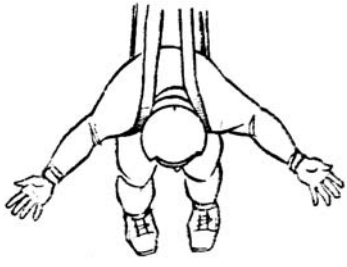
Рис. 75. Обычная подвесная система, используемая в качестве тренажера







Рис. 76. Использование вращающейся площадки



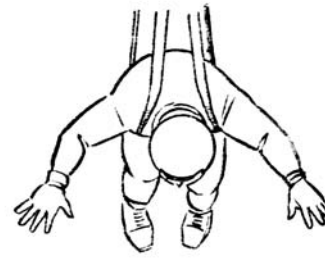


Рис. 77. Падение в группировке

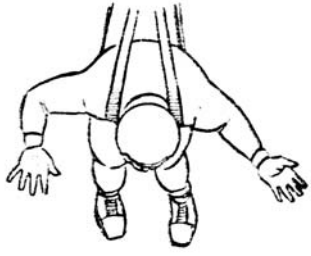


Рис. 78. Ввод в спираль



Рис. 79. Отработка ввода в сальто

Большое значение имеет аутогенная тренировка. Мысленно прокручивать комплексы нужно не только перед прыжком, но и на физзарядке, перед сном, на аэродроме в свободное время. Работа над собой должна быть постоянной, целенаправленной. Только тогда можно достигнуть высоких результатов.

Глава VI.
ОСНОВЫ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ-ПАРАШЮТИСТОВ ПО ГРУППОВОЙ АКРОБАТИКЕ

Групповая парашютная акробатика — относительно молодое направление в развитии парашютного спорта. Она началась с выполнения показательных прыжков на авиационных выступлениях, затем постепенно были выработаны соревновательные упражнения, сформировались и правила судейства этих прыжков.

В программах парашютной подготовки авиационных спортсменов ДОСААФ имеются упражнения по групповой акробатике, кроме того, в показательные выступления включаются прыжки с выполнением различных построений в свободном падении. Поэтому назрела необходимость на основе опыта сборной команды СССР дать некоторые рекомендации по начальной подготовке спортсменов к выполнению прыжков на групповую акробатику.

Условия проведения прыжков

Тренировочный процесс желательно начинать с молодыми спортсменами, не успевшими достичь определенного уровня мастерства в классическом парашютизме. В таком случае не придется выполнять двойную работу — сначала готовить спортсменов по классическому парашютизму, затем разрушать только начинающий формироваться технический навык и переучивать их приемам групповой акробатики. Хотя это не значит, что спортсмены не смогут переучиться, или с трудом будут осваивать упражнения по групповой акробатике.

Специфика парашютной групповой акробатики требует определенных условий для подготовки и выполнения прыжков:

а) теоретические занятия, наземную подготовку, постановку задач на прыжок, наблюдение за спортсменами с земли и в свободном падении, анализ выполнения прыжков должен проводить инструктор аэроклуба, имеющий достаточный опыт прыжков на групповую акробатику и допущенный к обучению данному виду прыжков;

б) к началу прыжков все спортсмены должны пройти профессиональный отбор по тестам: на психологическую совместимость, быстроту реакции, оперативную память, реакцию на нестандартные ситуации, зрительную память и др., после чего укомплектовываются начальные группы.

Этап начальной подготовки желательно пройти в ходе одного сбора, так как эпизодические прыжки по групповой акробатике заметных результатов не дают;

в) к началу прыжков на групповую акробатику нужно подготовить специальное снаряжение: каски, сигнализатор высоты, высотомеры, секундомеры, костюмы. Для отработки элементов прыжка на земле должны быть изготовлены специальные тележки. Подробные описания тележек, звуковых сигнализаторов высоты, принцип их действия приведены в журнале «Крылья Родины» (1985, № 9);

г) прыжки должны осуществляться: для группы 2—4 человека — с высоты 2800 м, рабочее время 35 с, для группы 4—8 человек — 3600 м, рабочее время 50 с, но при обязательном окончании работы с разбежкой на высоте не ниже 1200 м;

д) для повышения эффективности и качества обучения все прыжки должны записываться на видеомагнитофон, кинопленку или наблюдаться с земли в ТЗК, с подробной записью ошибок в маневрировании и времени. Это позволит более квалифицированно проводить разборы выполненных прыжков, определять ошибки и находить оптимальные способы их исправления.

Предварительная подготовка к прыжкам

Предварительная подготовка к прыжкам на групповую акробатику включает в себя весь комплекс задач,

прорабатываемых при подготовке к прыжкам по классическому парашютизму, и, кроме того, ряд специальных задач.

Предварительную подготовку проводит тренер по парашютной групповой акробатике, инструктор или капитан команды по программе, отвечающей уровню спортивного мастерства команды. Предусматриваются следующие мероприятия:

а) подробный разбор прыжкового дня с тщательным анализом допущенных ошибок и фиксированием их в конспектах;

б) изучение задания на следующий прыжковый день с подробным разъяснением действий каждого спортсмена;

в) индивидуальное разучивание всех движений с имитацией, максимально приближенной к работе в свободном падении;

г) разучивание перемещений относительно группы с запоминанием ракурсов и команд на построение или роспуск фигур.

Очень эффективна на начальном этапе работа с макетом. Инструктор берет в руки макет парашютиста в свободном падении, а спортсмены располагаются вокруг него так, чтобы все время держать макет в поле зрения. Слегка согнувшись, они реальными движениями рук и верхней части туловища повторяют все перемещения и развороты макета. Инструктор в это время наблюдает за их действиями и по ходу тренировки исправляет ошибки. Такое упражнение позволит сэкономить десятки прыжков — ведь парашютисты находятся в свободном падении всего 30—50 с (3—5 мин в день) и успевают проделать новое упражнение всего 4—6 раз за прыжок. А на земле можно тренироваться сколько угодно. Буквально через несколько занятий вырабатываются правильно скоординированные движения (вводы руками, ногами, туловищем), которые затем легко повторяются в воздухе;

д) тренировка отделения на макете летательного аппарата, с которого будут совершаться прыжки;

е) самостоятельная подготовка:

дополнительная работа над наиболее сложными элементами;

подробная запись следующего задания в конспект;

подгонка комбинезонов;

ремонт матчасти;

ж) полный прогон задания прыжкового дня «пеший по-летному».

Очень полезно перед сном несколько раз мысленно повторить задание, «видя» при этом своих партнеров, их действия. Целесообразно при мысленном повторе «вводить» ошибки для себя и «исправлять» их, «видеть» ошибки партнеров и реагировать на них. Такой метод подготовки называют сейчас аутогенной тренировкой.

На утренней физзарядке проводится полный прогон задания прыжкового дня.

Во время предпрыжковой подготовки проводится специальная разминка (15—20 мин). Она включает в себя обычные разминочные упражнения, легкий бег с небольшими ускорениями (по 10—15 с), упражнения для развития специальных навыков, вестибулярного аппарата, мышечной и зрительной реакции, скоростного и нестандартного мышления, гибкости, командной сыгранности, синхронности и т. д. Тренировочные прогоны задания на земле проводятся перед каждым прыжком. Основной задачей специальной разминки перед прыжками является настройка организма на предстоящую работу в воздухе.

Наземная подготовка должна длиться столько времени, сколько необходимо для того, чтобы каждый твердо знал свои действия, был уверен в себе. Уровень спортивного мастерства, а также рост технических результатов команды зависит от уровня спортивного мастерства и роста наиболее слабо подготовленного из ее членов. Поэтому, чтобы избежать конфликтных ситуаций, инструктор должен особое внимание уделять спортсменам, имеющим наименьший опыт прыжков на групповую акробатику. В этих случаях подход и методы обучения должны быть строго индивидуальными, что позволит в кратчайший срок приблизительно сравнять технический уровень всех членов команды и будет способствовать нормальной творческой обстановке в коллективе.

Отделение от летательного аппарата

Опыт работы сборной команды СССР показал, что практически все фигуры из программы чемпионата ми-

ра можно использовать при отделении с любого летательного аппарата, которые применяются у нас в стране для совершения парашютных прыжков.

На начальном этапе обучения парашютной акробатике лучше использовать только три основных отделения («пирамида», «шеренга», «звезда») с самолета АН-2 в обычную дверь или с вертолета Ми-8, Ми-6 в боковую дверь.

Отделение от летательного аппарата является важным этапом группового прыжка. В случае неудачного отделения фигура, как правило, разваливается, и спортсмены далеко разлетаются друг от друга. На построение первой фигуры уходит большая часть рабочего времени. Завалы при отделении случаются довольно часто, особенно на этапе начального обучения. Как правило, это происходит, если спортсмены не учитывают отрицательного влияния следующих факторов:

замена местами на отделение членов команды;
переход на новый летательный аппарат;
замена одного из членов группы другим спортсменом;
замена парашютов;
замена комбинезонов и т. п.

Поэтому при подготовке к каждому новому прыжку нужно особое внимание уделять не только тщательной наземной проработке отделения на макете летательного аппарата, с которого будут совершаться прыжки, но и способам борьбы за сохранение фигуры в случае не совсем удачного отделения, а также подробно разбирать действия каждого спортсмена в случае завала. Это намного сократит время бесполезного кувыркания, позволит правильно сориентироваться в создавшейся обстановке, быстро построить завалившуюся фигуру и продолжить работу.

При отделении от летательного аппарата одним из членов команды громко и четко подаются следующие команды: «Готовы?» Все хором отвечают: «Готовы!» Если к данному моменту кто-то не успел приготовиться, он громко кричит: «Нет!»

Если все в порядке, подается команда «Приготовились, пошли!» Все хором «И-и-раз!» «И-и» произносится протяжно. При этом все должны синхронно качнуться вовнутрь летательного аппарата.

Команда «Раз!» произносится резко, на выдохе. По

этой команде все должны одновременно качнуться наружу и отделиться от летательного аппарата.

Все спортсмены должны размещаться как можно плотнее и как можно ближе к обрезу двери. Каждый должен иметь контакт (захват) с группой — хотя бы одной рукой.

Особенно важна синхронность отделения. Задержка хотя бы на долю секунды приведет к сильному рывку, от которого, как правило, происходит разрыв и даже завал фигуры. Как бы неудобно и далеко от обреза двери ни располагались спортсмены, все они должны уйти одновременно! Прыгать нужно с того места, где находитесь. Шаг или несколько шагов в сторону обреза двери вызовут сильную задержку.

Чтобы отделиться синхронно, в момент отделения нужно осуществлять тройной контроль за группой:

а) **визуальный.** Необходимо хотя бы краешком глаза видеть кого-нибудь из партнеров и реагировать на все его движения. Применяется, если не видно спортсмена, который подает команду;

б) **мышечный.** Применяется, если совсем не слышно и плохо видно человека, который подает команду (например, за бортом). В этом случае нужно плотнее прижаться к группе или кому-нибудь, кто стоит удобнее. Тогда почувствуете кач при команде «И-и-раз!» и сможете отделиться одновременно с группой;

в) **звуковой.** При отделении команду «И-и-раз!» должны давать по возможности все члены группы. Это позволит при хорошей визуальной и мышечной связи намного повысить синхронность отделения.

После отделения фигура будет падать стабильно только в том случае, если она растянута. Поэтому сразу после отделения спортсмены создают искусственное натяжение. По роду выполняемой во время отделения работы члены команды делятся следующим образом:

а) **оттягивающие** — спортсмены, как правило, вылезающие за борт летательного аппарата и поэтому отделяющиеся первыми. Используя площадь своего тела и силу набегающего потока, они после отделения оттягивают фигуру в сторону, обратную направлению полета;

б) **хвостовики** — спортсмены, отделяющиеся с борта последними (1—2 человека). Уменьшая в случае необходимости площадь своего тела, они продолжают без тор-

можения лететь за летательным аппаратом, тем самым оттягивая фигуру в сторону направления полета;

в) нейтральных — спортсменов, задачей которых является отделение от летательного аппарата синхронно и в одной плоскости с группой. Они являются только связующим звеном.

Залогом удачного отделения является точное выполнение каждым членом команды всего, что было запланировано на земле.

Отделение «пирамида»

Применяется при начальном обучении группы из двух спортсменов: спортсмен+спортсмен или инструктор+ +спортсмен. В последнем варианте можно опробовать и другие виды отделения («пеленг», «гусеница», «аккордеон» и т. д.).

На рис. 80 видно, что 1-й спортсмен при отделении вылезает спиной за борт, а ноги ставит на нижний обрез двери, ближе к мотору.

2-й спортсмен берется левой рукой за подвесную систему 1-го. Особое внимание при этом нужно обратить на то, чтобы не взяться за кольцо парашюта или замок КЗУ своего партнера. (Впоследствии, по мере накопления опыта, можно осуществлять захваты за специальные ручки, пришитые на рукавах и штанинах комбинезонов (рис. 81). Левую ногу 2-й спортсмен также ставит на обрез двери, правую — немного сзади, чтобы удобнее было качнуться. Он же подает команду на отделение.

После команды «И-и-раз!» 1-й спортсмен должен отпрыгнуть как можно дальше перпендикулярно направлению полета, развернуться на 90° влево и как можно шире развести руки и ноги, как будто он прыгает один, лицом на мотор. В данном случае он будет выполнять роль оттягивающего.

2-й спортсмен отделяется «головой в хвост». Его задача — отделиться синхронно и в одной плоскости с 1-м. В этом случае они будут падать под углом 30—45° к земле. Если ничего не предпринимать, то через 10—15 с фигура сама стабилизируется и будет падать в горизонте. В принципе работа под углом к земле (в косом потоке) возможна, но ее могут освоить только спортсмены

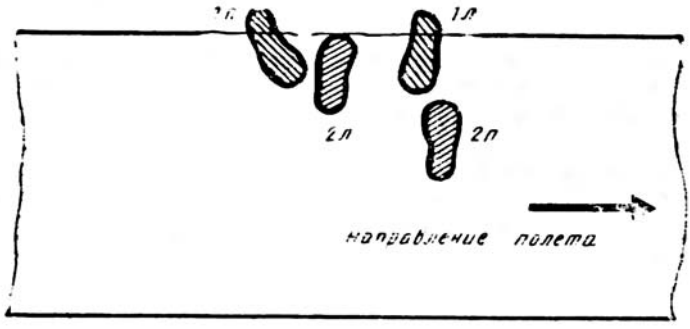


Рис. 80. Положение ступней ног при отделении «пирамида»

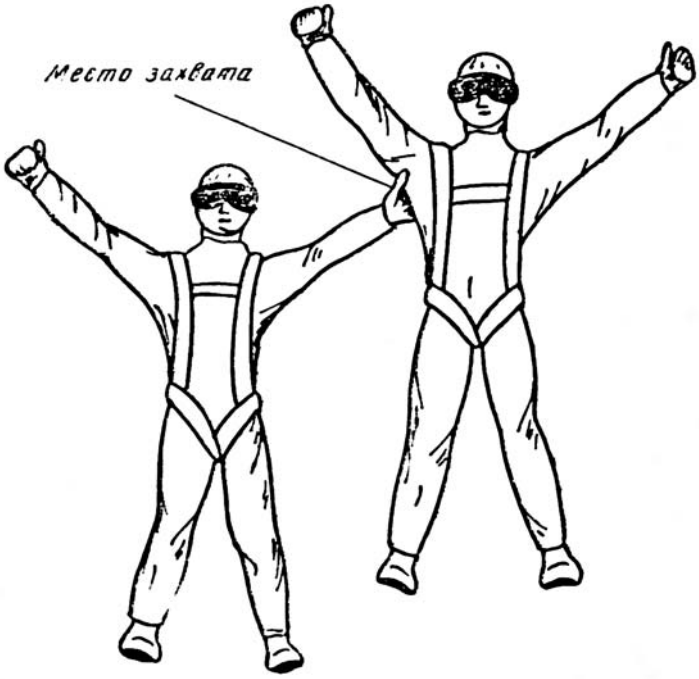


Рис. 81. Захват при отделении «пирамида»

высокого класса. Поэтому на начальном этапе обучения нужно как можно быстрее положить фигуру в горизонт. Для этого 2-й спортсмен должен сразу после отделения сгруппироваться (в данном случае он будет выполнять роль хвостовика). Тем самым он уменьшит площадь своего тела и, увеличив вертикальную скорость, быстро опустится до уровня 1-го спортсмена. После этого спортсмены перехватываются за руки, замыкаются в «звезду», принимают исходную позу (так называемый «ящик») и начинают работать по запланированной программе.

Отделение «шеренга»

Применяется при начальном обучении группы из трех человек: 3 спортсмена; инструктор+два спортсмена; два инструктора+спортсмен. Последние два варианта наиболее эффективны, так как в процессе обучения при них можно попробовать и другие способы отделения («звезда», «пеленг», «змея», «ракета», «аккордеон» и т. д.).

На рис. 82 видно, что спортсмены осуществляют захваты левыми руками за подвесные системы. 3-й спортсмен берет 2-го, 2-й берет 1-го. 1-й и 2-й спортсмены вылезают за борт, а ноги ставят на нижний обрез двери, как показано на рис. 83. Команду на отделение подает 3-й спортсмен.

По команде «И-и-раз!» 1-й спортсмен отделяется аналогично отделению в «пирамиде». 2-й спортсмен отделяется синхронно и в одной плоскости с 1-м (в данном случае он будет играть роль связующего). 3-й спортсмен отделяется «под хвост» и работает аналогично отделению в «пирамиде». После того как фигура ляжет в горизонт, спортсмены перехватываются за руки, замыкают «шеренгу» в «звезду» или методом переползания строят любую фигуру, принимают исходную позу «ящик» и начинают работать по намеченной программе.

Отделение «звезда»

«Звезда» из четырех человек является одной из фигур программы чемпионата мира. (Это отделение в тех-

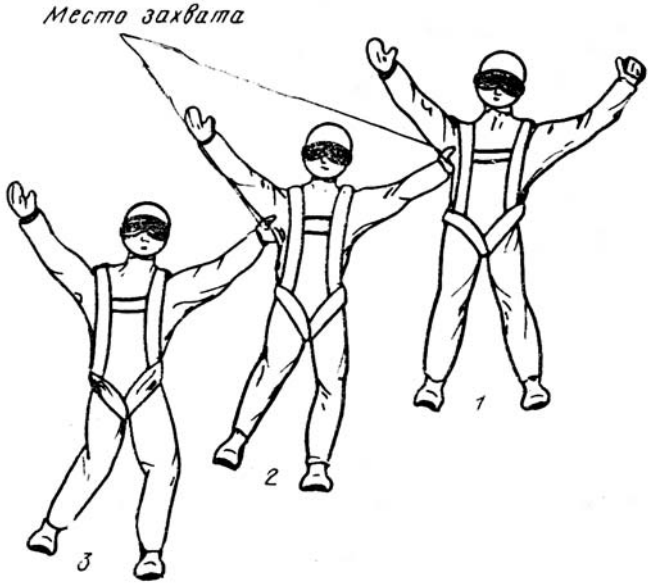


Рис. 82. Захват при отделении «шеренга»

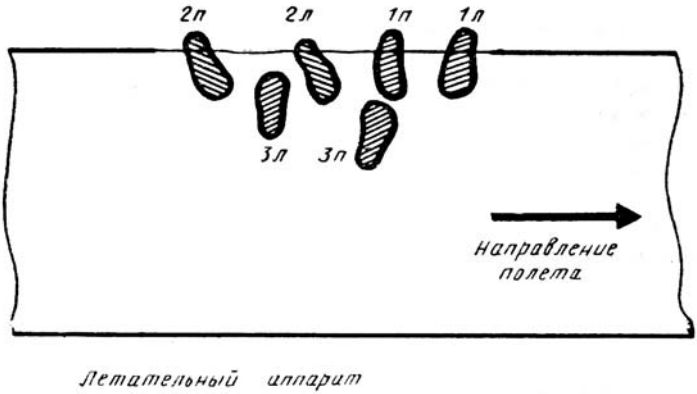


Рис. 83. Постановка ступней ног при отделении «шеренга»

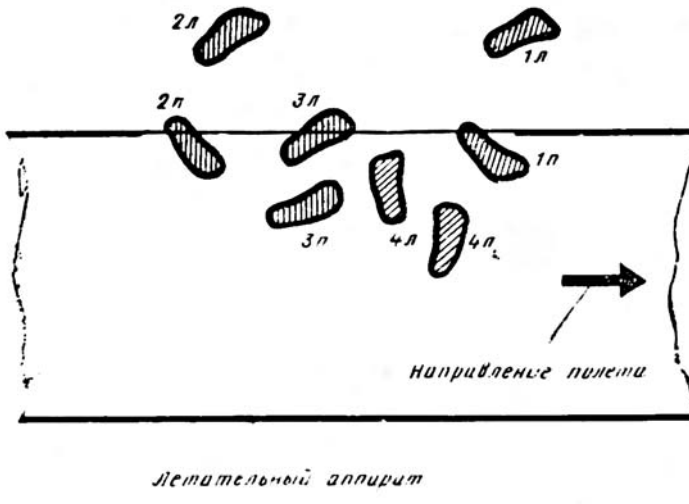


Рис. 84. Постановка ступней ног при отделении «звезда»

ническом исполнении самое простое, поэтому оно наиболее предпочтительно при начальном обучении. Поняв и освоив данный принцип отделения, можно переходить к освоению других в порядке возрастания их сложности, так как основной принцип отделения всеми фигурами один и тот же.)

На рис. 84 показано расположение всех членов «четверки» при отделении. 2-й спортсмен вылезает спиной за борт и становится ближе к хвосту. Держась руками за верхний обрез двери, он стоит правой ногой на нижнем обрезе двери, а левую разворачивает и отводит так, чтобы сразу после отделения грудью встретить набегающий поток. В противном случае спортсмена может «поддуть» и перевернуть на спину. 1-й спортсмен выходит вторым и располагается так же, как и 2-й, только ближе к мотору. После этого 2-й спортсмен, держась только правой рукой, перехватывает левой за ручку на правом рукаве 1-го спортсмена. 3-й спортсмен берется левой рукой за ручку на правом рукаве 2-го спортсмена, когда последний еще на борту. После того как он займет свое место, 3-й спортсмен ставит левую ногу на обрез двери, как показано на рис. 84, а правую ногу оставляет чуть сзади, чтобы удобнее было качнуться.

После этого он наполовину вылезает за борт, вплотную прижимается к 1-му спортсмену. 4-й спортсмен подходит к двери последним. Левой рукой он берет 3-го спортсмена за правую лямку подвесной системы парашюта, выше поясницы; правой — 1-го спортсмена за правую руку выше кисти. Ноги 4-й спортсмен ставит на обрез, как показано на рис. 84. Он же подает команду на отделение.

Особое внимание нужно уделить синхронности отделения. По команде «И-и-раз!» 1-й и 2-й спортсмены отпрыгивают в сторону перпендикулярно направлению полета, разворачиваются влево на 90° и как можно шире разводят ноги и свободные от захватов руки. 3-й спортсмен при отделении «звезда» является связующим звеном, главная его задача — не мешать. Но тем не менее он должен быть готов в случае проворота фигуры на 90—120° влево взять на себя обязанности «хвостовика» и положить фигуру в горизонт. 4-й спортсмен сразу отделяется в полугруппировке, что исключает возможность забрасывания его сверху и уменьшает проворот фигуры. Как только «звезда» ляжет в горизонт, 1-й и 3-й спортсмены перехватывают 4-го спортсмена за ручки на рукавах комбинезона. Последний в свою очередь, убедившись в надежности этих захватов, отпускает подвесную систему 3-го спортсмена и правую руку 1-го спортсмена. После этого спортсмены принимают исходную позу «ящик» и начинают работать по намеченной программе.

Описанные выше отделения просты и наиболее надежны, а при желании из них можно за 3—6 с образовать методом переползания практически любую фигуру. Это, конечно, очень долго, если учесть, что общее рабочее время комплекса всего 35 с. Но на начальном этапе обучения, когда главной задачей является освоение техники перемещения в свободном падении, трех методов отделения («пирамида», «шеренга», «звезда») вполне достаточно.

Индивидуальная техника перемещений в свободном падении

В парашютной групповой акробатике техника перемещения у всех членов команды должна быть одинако-

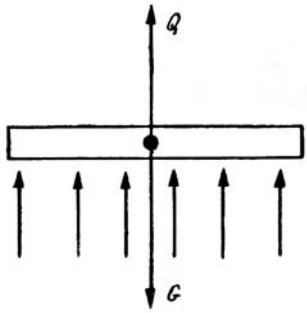


Рис. 85. Схема сил, действующих на плоскую пластинку, расположенную горизонтально в потоке воздуха

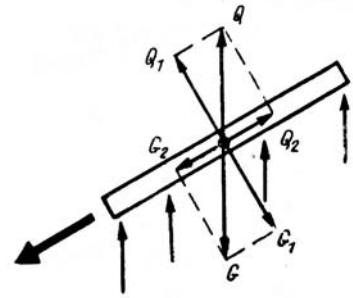


Рис. 86. Схема сил, действующих на пластинку, расположенную под углом в потоке воздуха

вой. Это исключит колебания по высоте и позволит перестраивать фигуры в одной плоскости, что очень важно при скоростной работе. При начальном обучении исходим из того, что спортсмен умеет только стабильно падать.

Для начала представим себе плоскую пластинку (рис. 85). Если ее поместить в поток воздуха и расположить перпендикулярно к нему, то пластинка стабилизируется и никаких перемещений влево или вправо, вперед или назад не будет. Если же пластинку расположить под углом к потоку, то она начнет перемещаться в сторону наклона (планировать) (рис. 86).

Заменив пластину плоскостью тела парашютиста, нетрудно себе представить, что, находясь в свободном падении, при равновесной скорости набегающего потока воздуха 50—60 м/с, парашютист может достаточно эффективно перемещаться. Для этого ему следует наклонить свое тело в нужном направлении и под углом, необходимым в данный момент (скорость перемещения зависит от угла наклона). Но при угле более 45° скорость перемещения будет уменьшаться с увеличением вертикальной скорости, и при угле 90° тело будет падать вертикально вниз с $V_{y\,макс}$.

Рассмотрим виды перемещений спортсменов в парашютной групповой акробатике:

а) стабильное падение в нейтральной позе «ящик», без перемещения;

б) перемещение вперед;

в) перемещение назад;
г) скольжение вправо (влево);
д) пикирование (быстрая потеря высоты);
е) вспухание (быстрый набор высоты);
ж) тонкая работа по набору и потере высоты;
з) развороты вправо (влево) на 90—360°.

Стабильное падение в нейтральной позе без перемещения

Стабильное падение в нейтральной позе «ящик» происходит строго по нормали с установившейся скоростью. В групповой акробатике очень важно, чтобы вся команда, падая в нейтральной позе, имела абсолютно одинаковую скорость падения. Это достигается регулировкой комбинезонов, «вывешиванием» спортсменов и снаряжения, специальным подбором их по росту, весу, комплекции. Но отсюда не следует, что спортсмены с разным ростом, весом, комплекцией несовместимы в группе. Даже при различных наземных характеристиках они «выравниваются» в потоке за счет уменьшения или увеличения площади миделя тела.

Как показано на рис. 87, у парашютиста туловище и бедра лежат в одной плоскости. Голени согнуты в коленных суставах под углом 90°, а руки отведены за спину до упора, согнуты в локтевом суставе под таким же углом. Предплечья располагаются параллельно туловищу, а кисти рук не поднимаются выше головы. Это и есть нейтральная поза падения «ящик». В этой позе центр

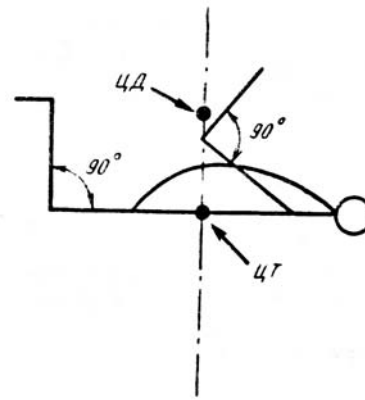


Рис. 87. Нейтральная поза спортсмена для стабильного падения без перемещения

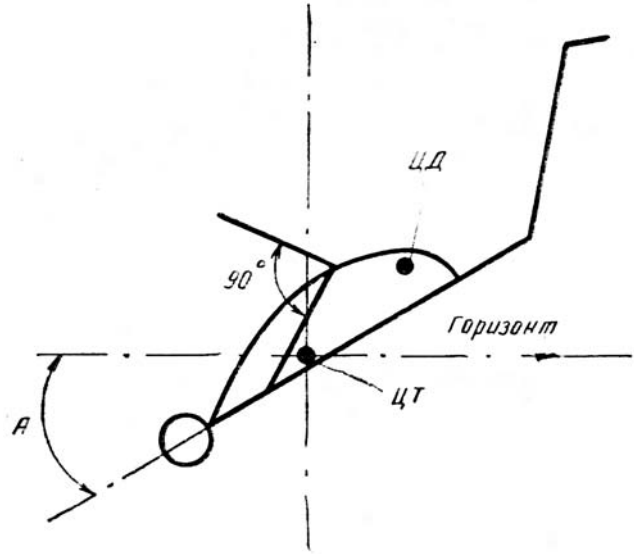


Рис. 88. Поза спортсмена для перемещения вперед

давления тела парашютиста (ЦД) выше его центра тяжести (ЦТ) и расположены они на одной оси, поэтому спортсмен будет падать строго вертикально с установившейся скоростью.

Перемещение вперед

Чтобы начать такое перемещение, парашютисту необходимо наклонить свое тело вперед.

Для этого, как показано на рис. 88, он должен, не разгибая рук в локтевых суставах, плечи подвести к туловищу, а ноги разогнуть в коленных суставах. При этом ЦД парашютиста переместится назад относительно ЦТ, тело парашютиста начнет наклоняться вперед, и при совмещении ЦТ и ЦД на одной оси парашютист займет положение, позволяющее планировать вперед. Скорость перемещения также зависит от угла А (угла наклона). Чем сильнее спортсмен будет разгибать ноги в коленях и приводить руки к туловищу, тем больше будет этот угол и, следовательно, больше скорость перемещения. Но угол не следует делать более 40—45°.

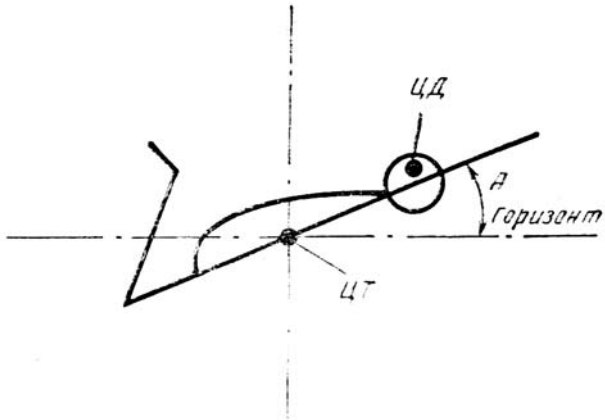


Рис. 89. Поза спортсмена для перемещения назад

Перемещение назад

Чтобы перемещаться назад, парашютисту необходимо перевести свое тело в режим кабрирования, то есть наклонить его назад.

Для этого, как показано на рис. 89, он должен сильнее согнуть ноги в коленных суставах, а руки разогнуть в локтевых суставах и вынести вперед (то есть по отношению к телу — вверх). При этом ЦД парашютиста тоже переместится вперед относительно ЦТ, его тело начнет наклоняться и при совмещении ЦТ и ЦД на одной оси в одной точке парашютист займет положение, позволяющее планировать назад. Скорость перемещения также зависит от угла наклона А. Чем сильнее спортсмен будет сгибать ноги в коленях и чем дальше выносить руки по отношению к телу вверх, тем больше будет этот угол.

Скольжение вправо (влево)

Чтобы начать перемещение влево (вправо), парашютисту необходимо накренить свое тело вправо (влево).

Для этого, как показано на рис. 90, он должен руку и ногу отвести в сторону, противоположную необходимо-

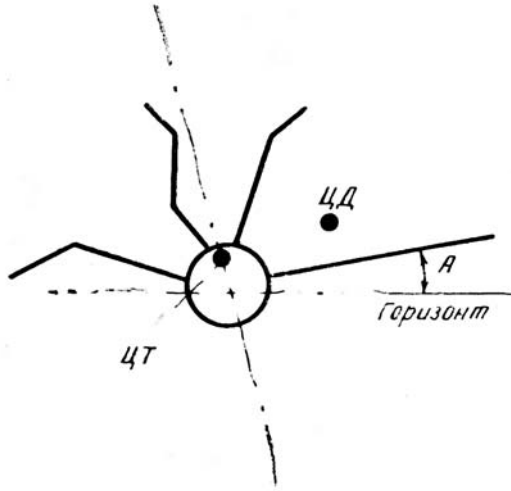


Рис. 90. Поза спортсмена для перемещения влево (вправо)

му перемещению. При этом ЦД сместится в сторону относительно ЦТ, тело парашютиста наклонится и он начнет скользить (перемещаться) в нужном ему направлении. Условия равновесия сил рассматривались выше.

Пикирование (быстрая потеря высоты)

При необходимости быстро потерять высоту используется метод пикирования.

Для того чтобы начать пикирование, как показано на рис. 91, парашютист разгибает руки в локтях и полностью отводит их назад, вдоль туловища. Ноги также полностью разгибаются в коленях и располагаются параллельно друг другу. ЦД сильно смещается назад относительно оси ЦТ и парашютист опускается головой вниз (становится в пикирование). При этом сильно уменьшается площадь сопротивления, скорость падения резко возрастает. Если угол пикирования (В) меньше 90°, то спортсмен, быстро теряя высоту, может еще и перемещаться в нужном ему направлении. Скорость пикирования зависит от угла С (развода рук). Уменьшая

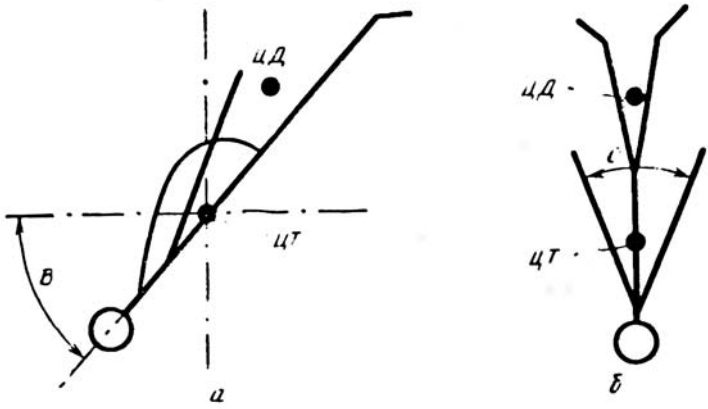


Рис. 91. Поза спортсмена для быстрой потери высоты (пикирование): *а* — под углом; *б* — вертикально вниз

его, парашютист увеличивает угол пикирования (В). Соответственно уменьшается лобовое сопротивление и увеличивается вертикальная скорость падения.

Вспухание (быстрый набор высоты)

При необходимости набрать высоту используется метод «вспухания».

Чтобы применить его, парашютист, как показано на рис. 92, сгибается дугой. При этом у него должно складываться впечатление, что он лежит на большом шаре. Руки и ноги сводятся вместе и сильно напрягаются. Голова опущена вперед, наблюдать за партнерами можно только исподлобья. Это неустойчивое положение, так как ЦД находится намного ниже ЦТ, и для того чтобы успешно пользоваться данным способом, нужен определенный навык. Сгибание дугой максимально увеличивает лобовое сопротивление парашютиста и, как следствие, уменьшает равновесную скорость падения относительно партнеров. При правильном использовании такой способ является наиболее эффективным при вертикальном маневрировании.

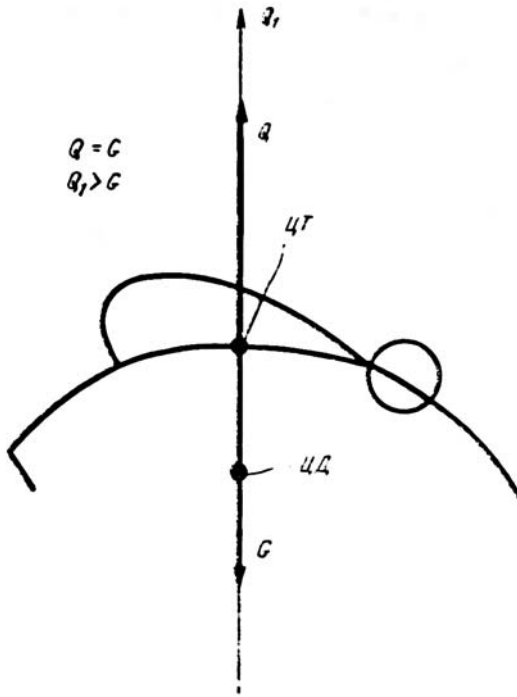


Рис. 92. Поза спортсмена для быстрого набора высоты (вспухание)

Тонкая работа по потере и набору высоты

Тонкая работа по набору и потере высоты применяется для исправления очень мелких и на первый взгляд незначительных отклонений от горизонта при групповых прыжках.

Внешне эта работа абсолютно незаметна. Парашютист, не меняя нейтральной позы «ящик», может перемещаться по вертикали в диапазоне ±1 м. Осуществляется такое перемещение расслаблением или напряжением мышц пресса, рук и ног. Тонкая работа по потере и набору высоты — один из сложнейших элементов групповой акробатики и при начальном обучении парашютистов почти не применяется. Но достигнуть высоких результатов без освоения этого элемента практически невозможно.

Развороты вправо (влево)

В групповой акробатике не применяются резкие вводы руками и ногами для разворотов, так как они сопровождаются сильными колебаниями по высоте. Чтобы этого не происходило и парашютист разворачивался в одной плоскости с группой, вводы осуществляются одними ладонями. Разворот происходит достаточно энергично. Но тем не менее после постановки ладоней рук в нейтральное положение или в режим торможения вращение тут же прекращается.

До сих пор мы разбирали технику элементарных перемещений. Работая же в группе, парашютист перемещается одновременно в нескольких направлениях, причем с постоянно меняющейся скоростью, что довольно сложно. Поэтому на начальном этапе обучения надо особое внимание уделить тщательному освоению элементов техники перемещения. В противном случае впоследствии спортсмен не сможет работать на больших скоростях, когда не хватает времени следить за отработкой своей техники.

Распределение внимания и точки контроля в воздухе

Пожалуй, одним из главных качеств группового акробата в воздухе является умение видеть все, что происходит вокруг, правильно ориентироваться в воздухе, а также прогнозировать ситуацию. Эта задача значительно облегчается, если спортсмен научится правильно распределять внимание и определять все точки контроля, которые необходимы ему в работе. Точки контроля определяются на каждый прыжок и для каждого спортсмена индивидуально. А при распределении внимания рекомендуется учитывать следующие элементы:

1. Горизонт.
2. Последовательность комплекса.
3. Свое местонахождение относительно центра группы.
4. Место нахождения партнеров относительно центра фигуры.
5. Свое место в фигуре.
6. Контроль захватов, в том числе последнего.
7. Поза падения.

8. Техника передвижения.
9. Ошибки и исправление ошибок — как собственных, так и допущенных партнерами.
10. Место нахождения партнеров при разбежке.
11. Соблюдение эшелона высоты раскрытия.
12. Точки контроля.

Техника безопасности

Парашютная групповая акробатика предъявляет повышенные требования к спортсменам по технике безопасности. Прежде всего, спортсмены обязаны добросовестно относиться к материальной части и укладке парашютов. Постоянно должен проводиться визуальный осмотр друг друга в целях устранения какого-либо дефекта, возникшего за линией стартового осмотра (при наземной тренировке — непосредственно перед прыжками, при опробовании отделения и т. д.). В воздухе особое внимание следует уделять тому, чтобы строго выполнялись все установки на прыжок и не возникало никакой самодеятельности. При перестроениях не допускается давление на фигуру вследствие скоростных подходов без торможения. Если спортсмен видит, что не успевает самостоятельно справиться со скоростью, он обязан приложить все усилия, чтобы избежать столкновения с партнером или с группой. Нельзя проходить под или над падающим парашютистом (группой) — это приведет к завалу фигуры. Чтобы такого не случилось, нужно постоянно осматриваться в воздухе, поворачивая голову в разные стороны.

В группе назначаются несколько человек (не менее двух), которые постоянно следят за высотой и отвечают за разбежку перед раскрытием. При достижении высоты разбежки спортсмены, ответственные за высоту, дают сигнал (скрещенные руки). После чего группа вся вдруг разворачивается относительно центра фигуры на 90° и с максимальной скоростью удаляется от него. При этом каждый спортсмен обязан видеть всех, включая тренера и оператора. Еще на земле все парашютисты разбиваются на несколько эшелонов и должны раскрыться строго на своем эшелоне (на своей высоте). Перед раскрытием парашютисты дают отмашку и только после этого, убедившись, что рядом никого нет, дергают коль-

цо. После раскрытия первым делом нужно осмотреться по сторонам, так как оно бывает, как правило, очень плотным и велика вероятность попадания друг другу в стропы. Техника безопасности занимает особое место в групповой акробатике еще и потому, что если из-за травм из строя выйдут один или несколько спортсменов, то и команда уже не может не только выступать на соревнованиях, но и полноценно тренироваться.

Психологическая подготовка спортсменов

Вполне естественно для спортсменов стартовое волнение (беспокойство за правильность выполнения различных элементов прыжка, неуверенность в своих силах или, наоборот, чрезмерная агрессивность). А с этим уже давно научились эффективно бороться. Пожалуй, самым главным и основным элементом психологической подготовки является хорошая тренированность. Практика показывает, что чем лучше, чем более всесторонне спортсмены подготовлены к предстоящему прыжку, тем меньше они волнуются перед стартом и меньше допускают ошибок. Очень эффективным и практичным методом является также аутогенная тренировка. Она позволяет готовиться к групповому прыжку самостоятельно, независимо от группы. В настоящее время все ведущие спортсмены у нас в стране и за рубежом взяли на вооружение этот метод тренировки и подготовки к соревнованиям.

Психологической подготовкой спортсмены и тренеры должны заниматься непрерывно на протяжении всего сезона.

Подготовка комбинезонов

Заниматься групповой акробатикой невозможно без удобного, всесторонне продуманного снаряжения. Работа в любой группе прежде всего начинается с его подготовки. На предварительную подгонку снаряжения в группе из 4—8 человек нужно в среднем 20—40 прыжков. Окончательная (тонкая) подгонка снаряжения производится на протяжении всего сезона, вплоть до самих соревнований. Тщательно подгоняя снаряжение и парашюты, груп-

па «вывешивается» на одном уровне, то есть все спортсмены, падая в нейтральной позе «ящик», должны иметь одинаковую вертикальную скорость падения.

В группе начальной подготовки тренировочная работа тоже не начинается без предварительной подгонки снаряжения. На это уходит 2—4 прыжка. А окончательная коррекция делается тренером перед каждым прыжком.

Программа начальной подготовки групповых акробатов

Эффективность данной программы была проверена на практике на тренировочных сборах команды г. Москвы и сборной команды СССР. Принципиальным отличием предлагаемой программы от всех предыдущих является то, что группа начальной подготовки состоит из 4 человек. В нее входят: тренер+обучаемый; помощник тренера+обучаемый (рис. 93). Тренером группы является инструктор по парашютной групповой акробатике, в обязанности которого входит следующее:

проведение наземной подготовки с постановкой задач на прыжок и подробным объяснением действий каждого обучаемого;

контроль в воздухе за правильностью выполнения обучаемым поставленных задач;

подробный анализ допущенных ошибок;

проведение мероприятий по исправлению ошибок;

проведение занятий по специальной и физической подготовке.

Помощником тренера является спортсмен высокого класса. В его обязанности входит:

демонстрация в воздухе техники выполнения отдельных элементов групповой акробатики;

оказание помощи тренеру в проведении наземной подготовки;

контроль в воздухе за правильностью выполнения обучаемыми поставленных задач.

Основной задачей обучаемых спортсменов является как можно более точное выполнение заданий, поставленных на прыжок и во время наземной подготовки.

При хорошей организации и при наличии высококвалифицированных тренеров данная программа рассчитана

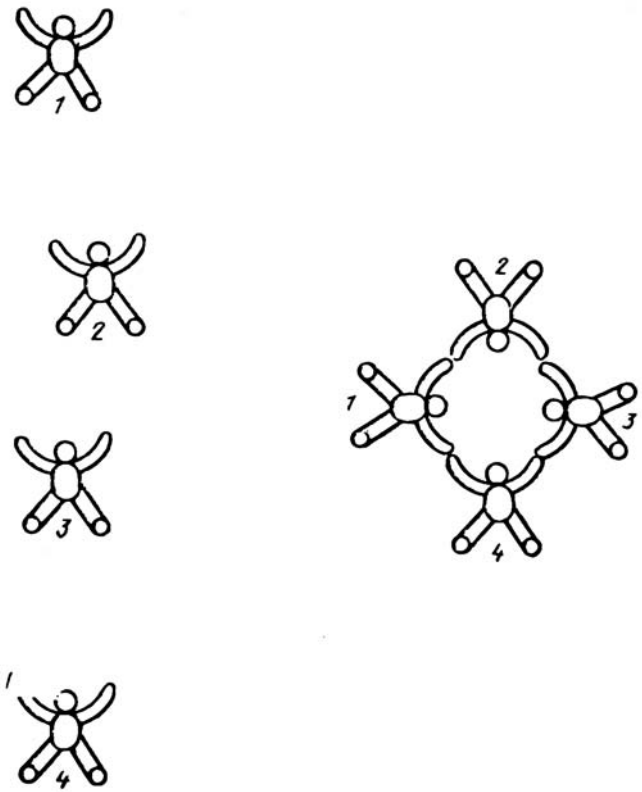


Рис. 93. Формирование четверки: *1* — тренер; *2* — помощник тренера; *3, 4,* — обучаемые

всего на 30—45 прыжков с парашютом с высоты 2500—3000 м и гарантирует качественную подготовку.

Из спортсменов, прошедших эту программу начальной подготовки, можно сформировать команду «четверки», в которой они будут дальше повышать свое личное мастерство.

Основным принципом предлагаемой программы начального обучения, как и дальнейшего обучения в парашютной групповой акробатике, является принцип перехода от простого к сложному. Поэтому элементы перемещения рекомендуется осваивать в следующей последовательности:

а) перемещение вперед (назад);
б) перемещение вверх (вниз);
в) развороты на 360°;
г) развороты на 90°;
д) боковое перемещение;
е) развороты на 180° с подачей ног. партнеру;
ж) парные перемещения.

I. Ознакомительные прыжки

А. Прыжки парами (2—4 прыжка) (рис. 94)

Отделение в «пирамиде» с перехватом в «звезду». Убедившись, что обучаемый чувствует себя уверенно, тренер (1) дает команду на роспуск. Спортсмен (2) принимает позу «ящик», после чего делает несколько отходов и подходов в диапазоне 1—1,5 м. Тренер (1) не дозорачивает и не перемещается в сторону обучаемого. Приняв направление «по земле», он стабильно падает в позе «ящик» и является идеальным ориентиром для обучаемого, основной задачей которого является не отлетать далеко и подходить точно в руку.

Ответственным за высоту является тренер.

Б. Прыжки четверкой (4—5 прыжков)

После предварительной подготовки снаряжения пары формируются в четверки: тренер (1); обучаемый (2, 4); помощник тренера (3) (рис. 95).

Отделение «звезда». После того как фигура ляжет в горизонт и все спортсмены примут нейтральную позу падения «ящик», тренер (1) дает команду на начало работы. Помощник тренера (3) демонстрирует технику прямолинейного перемещения вперед (назад) или вверх (вниз) с последующим подходом на свое место. Обучаемые внимательно наблюдают за его работой. После этого тренер (1) дает команду на роспуск и прямолинейные перемещения начинают выполнять обучаемые. Тренер и помощник находятся рядом — голова к голове, но без захвата. Стабильно падая, они являются идеальными ориентирами и внимательно наблюдают за действиями обучаемых, которые находятся справа от них (каждый за своим). Демонстрация техники перемещения

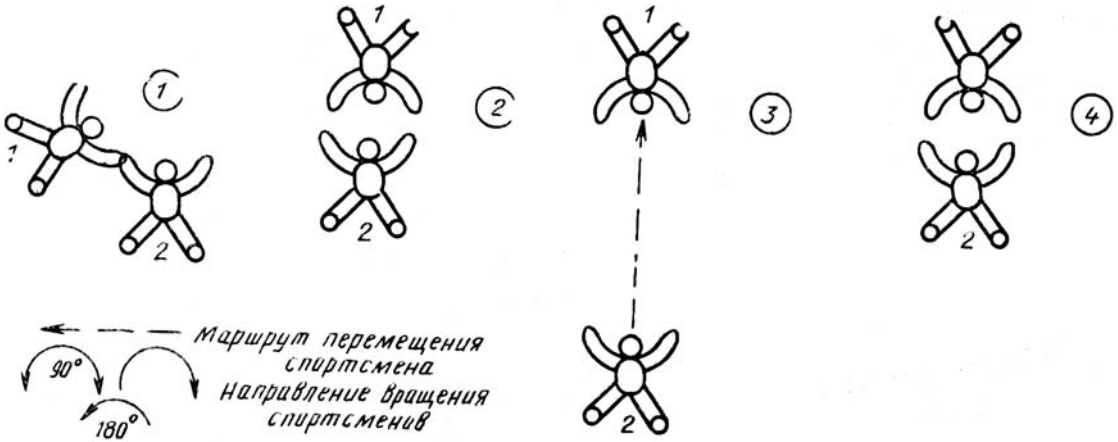


Рис. 94. Прыжки парами для отработки техники

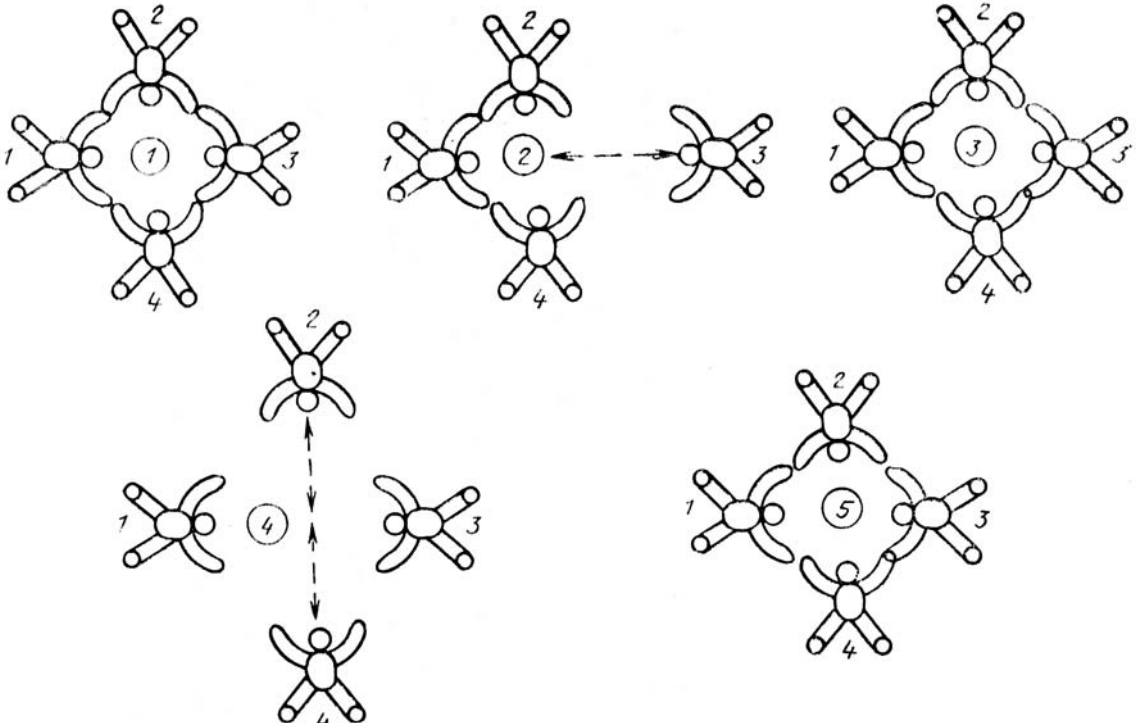


Рис. 95. Прыжки четверкой с отработкой техники прямолинейного перемещения

производится только на первых двух прыжках, а линейные перемещения вперед (назад) и вверх (вниз) можно делать через прыжок или чередовать. Технически линейные перемещения разделяются на следующие элементы:

Вперед (назад):

а) роспуск;
б) отход (1—2 м);
в) набор высоты (0,3—0,7 м);
г) подход;
д) захват.

Вверх (вниз):

а) роспуск;
б) отход (1—2 м);
в) набор (потеря) высоты (2—3 м);
г) потеря (набор) высоты до горизонта;
д) набор высоты (0,3—0,7 м);
е) подход.

Каждый спортсмен должен помнить, что, перемещаясь в воздухе, он как бы скользит с горки, постоянно теряя высоту относительно стабильно падающих парашютистов. Поэтому чем дальше спортсмен находится, тем больше у него должен быть запас высоты. Отношение расстояния к высоте равно примерно 3:1. Помимо этого спортсмены должны знать, что группа парашютистов, падающих в захвате, имеет несколько меньшую вертикальную скорость по сравнению с отдельно падающим спортсменом. Поэтому, если спортсмен по каким-либо причинам опаздывает в фигуру, он должен быстро, до общего замыкания, сделать поправку и набрать немного высоты. В противном случае он провалится, и на его подход уйдет много времени, так как набирать высоту относительно фигуры намного труднее и дольше.

Ответственными за высоту разбежки до конца начального обучения являются тренер (1) и помощник (3).

Выполняя ознакомительные прыжки, обучаемые должны по указанию тренера подогнать снаряжение так, чтобы, падая в нейтральной позе «ящик», без захвата, вся группа имела примерно одинаковую вертикальную скорость падения. Тогда все непроизвольные проваливания, вспухания или отлеты от группы при дальнейшей работе можно смело относить к техническим огрехам парашютиста. Такие ошибки легко выявляются, их можно быстро устранить.

II. Прямолинейные перемещения

Освоив технику прямолинейных перемещений по элементам, можно переходить к более сложным упражнениям. Для начала попробуйте освоить перемещения сразу в 2 плоскостях. Отход после роспуска с одновременным набором высоты, боковым перемещением или доворотом в нужную сторону.

Отделение «звезда» из двух человек (платформа). Обучаемые начинают перестроение, как показано на рис. 96. Командой на следующее перестроение является вход в фигуру последнего спортсмена. Перемещение осуществляется следующим образом:

Спортсмены (2 и 4) отходят на расстояние 1—2 м, с набором высоты 0,2—0,7 м. Боковым скольжением они выходят на траверс того места, в которое им нужно войти, и при необходимости доворачивают. Входить в фигуру нужно таким образом, чтобы захваты можно было производить сразу двумя руками. (Если делать захваты руками не одновременно, то фигура будет проворачиваться.) Затем отработать в прыжках перемещения в 2 плоскостях с переходом.

Отделение «звезда».

По команде все спортсмены распускаются. Тренер (1) и помощник (3) отходят в сторону так, чтобы пропустить спортсменов (2 и 4). Обучаемые быстро набирают высоту и делают переход, как показано на рис. 97. При наборе высоты нужно учитывать, что при данном маневре необходимо пройти расстояние примерно 2—3 м с доворотом на 180°, а довороты сопровождаются значительной потерей высоты. Проходить нужно с правой стороны так, чтобы не столкнуться с партнерами. А разворот начинать в момент прохождения диагонали между тренером (1) и помощником (3). После окончания разворота все спортсмены сближаются к центру и одновременно замыкаются в «звезду». Центр фигуры находится на пересечении диагоналей между спортсменами, независимо от расстояний. Если кто-то из спортсменов по какой-либо причине отлетел дальше других, то подходить он должен на более высокой скорости. Если же это расстояние очень велико (больше 5 м), то спортсмены должны двигаться навстречу друг другу (это вдвое быстрее).

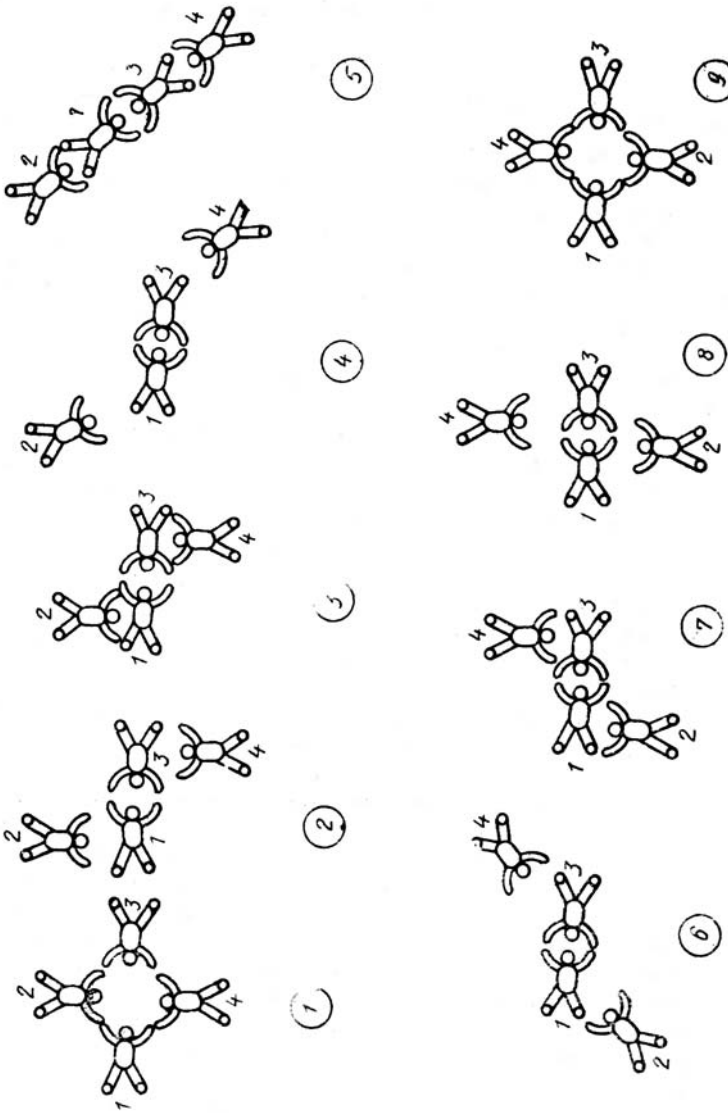


Рис. 96. Прыжок для отработки перемещения в двух плоскостях

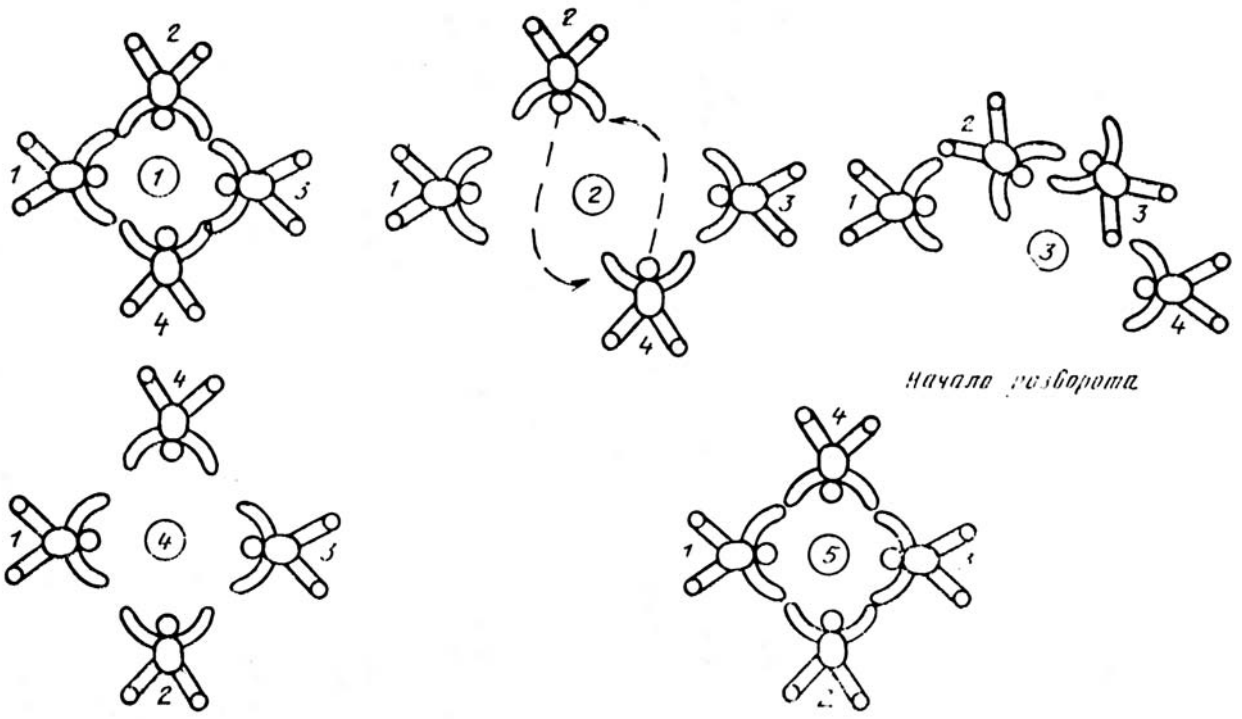


Рис. 97. Прыжок для отработки перемещения в двух плоскостях с переходом

Отделение «звезда».

По команде фигура распускается и в захвате остается только пара 1—4 (захват рука-рука).

Спортсмены (2 и 3) быстро набирают высоту и, буквально «облизывая» контуры своих партнеров, боковым скольжением проходят в ноги пары 1—4, как показано на рис. 98. Если кто-то из спортсменов при переходе все-таки провалился или оказался на одном уровне с передней парой, он должен быстро набрать высоту. Только после этого хвостовые спортсмены одновременно входят в ноги и образуют фигуру «замок». Для того чтобы передняя пара не поворачивалась и тем самым не мешала работе партнеров, необходимо взять ориентир на земле, а наблюдать за партнерами можно только через внутреннюю сторону.

Чтобы пара не перемещалась назад (вперед), падение должно быть строго в позе «ящик», а захваты необходимо делать только короткими (за плечо).

Командой на следующее перестроение является замыкание последнего парашютиста.

III. Развороты на 360°

Индивидуальные развороты на 360° в комплексах программы чемпионата мира не встречаются. Но, осваивая технику исполнения, спортсмены учатся маневрировать в максимальной близости от партнеров или группы, что имеет огромное значение при скоростной работе.

Отделение «звезда».

По команде тренера (1) помощник тренера (3) демонстрирует технику разворотов на 360°. Его вход в «звезду» является командой для начала работы спортсменов (2 и 4). При этом они отходят от фигуры на 1—2 м, набирают высоту (0,3—0,7 м для входа в фигуру плюс 0,5 м для разворота на 360°) и, делая вводы одними ладонями, разворачиваются на 360°. Тренер (1) и помощник (3) наблюдают за работой правого обучаемого (каждый своего). В случае если кто-то из спортсменов в момент разворота провалится или, наоборот, останется слишком высоко, ему необходимо быстро набрать высоту или опуститься до уровня, необходимого для входа в

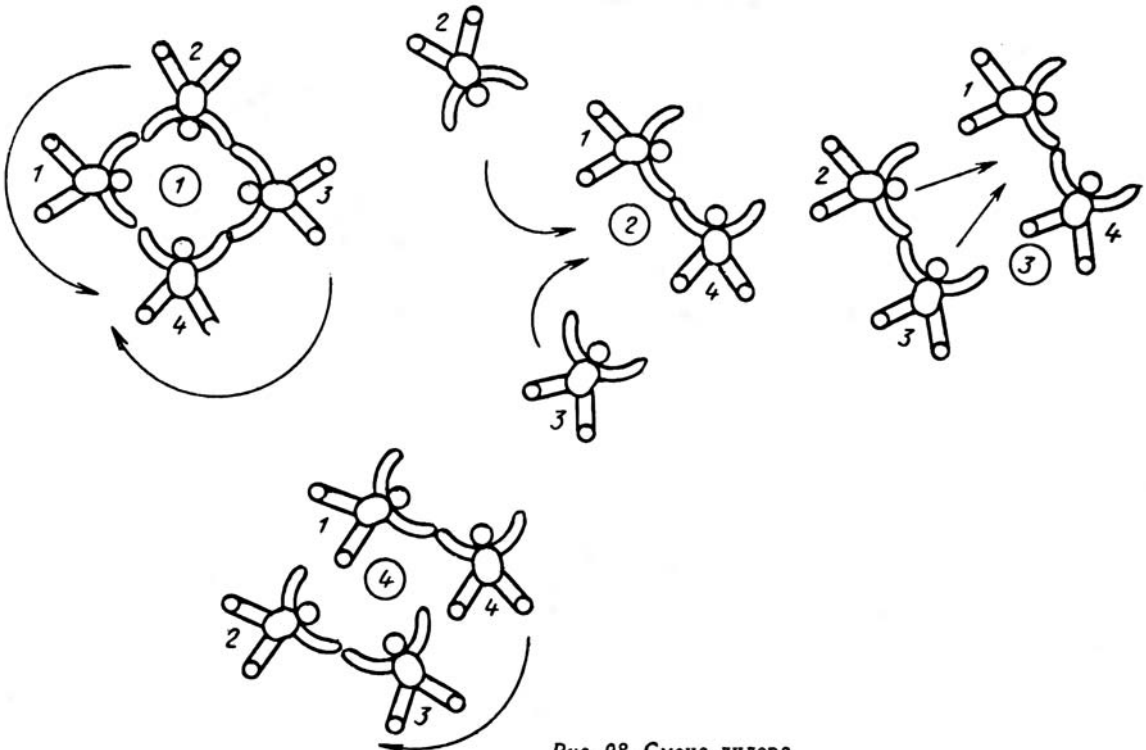


Рис. 98. Смена лидера

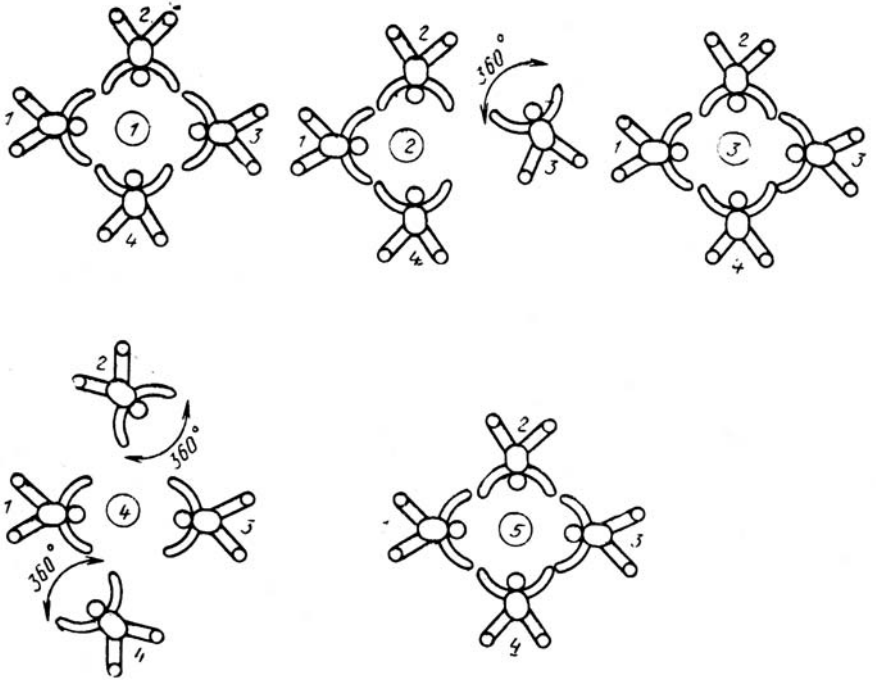


Рис. 99. Развороты на 360°

фигуру. И только после этого тренер (1) дает команду на построение, и все одновременно замыкают «звезду» (рис. 99).

IV. Развороты на 90°

Сложность разворотов на 90° заключается в том, что выполнять их необходимо, оставаясь на месте,— тогда партнеры смогут быстро произвести свои захваты. Освоение техники разворотов на 90° является также переходным упражнением для освоения техники перемещений (рис. 100).

Отделение «звезда».

По команде тренера (1) помощник тренера (3) демонстрирует выполнение разворотов на 90°. После его входа в «звезду» развороты выполняют обучаемые. Разворот на 90° выполняется без отхода от фигуры и не сопровождается значительной потерей высоты, поэтому, чтобы не провалиться, спортсмену достаточно чуть-чуть напрячь мышцы пресса, рук и ног. Развернувшись на 90°, необходимо зафиксироваться в этом положении на 2—3 с и постараться остаться на месте. Для этого необходимо чуть-чуть отвести наружные ногу и руку в сторону.

Самой распространенной ошибкой при выполнении разворотов на 90° является недокручивание вследствие того, что спортсмен, теряя из виду свой основной ориентир, пытается хоть краешком глаза видеть центр падающей платформы. Но это сделать невозможно, так как мешают собственные руки. Чтобы избежать такой ошибки, необходимо взять за основу другой ориентир. Например, парашют ближайшего к вам спортсмена, он хорошо виден, даже если развернуться больше, чем на 90°. А ваше местонахождение относительно его необходимо определить и запомнить во время наземной подготовки.

V. Боковое перемещение (3—4 прыжка) (рис. 101)

Отделение «звезда».

По команде тренера (1) помощник тренера (3) демонстрирует вход в фигуру. После того как он снова

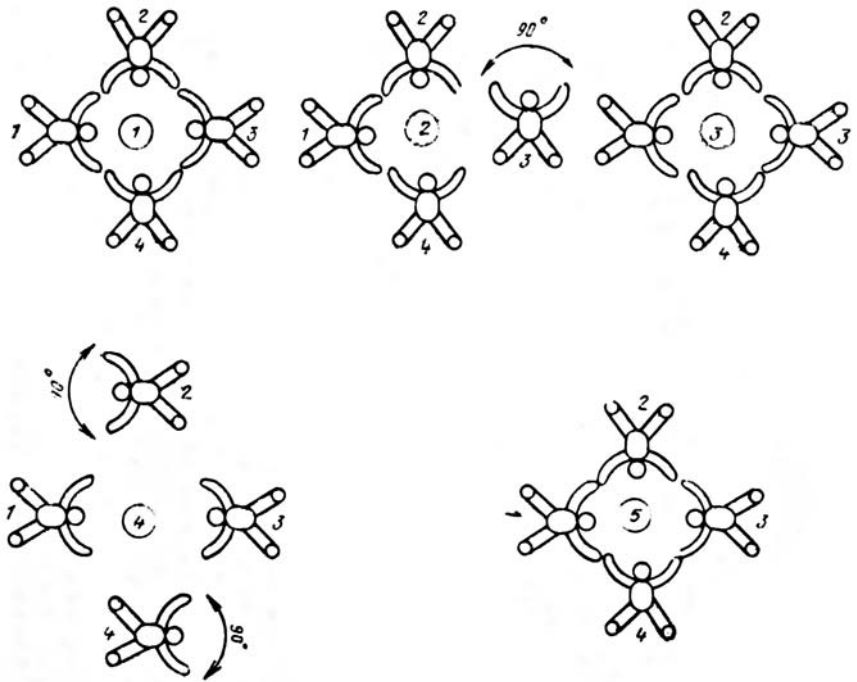


Рис. 100. Развороты на 90°

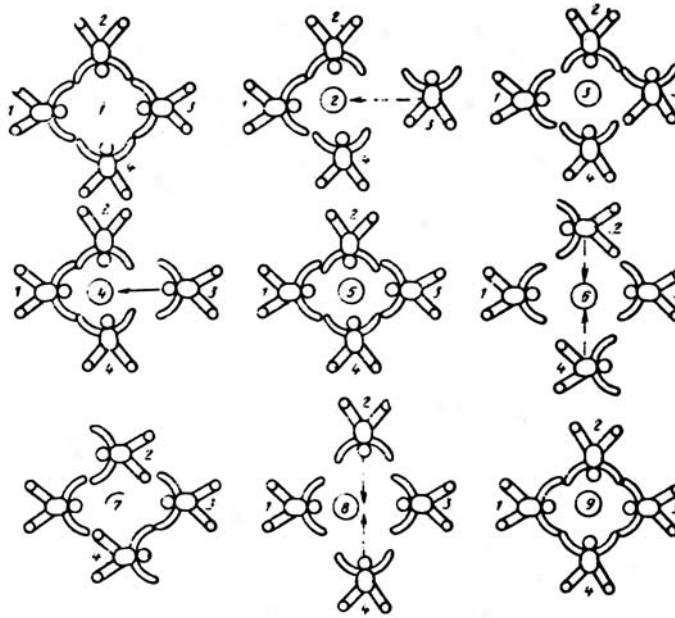


Рис. 101. Боковые перемещения

вернется в «звезду», начинают работать обучаемые. После полного роспуска тренер (1) и помощник (3) падают в незамкнутой платформе. Спортсмены (2 и 4) отходят от фигуры на 1—2 м с набором высоты (0,3—0,7 м), делают разворот на 90° и боковым скольжением входят на свое место в «звезду». После замыкания последнего парашютиста перестраиваются в «звезду» и начинают все сначала.

VI. Упражнения для тренировки внимания (2—3 прыжка)

Сложность этого упражнения заключается в том, что спортсмены должны постоянно удерживать обе фигуры рядом друг с другом и начинать перестроение, только убедившись, что во второй фигуре есть все захваты.

Отделение «звезда». После полного роспуска спортсмены (1 и 3) принимают положение, как показано на рис. 102. В их задачу входит быстро занять свои места и находиться в этом положении до следующего пере-

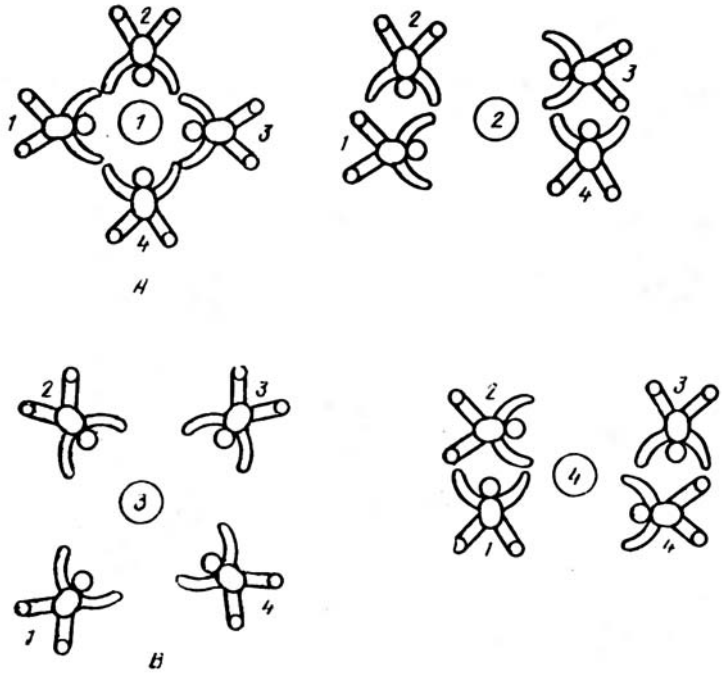


Рис. 102. Упражнения для тренировки внимания

строения. Спортсмены (2 и 4) стыкуются в бок (в захват «молоток»). В их задачу входит пристыковаться без давления, таким образом, чтобы не мешать спортсменам (1 и 3) удерживать ракурсы и расстояния.

Замыкание последнего спортсмена является командой на следующее перестроение. Теперь спортсмены (2 и 4) будут являться базовой парой, а остальные (1 и 3) пристыковываются к ним в бок (рис. 102).

VII. Свободные подходы (2—3 прыжка)

Отделение по одному. Первым отделяется тренер, за ним в любой последовательности два обучаемых, и последним — помощник тренера.

Обучаемые должны постараться в этих прыжках

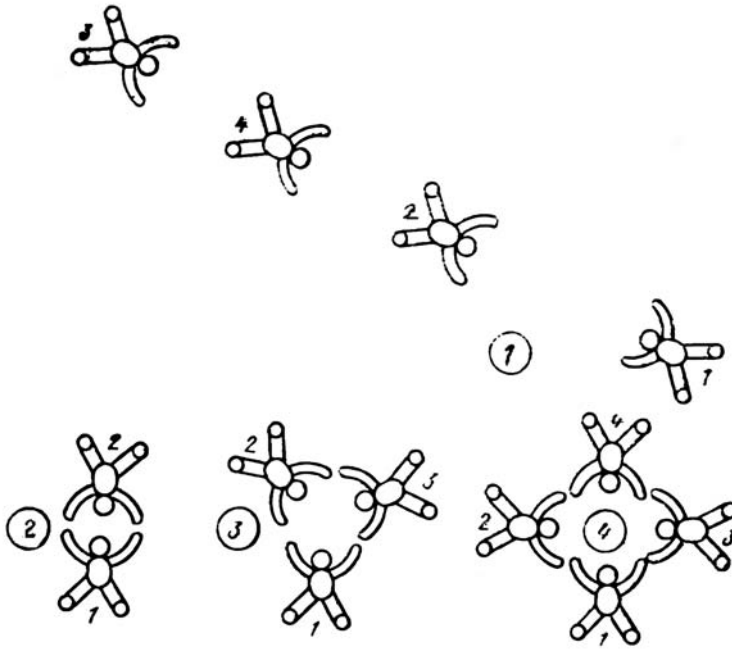


Рис. 103. Свободные подходы

попробовать все виды работы (пикирование, тонкую работу по потере и набору высоты, при необходимости «вспухание») и плавно войти в фигуру (рис. 103).

Тренер и помощник наблюдают за техникой подходов обучаемых.

VIII. Вращение парами

а) Захват «рука-рука» (2—3 прыжка) (рис. 104).

Отделение «звезда».

Вращение парой в захвате «рука-рука» отличается от индивидуального вращения. После роспуска спортсмены делятся на две пары. Для того чтобы группы не разлетались, им необходимо сделать небольшой ввод ногами и руками на перемещение вперед. После этого спортсмен, в сторону которого должна вращаться пара, выносит руку вперед и начинает перемещаться назад.

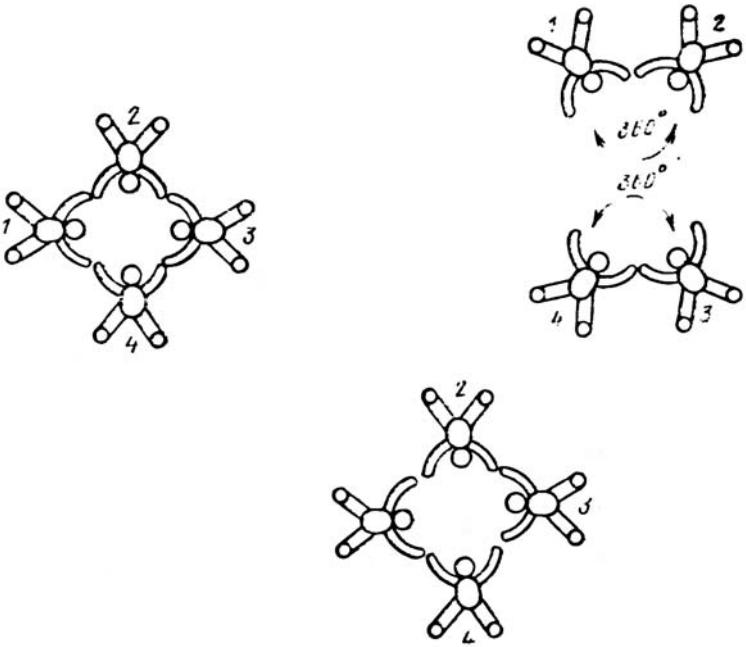


Рис. 104. Вращение парами, захват «рука-рука»

Второй спортсмен, наоборот, выпрямляет ноги и отводит свободную руку назад, тем самым начиная движение вперед. Получается эффект пропеллера и пара проворачивается по окружности, центром которой является захват «рука-рука». В момент разворота спортсмены должны постоянно наблюдать за соседней парой, и, в случае необходимости, подрабатывать к ним по высоте и расстоянию. После окончания разворота пары должны оказаться в одной горизонтальной плоскости и замкнуть «звезду». Техника прямолинейного перемещения в парах очень похожа на технику индивидуального перемещения. Но следует учесть, что оба спортсмена в паре должны мыслить и делать движения синхронно. Это отрабатывается во время наземной подготовки.

б) Захват «пеленг» (2—3 прыжка) (рис. 105).

Отделение «звезда».

Перестроение «алмаз». После роспуска спортсмены образуют две пары с захватом «рука-нога» или «пе-

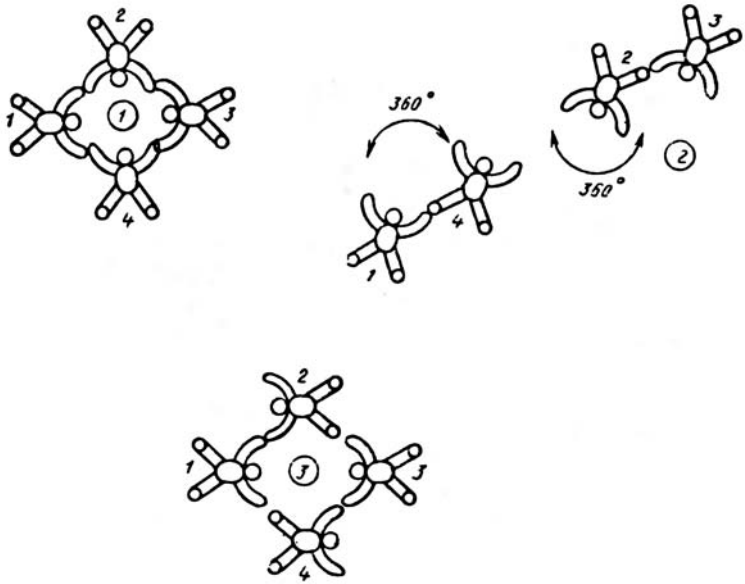


Рис. 105. Вращение парами, захват «пеленг»

ленг». Вращение пеленгом происходит следующим образом: спортсмен, который является головой пеленга, делает ввод ладонями так, как будто он разворачивается один. Если разворот происходит в сторону спортсмена, который держится рукой (внутрь пеленга), то этот спортсмен и начинает движение назад. Пеленг при этом начнет вращаться во внутреннюю сторону. Если вращение происходит в противоположную сторону от хвостового спортсмена, то последний делает ввод руками и ногами для движения вперед. В обоих случаях действует эффект пропеллера.

В программе чемпионата мира встречаются вращения и внутрь, и наружу пеленга, так что рекомендуется осваивать оба варианта.

IX. Развороты на 180° с подачей ног (биполь)

Развороты на 180° с подачей ног являются одним из сложнейших элементов групповой акробатики, требую-

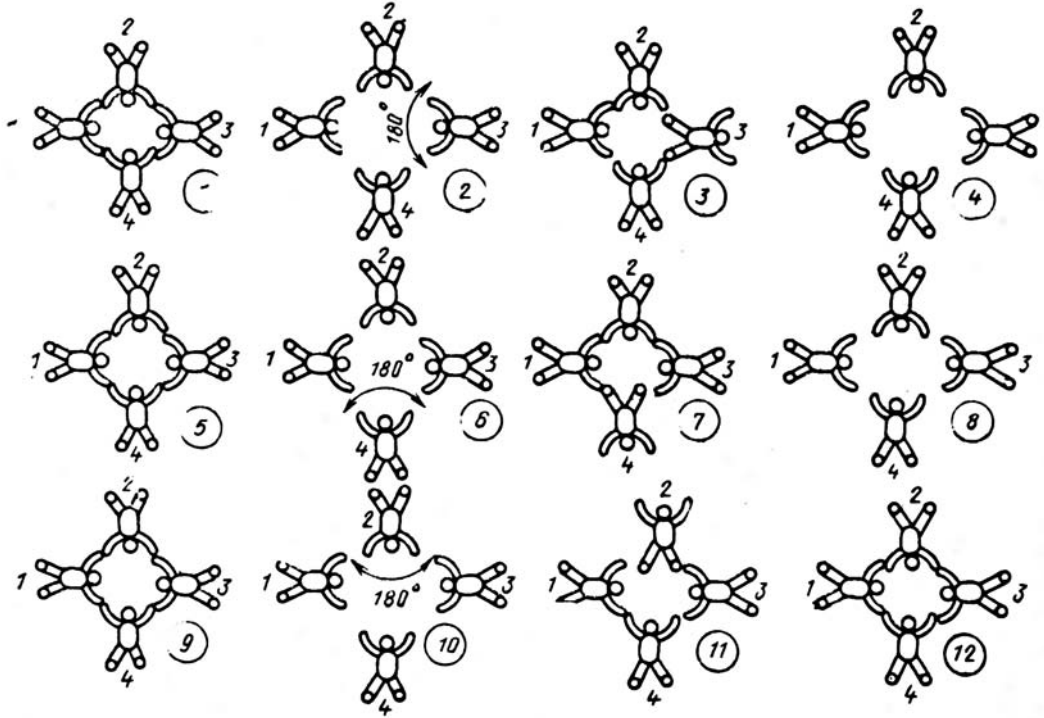


Рис. 106. Развороты на 180° с подачей ног (биполь)

щим большого объема прыжков для его освоения. Поэтому на начальном этапе обучения их предлагается лишь несколько раз попробовать (рис. 106).

Отделение «звезда». Тренер (1) дает команду на роспуск спортсменов и помощник тренера (3) демонстрирует технику разворота в «биполь». К моменту его разворота на 180° фигура должна полностью замкнуться. После этого спортсмены снова строят «звезду». Следующий разворот выполняет спортсмен (4), затем другой спортсмен (2) и т. д. Через 2—3 прыжка можно попробовать подавать ноги сразу двум противоположным спортсменам.

Технически разворот на 180° с подачей ног осуществляется следующим образом: после роспуска спортсмен, который будет делать разворот, производит ввод руками и ногами в направлении противоположного парашютиста. И сразу после того, как движение началось, переводит руки на ввод в разворот. Ориентируясь через плечо по кому-нибудь из партнеров, он приходит в фигуру ногами, точно на свое место и одновременно со всеми. Сигналом к следующему перестроению для него будет являться момент, когда его отпускают.

X. Учебные комплексы (2—4 прыжка) (рис. 107)

XI. Зачетные комплексы (2—4 прыжка) (рис. 108)

Неудачный прыжок,— как правило, результат плохой наземной подготовки. Если вы почувствуете, что недостаточно усвоили материал, вернитесь к этому упражнению в конце программы.

XII. Заключение

Предлагаемая программа начальной подготовки довольно сложна в организационном отношении, а эффективность ее во многом зависит от степени квалификации тренера и его помощника. К тому же далеко не все клубы и даже не все ведомства имеют у себя тренеров или инструкторов по парашютной групповой акробатике. Можно, конечно, сократить число тренеров до одного, но

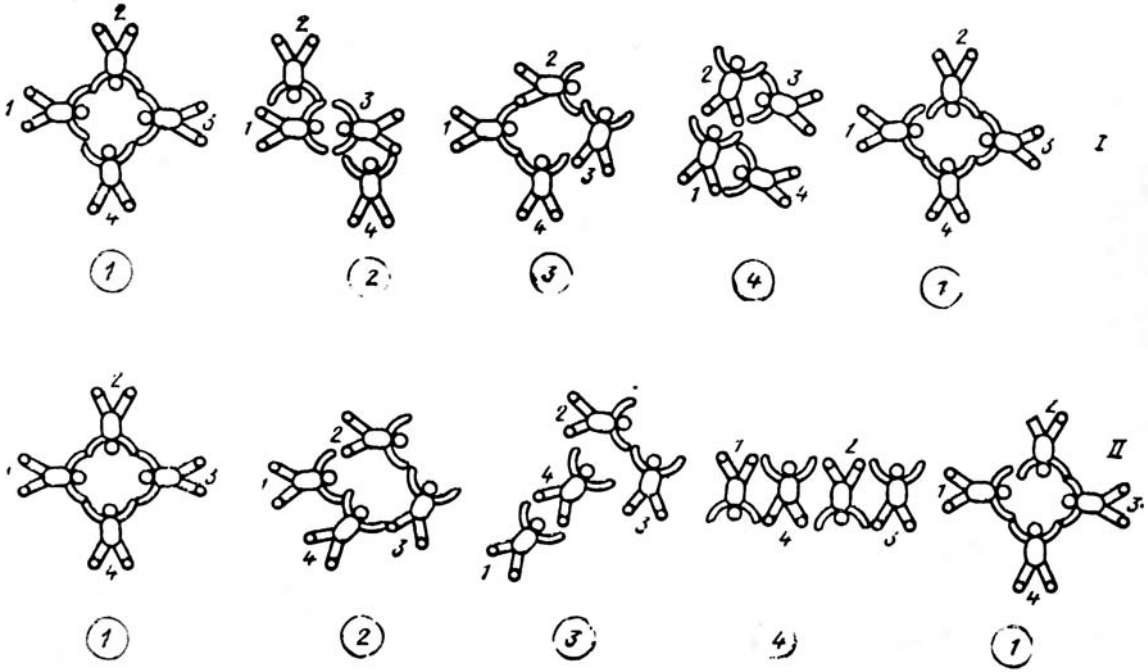


Рис. 107. Учебные комплексы

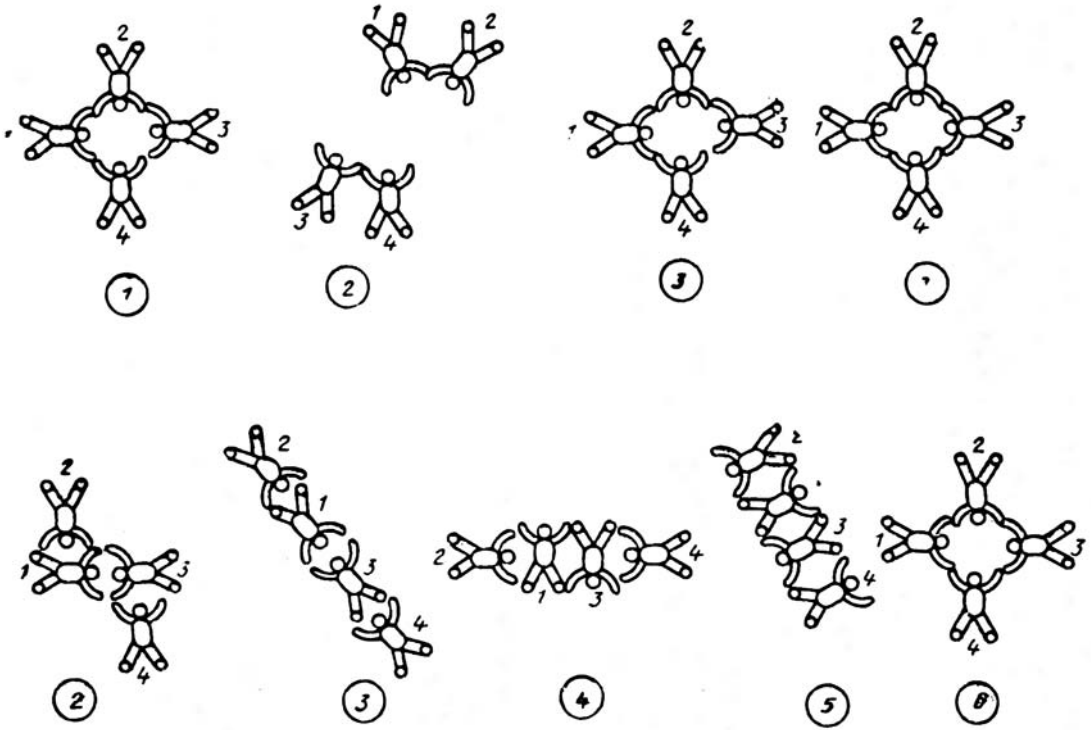


Рис. 108. Зачетные комплексы

это в несколько раз увеличит объем программы, так как тренеру придется самому и демонстрировать технику выполнения элементов, и наблюдать за ошибками своих учеников. Мелкие ошибки еще до приземления будут стираться из памяти, а они, как правило, наиболее существенны.

Если же группа спортсменов примерно с одинаковым прыжковым опытом и решит заниматься групповой акробатикой самостоятельно, то даже при постоянном наблюдении за ними с земли и записью всех прыжков на магнитофон их работа вряд ли будет эффективной. Не только тем, кто прошел начальное обучение, но и спортсменам более высокого класса трудно самостоятельно разбираться и правильно анализировать ошибки, составить программу на сбор или на сезон. Даже при общем желании добиться высоких результатов команда без тренера очень скоро разладится.

Поэтому если вы действительно хотите серьезно заняться парашютной групповой акробатикой и достигнуть в этом интересном и красивом виде спорта высоких результатов, тренерам и инструкторам клубов нужно поддерживать тесную связь со сборными командами ведомств и СССР, по возможности стараться привлекать их членов на свои учебно-тренировочные сборы и выезжать к ним на сборы для учебы. Тогда появится возможность быстро подготовить на местах достаточно квалифицированных инструкторов по групповой акробатике, которые будут заниматься начальной подготовкой спортсменов.

Здесь необходимо сказать, что данные рекомендации, основанные на опыте наших спортсменов, не являются догмой, в процессе развития групповой акробатики могут меняться методы и формы первоначального обучения групповых акробатов.

Освоив основы групповой акробатики, можно переходить к работе четверками по программе. А затем из уже подготовленных четверок можно подбирать команды восьмерок. Но нужно постоянно помнить, что это сложный командный вид деятельности спортсменов, члены команд четверок и восьмерок должны быть в полном смысле слова единомышленниками с высоким чувством ответственности за свой коллектив.

Чтобы достичь хороших результатов, нужно «слетываться» в составе группы 3—5 лет. Нельзя дополнять

группу случайными спортсменами. Если есть необходимость взять в группу другого спортсмена, его следует проверить по всей программе первоначальной подготовки. Только установив необходимые контакты с новым членом группы, можно переходить к тренировке по программе соревнований.

Глава VII.
ГРУППОВАЯ КУПОЛЬНАЯ АКРОБАТИКА

(первоначальная подготовка)

С появлением планирующих парашютов с высокой маневренностью и улучшенными техническими данными расширились возможности применения парашюта как спортивного снаряда. Получил развитие новый вид парашютного спорта — групповая купольная акробатика. Она включает в себя прыжки группы спортсменов с высоты 1200—2500 м с последующим построением из куполов парашютов различных формирований: «этажерка», «ромб», «веер», «бант» и др. В программу соревнований вводится также упражнение с построением «этажерки» из четырех человек с последующей ротацией.

Соревнования по купольной акробатике проводятся с 1982 г. Вначале они проводились под эгидой ФАИ как Кубки мира по купольной акробатике, а в 1986 г. в Австрии был проведен первый чемпионат мира.

Развивается этот вид спорта пока не очень интенсивно, что объясняется сложностью и повышенной опасностью прыжков на купольную акробатику, необходимостью иметь специально разработанный для таких прыжков парашют-крыло с большим удлинением, от спортсменов требуется хорошая подготовка — теоретическая, техническая, тактическая и др.

Чтобы заниматься купольной акробатикой, спортсмену необходимы доскональное знание аэродинамики парашюта, умение в совершенстве управлять им. Смелость, решительность, умение владеть собой, думать не только за себя, но и за всю группу, не поддаваться панике, хладнокровие, быстрый анализ ситуации, отсутствие необдуманных действий должны быть его неотъемлемыми

качествами. Не следует идти на прыжок, если не знаешь хорошо своего партнера, если для такого прыжка не подготовлено снаряжение, если на земле не отработаны все меры безопасности, сигналы и команды.

Групповая парашютная акробатика в большинстве стран, культивирующих парашютный спорт, в настоящее время рассматривается пока не как один из его видов, а как красивые, эмоциональные прыжки на показательных выступлениях, праздниках. Поэтому в настоящей главе учебного пособия хотелось бы дать некоторые рекомендации с учетом опыта, накопленного сборной командой СССР, спортсменами других стран. Мы не собираемся рассматривать методику построения больших и сложных формаций. Наша цель — дать рекомендации по организации первоначального обучения прыжкам на купольную акробатику.

Снаряжение и техника

При прыжках на купольную акробатику особое внимание спортсмены уделяют подготовке снаряжения и техники.

Обмундирование — произвольное, не стесняющее движений. Лучше всего спортивный костюм из эластика. Широкие костюмы не рекомендуются. Обувь должна быть со шнуровкой, без крючков, подошва гладкая без глубоких рифлений, голеностоп не должен закрываться обувью, чтобы в случае непреднамеренных зацеплений можно было легко избавиться от нее. Носки шерстяные, чтобы предупредить ожоги ног о стропы. На руках тонкие кожаные перчатки. Очки со светофильтрами и с хорошим обзором. Светофильтры необходимы на случай, если схождение будет на солнце. Шлем не должен быть глухим, чтобы отчетливо слышать команды партнеров, на нем должны отсутствовать крючки и выступающие части. Крепление ножа может быть как на подвесной системе парашюта, так и на костюме. Крепить его нужно таким образом, чтобы исключить зацепление за него стропы или купола спортсмена и в то же время чтобы им легко можно было бы воспользоваться при необходимости.

Купол парашюта должен быть без лент рифления. Рифление купола — при помощи «слайдера» (косынки)

или крестовины. На ранце должны отсутствовать выступающие части, крючки. Ранец мягкий, без рамы жесткости. Особое внимание обратить на запасной парашют. Он должен располагаться так, чтобы исключалась возможность непреднамеренного выдергивания его вытяжного кольца или зацепление за него стропами парашюта партнеров. Основные парашюты в группе должны быть одинаковыми по качеству и регулировке, иметь приблизительно равное количество спусков. Крайние секции не следует перетягивать, так как при этом они имеют тенденцию к складыванию при отстыковке. Кроме того, парашют будет неустойчивым на малых горизонтальных скоростях. Купол должен иметь хорошо выраженный режим «свала». Необходимо, чтобы он самопроизвольно не разворачивался как при полностью отпущенных стропах управления, так и при полном торможении. Это требование будет достигнуто при строгой регулировке длины строп, а также при отсутствии перекосов подвесной системы.

Центральную секцию купола желательно пометить сверху от передней кромки на расстоянии приблизительно 1 м. Желательно, чтобы центральные стропы первого ряда были контрастного цвета.

Удобнее и безопаснее иметь вместо клевантов мягкие петли.

Для построения плотных или сжатых фигур между передними и задними свободными концами или между передними ниже места крепления строп можно поставить перемычки. Для этой цели лучше всего подходит кусок шнура рифления.

Для некоторых фигур на крайние сопла купола, по усилительной тесьме, прикрепляются яркие петли. Такие доработки нужны, если прыжки на купольную акробатику выполняются постоянно. Но все они должны исключить возможность ненаполнения купола парашюта.

Крючки ранцевых резинок должны быть зажаты. На верхнем клапане ранца нужно нашить клапан, закрывающий серьгу и трос прибора ППК-У.

В общем все снаряжение парашютиста должно быть подогнано так, чтобы при работе исключить всевозможные зацепы, которые крайне нежелательны не только при прыжках на купольную акробатику, но и при обычных прыжках.

Организация прыжков на купольную акробатику

К прыжку на купольную акробатику допускаются опытные спортсмены-парашютисты, в совершенстве владеющие планирующими парашютами, изучившие под руководством инструктора методику построения фигур, меры безопасности, особые случаи. Необходимо знать все особенности не только своего парашюта, но и парашютов партнеров. Не следует брать новичка сразу на построение фигуры. Пусть он сначала со стороны посмотрит, как работают более опытные товарищи.

Наиболее благоприятны для выполнения прыжков на КА утренние или вечерние часы, когда отсутствует болтанка или кучевая облачность. Средний ветер по высотам 6—8 м/с без резких изменений. Особенно актуально это требование при построении больших формаций и при участии новичков. Построение фигур в облачности запрещается. Работу по построению фигур нужно заканчивать на высоте не ниже 600 м, чтобы в особых случаях можно было оценить обстановку, при необходимости отцепить основной парашют и открыть запасной.

В собранной фигуре можно снижаться до меньшей высоты, но не ниже 300 м. Приземляться в собранной фигуре нельзя, так как у парашютистов увеличенная скорость снижения.

В любой группе из двух или более человек тщательно распределяются обязанности и требуется неукоснительное выполнение их в воздухе. Назначается капитан группы, которому присваивается обычно номер 1.

Прыжок с возможными отклонениями от нормальной схемы неоднократно моделируется на земле. На начальном этапе новичка нужно ставить в паре с опытным спортсменом, уже совершавшим прыжки на купольную акробатику. Усложнение задания допускается только после выполнения более простых упражнений.

Расчет точки отделения при прыжках на КА усложнен, так как они выполняются с большей высоты, чем прыжки на точность приземления. К расчету прыжка предъявляются следующие требования:

1. При нормальной работе члены группы должны после расхождения приземлиться в установленном месте.

2. При спуске на запасном парашюте исключить приземление на препятствия.

3. Направление движения формации должно быть на цель до самого расхождения.

Построение этажерки из двух человек

Прыжок выполняется с высоты 1200—1600 м. Первые прыжки начинающие спортсмены выполняют на «бесконтактную» стыковку. Отделение производится на поток с интервалом, который устанавливается в зависимости от опыта спортсменов и типа парашютов. Раскрытие парашютов желательно производить без задержки в потоке от винта самолета. Если тип парашюта или летательного аппарата не позволяет этого, то задержку делать одинаковую, строго по времени.

При наполнении парашютов должна быть повышенная осмотрительность. В случае схождения на встречных курсах нужно быть готовым отвернуть в сторону. Если этого сделать не удалось, принять все меры, чтобы не попасть в стропы партнера — раздвинуть ноги и руки. В дальнейшем совместно действовать по обстоятельствам.

После открытия осмотреться и подготовиться к работе:

вставить вытяжное кольцо;

осмотреть купол, стропы, замки отцепки;

закрутить косынку;

уточнить место нахождения;

принять нужное направление относительно ориентира или положения партнера.

Затем начать сближаться с партнером, одновременно ликвидируя перепад по высотам. Если перепад менее 10—15 м, то он устраняется изменением режима работы купола с помощью строп управления: нижний — подбором, верхний — отдачей строп управления. Если перепад более 15 м, то высота теряется верхним методом глубокого «свала» или с помощью натягивания передних лямок. Можно сделать несколько галсов влево-вправо на передних лямках. Не следует терять высоту вращением, так как в этом случае она хуже контролируется, а в дальнейшем, при построении больших формаций, вы будете мешать работе ваших партнеров.

Достигнув положения параллельным курсом на одной высоте (расстояние между куполами парашютов

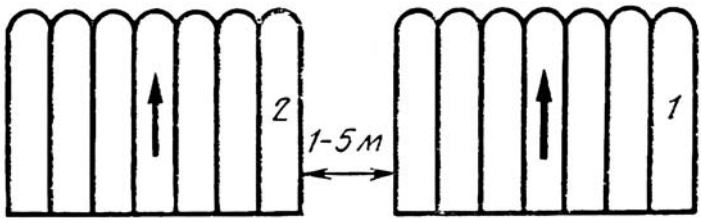


Рис. 109. Совместный полет

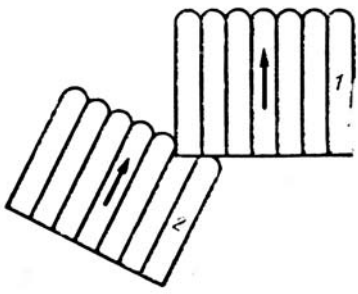


Рис. 110. Доворот

1—5 м), нужно произвести совместный полет (рис. 109).

После отработки этого упражнения можно приступить к прыжкам на построение этажерки из двух человек.

После открытия парашютов, заняв исходное положение, как было описано выше, по сигналу старшего (голосом или жестом) нижний парашютист (2) делает небольшой поворот в сторону верхнего (1) так, чтобы передняя кромка его купола оказалась сзади верхнего парашютиста (1) (рис. 110).

Верхний (1) тоже делает небольшой поворот в сторону от нижнего (2). Одновременно с этим нижний (2) чуть отпускает стропы управления, придавая скорость куполу, а верхний (1) переводит купол в режим ниже средней скорости. Происходит следующее: парашют нижнего движется вперед и вниз, а парашют верхнего скользит как бы вверх, то есть парашютист (2) оказывается ниже другого парашютиста (1). Если необходимо, верхний и нижний парашютисты возвращаются на первоначальный курс (рис. 111). Нижний парашютист (2) начинает подавать свой купол верхнему (1) (рис. 112). Нижний парашютист должен видеть вдоль переднего направляющего края своего парашюта нижний обрез

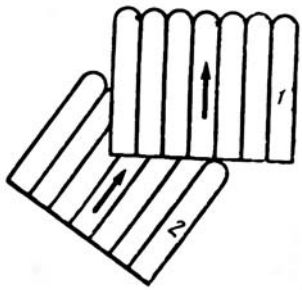


Рис. 111. Действия парашютистов после доворота

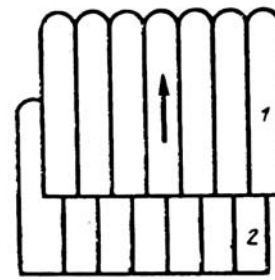


Рис. 112. Стыковка

ранца верхнего парашютиста (рис. 113), то есть подавать свой купол чуть выше бедра верхнего парашютиста.

Основная задача парашютиста (2) — сохранить эту картину до касания своим куполом верхнего парашютиста. После касания верхний парашютист (1) плавно отдает стропы управления и производит захват верхней кромки купола руками и центральных строп переднего ряда ногами. Нижний парашютист (2) отдает полностью стропы управления и в дальнейшем формацией управляет только верхний парашютист.

Следует иметь в виду, что при занятии исходного положения не стоит допускать, чтобы нижний парашютист (2) устанавливал свой купол на уровне тела другого парашютиста (1). При таком положении во время доворота на стыковку нижний парашютист (2) окажется обязательно сзади и снизу по отношению к верхнему. Если при полете бок о бок один из парашютистов окажется впереди и выше, то прежде чем приступить к стыковке, они обязательно должны выравняться. Тот, кто оказался внизу, должен идти в режиме ниже среднего, а тот, кто вверху,— потерять высоту, для этого он увеличивает скорость, можно даже подтянуться на передних свободных концах. Работать нужно синхронно, постоянно контролируя положение своего партнера. Верхний должен помнить, что при переходе в средний режим он обязательно подвспухнет. Если при подаче купола нижний парашютист видит плечи и голову верхнего парашютиста, значит, он находится слишком высоко, ему необходимо плавным движением строп управления вниз придержать купол. Если ранец ушел из виду вверх, то

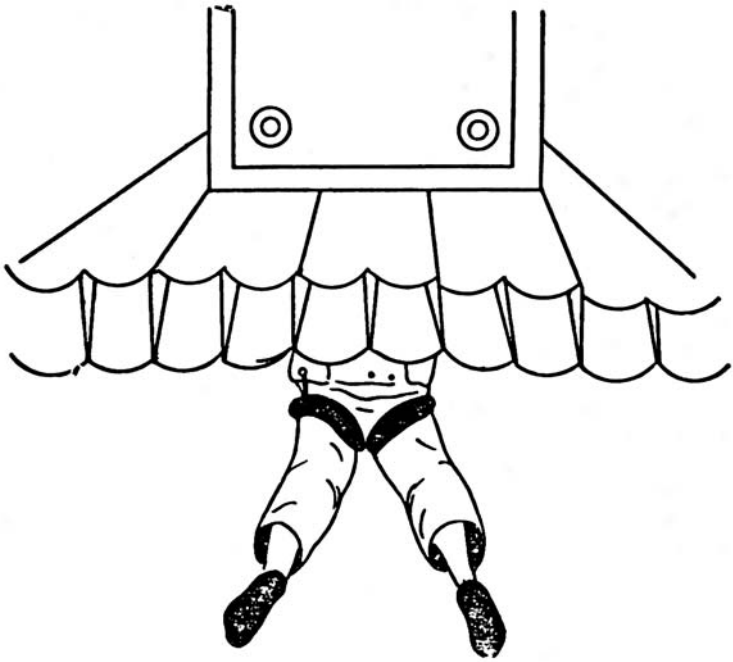


Рис. 113. Подача купола верхнему парашютисту

нижний парашютист (2) находится низко относительно верхнего и ему необходимо коротким движением строп управления вверх дать скорость куполу, а затем, притормозив, подвсплыть.

Если нижний парашютист (2) потерял из виду верхнего парашютиста, значит, он оказался под верхним парашютистом. Нужно немедленно потянуть один из передних свободных концов, не создавая подъемной силы, уйти в сторону.

Если все выполнено правильно и произошел контакт, то захваты можно выполнять одновременно двумя руками или, если удобнее, одной рукой, а вторую использовать для контроля направления полета. При этом всегда помнить, что резкое движение вниз стропой управления может привести к быстрому развороту верхнего парашюта на 180° и бросить верхнего парашютиста в купол или стропы нижнего парашютиста.

Иногда у нижнего парашютиста в момент столкновения складываются крайние секции. Например, при грубой стыковке, при наличии боковых составляющих в момент стыковки, а также когда верхний, делая захват руками, слишком резко отпускает стропы управления. Его купол сначала «клюет» вниз, и парашютист (1) увлекает за собой вниз кромку купола другого парашютиста (2) в месте захвата. В этом случае нижний парашютист должен прокачать свой купол, а верхний руками помогает расправить кромку. Если купол нижнего не расправляется, то по команде верхнему до высоты 700 м следует отпустить нижнего парашютиста, и купол должен расправиться.

Категорически запрещается работать на больших скоростях, с боковыми составляющими скорости при стыковке.

Если контакт верхнего парашютиста произошел не по центру парашюта нижнего, то верхний может с помощью рук, перебирая ими по верхней кромке нижнего, переместиться к центру. После этого можно произвести захват ногами центральных строп купола нижнего парашютиста.

Иногда захват ногами может потребовать дополнительных движений ногами назад из-за того, что нижний парашютист держит стропы управления в режиме торможения. В этом случае верхний должен дать команду нижнему, чтобы он плавно отпустил стропы управления.

При управлении формацией верхний парашютист должен держать скорость пары не менее 4—5 м/с, не делая резких разворотов.

Роспуск формации производить по команде верхнего «Роспуск» и его жесту. Перед этим верхний должен удостовериться, что он ничем не зацепился за нижнего. Затем он отпускает захват ногами и дает своему парашюту полную горизонтальную скорость. Нижний парашютист, убедившись, что роспуск произошел, затормаживает свой купол и с помощью строп управления уходит влево (вправо).

Если произошел зацеп, то верхний дает команду, что будет приземляться в построенной формации, и управляет этажеркой до приземления.

В этажерке из двух человек приземление безопасно,

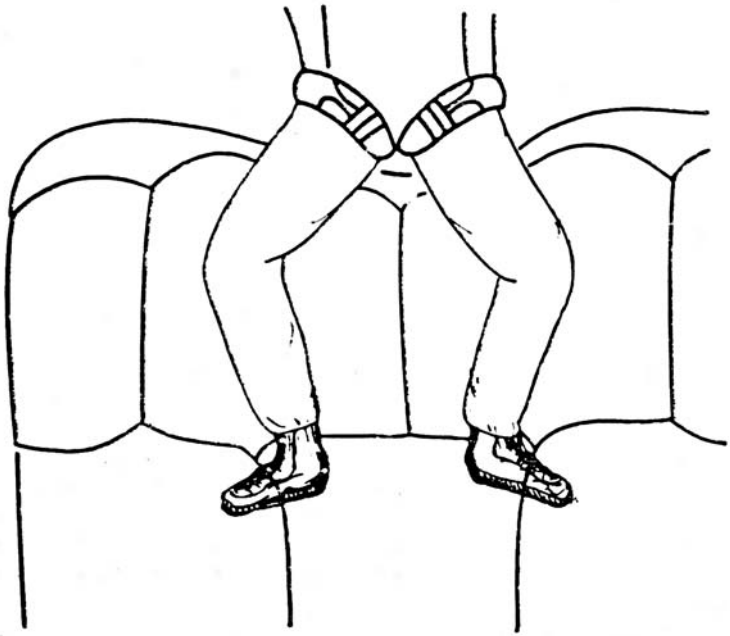


Рис. 114. Захват в обычной этажерке

но требует повышенного внимания спортсменов (рис. 114).

Построение сжатой этажерки

Большие формации обычно строятся сжатыми. Поэтому после отработки действий при построении обычной этажерки из двух человек следует перейти к сжатой этажерке. Исходное положение — обычная этажерка, описанная выше. Чтобы построить сжатую этажерку, необходимо: нижнему взять свой купол несколько в режим торможения. При этом парашют, перейдя на большие углы атаки, за счет появления дополнительной подъемной силы будет как бы вспухать. Верхний парашютист, скользя ногами по стропам нижнего и помогая руками, опускается вниз и делает захват ногами за свободные концы или перемычки между ними (рис. 115). Перехватываться руками нужно синхронно, так как по-

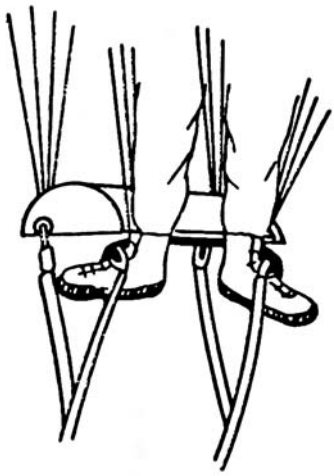


Рис. 115. Захват в сжатой этажерке

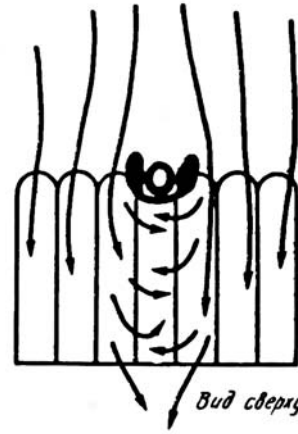


Рис. 116. Зона затенения за телом парашютиста

очередное перехватывание левой-правой рукой может раскачать купол и всю систему. Захват ногами надо сразу делать надежный, так как при дальнейшем наращивании этажерки могут возникнуть значительные напряжения.

При сжимании этажерки верхняя кромка купола нижнего парашютиста будет деформирована, часто она подворачивается вниз. В этом случае короткими движениями нужно «прокачать» купол. При натяжении строп управления купол отклонится назад, а при отпускании вернется на место, но уже с расправленной кромкой.

Особенности работы купола парашюта при построении этажерки

При построении обычной этажерки купол нижнего парашютиста будет работать в несколько необычных условиях. При свободном обтекании купола воздухом на крыле появляется подъемная сила У, которая и создает условия планирования парашюта. При построении этажерки центральная часть купола нижнего парашютиста будет находиться в зоне затенения от тела верхнего па-

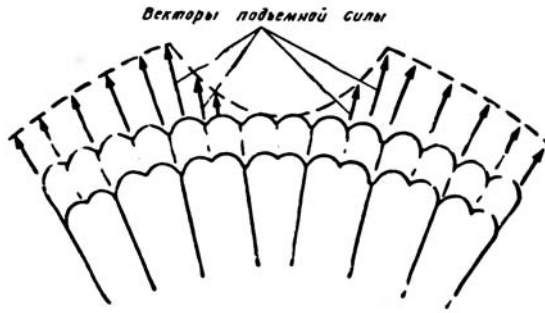


Рис. 117. Эпюра распределения давления на верхней поверхности крыла

рашютиста (рис. 116). Поэтому центральная часть купола не будет создавать тот избыток подъемной силы, который бывает при свободном обтекании. В центре крыла образуется как бы провал аэродинамических сил (рис. 117).

За счет перераспределения давления внутри камер купола парашюта через воздухопроницаемые первюры давление внутри купола по всему размаху крыла будет одинаковым. Поэтому купол хорошо держит свою форму. Но при одинаковой горизонтальной скорости перемещения формации в воздухе подъемная сила на нижнем парашюте будет значительно меньше, чем подъемная сила на куполе верхнего парашюта. Отсюда возникают натяжения в точках сцепки. Потеря части подъемной силы на нижнем парашюте приводит к тому, что этажерка снижается с повышенной вертикальной скоростью.

В режиме сжатой этажерки верхний парашютист находится ниже кромки купола партнера, держась ногами за свободные концы нижнего парашюта или за перемычку. Поэтому условия обтекания куполов воздухом здесь нормальные. Но передняя кромка нижнего купола будет упираться в стропы верхнего парашюта. При этом она будет слегка деформирована, а весь купол будет немного отведен назад, то есть угол атаки будет больше, чем у одиночного купола. Следовательно, горизонтальная и вертикальная скорости будут меньше. У верхнего парашютиста купол будет слегка наклонен вперед и им задается горизонтальная скорость системы. Отсюда вы-

вод — горизонтальная скорость сжатой этажерки меньше, чем одиночного парашюта, а вертикальная соизмерима с его скоростью и меньше, чем обычной этажерки (рис. 118).

Забегая вперед, следует предупредить: чтобы подойти к сжатой этажерке, не стоит находиться далеко внизу — стыковка будет долгой. Нужно находиться сбоку, а по команде на подход занять положение внизу и немного сзади пары и осуществлять стыковку.

При построении сжатой этажерки из трех и более куполов завихрения от парашютистов все-таки будут влиять на подъемную силу куполов, но в меньшей степени, чем в обычной этажерке (рис. 119).

При построении «пеленга» из куполов парашютов, то есть когда верхний парашютист находится на крайней секции нижнего, полетные характеристики формации будут идентичны характеристикам одиночного парашюта.

Построение этажерки из трех и более человек

К этому упражнению допускаются спортсмены, имеющие значительный опыт выполнения более простых прыжков на купольную акробатику.

Прыжкам на построение формаций из трех и более человек должна предшествовать тщательная наземная подготовка. Необходимо учесть метеообстановку, силу и направление ветра у земли и по высотам, состояние атмосферы — отсутствие болтанки, кучевых облаков. Учесть положение солнца — оно не должно светить в глаза при подходе, так как это будет очень сильно мешать.

Все члены группы расставляются по номерам с учетом характеристик куполов и личных качеств спортсменов. Следует учесть, что если парашюты с малой вертикальной скоростью ставить на верхние номера, то при наращивании этажерки до 6—8 человек в ней будет ощущаться значительное натяжение. Если же на верхние номера ставить парашюты с повышенной скоростью снижения, то и этажерка будет иметь повышенную скорость снижения, что создаст сложности при подходе парашютистов начиная с 5—6-го номеров и далее. Поэтому для построения больших формаций особенно тща-

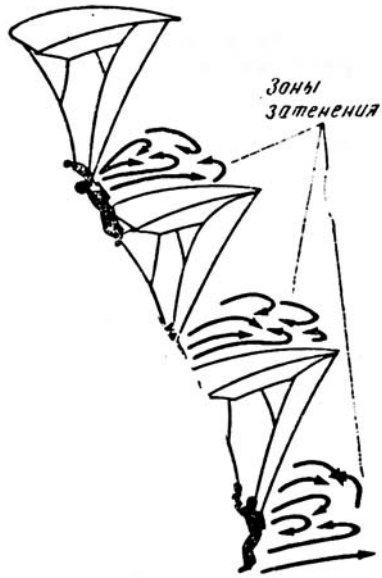


Рис. 118. Зоны затенения в обычной этажерке



Рис. 119. Зоны затенения в сжатой этажерке

тельно следует подбирать не только спортсменов, но и парашюты.

Назначается капитан группы и совместно с группой разрабатываются команды, которые могут подаваться голосом и жестом. Перечень команд должен быть кратким, но понятным всем участникам группы.

Подаваемой команде должно предшествовать обращение к члену группы, которому она предназначена. В группах при совместной работе обращаются друг к другу обычно по имени или по кличке. Прыжки на КА очень эмоциональны, но эмоции при работе следует сдерживать. Нельзя выражать их выкриками, так как это может быть понято вашими товарищами как дополнительная команда, и в группе возникнет излишняя напряженность.

При разработке плана прыжка для группы каждый участник должен до мелочей продумать свои действия с учетом возможных неординарных ситуаций. Все непонятные вопросы должны быть выяснены на земле без ложного чувства стыда.

Перед посадкой в самолет еще раз тщательно проверяется все снаряжение — свое и партнеров.

Для выполнения прыжка на КА летательный аппарат заходит на боевой курс против ветра на скорости 140—160 км/ч. Порядок отделения: сначала 2-й, затем 1-й, 3-й, 4-й и т. д. (1-й — верхний в группе). Первые четыре человека отделяются с минимальным интервалом, задержку практически не делают (если этого не требуют особенности летательного аппарата). Следующим целесообразно увеличить интервал и задержку в открытии парашюта примерно таким образом:

№	Задержка, с	Интервал, с
5	3—4	1,5
6	4—5	1,5—2
7	5—6	1,5—2
8	7—8	1,5—2

В дальнейшем, когда группа приобретет навык, «слетается» вместе, могут быть внесены поправки к времени задержки и интервалу отделения, с учетом индивидуальных данных спортсменов и слетанности группы.

После отделения базовая пара строится по описанной ранее методике — парашютисты становятся под углом 45° к направлению полета самолета и начинают построение.

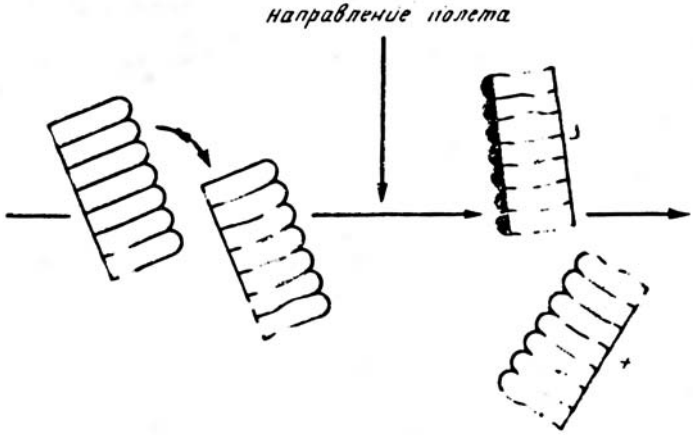


Рис. 120. Положение перед построением этажерки

Как показано на рис. 120, при построении парашютисты (2 и 1) довернутся и окажутся лицом к направлению полета. В базовую пару нужно назначить опытных спортсменов, которые должны гарантированно построить пару с первой попытки, без лишних доворотов.

Далее верхний выбирает ориентир, который должен находиться впереди на достаточном удалении, чтобы, доворачиваясь на него, не нужно было бы поворачивать формацию на большой угол, так как это будет неудобно для других членов группы. Остальные члены группы должны занять такое положение, как показано на рис. 121.

Заштрихованный участок — зона ожидания до стыковки. Выходить из нее к центру не рекомендуется, так как вы можете помешать этажерке, а при выходе во внешнюю сторону создадите неудобства себе.

Базовая пара построилась. Рассмотрим действия парашютиста (3). Во время построения базовой пары он должен подойти к ней по дуге и занять положение рядом с ней и ниже на 5—10 м. Во время первых прыжков не надо стремиться выходить на расстояния, близкие к базовой паре. По мере накопления опыта можно занимать более близкое расстояние в зоне ожидания.

По сигналу парашютиста (2) (обычно разведенные в стороны руки) занять положение внизу и несколько

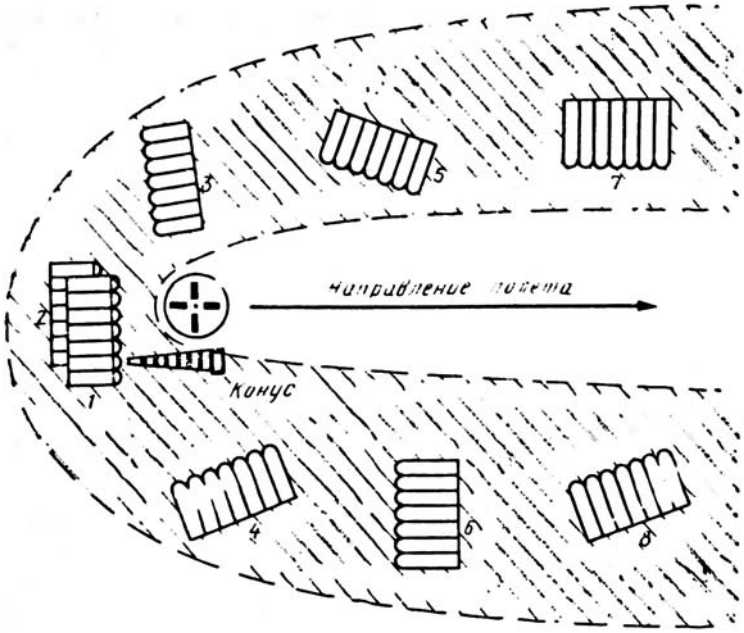


Рис. 121. Положение членов группы при подходе к базовой паре

сзади базовой пары и начать подход для стыковки. Если парашютист (3) оказался относительно пары выше, нужно сделать галс (отворот) в сторону на передних лямках. Но при этом постоянно наблюдать пару. При нормальном положении парашютист (3) должен наблюдать ту же картину, что описывалась ранее,— кромка его парашюта должна как бы разделить парашютиста (2) пополам и он должен находиться между центральными стропами.

Парашютист (1) в это время держит свой купол в режиме 5—6 м/с. Парашютист (2) не должен крутиться в подвесной системе, пытаясь увидеть входящего. Визировать нужно или вниз между ног, или вбок, но поворачивать следует только голову. Когда входящий будет на подходе, его будет хорошо видно.

Парашютист (3) до самой стыковки управляет своим куполом так, чтобы сохранять перед собой вышеописанную картину. Действия при стыковке были описаны ранее.

В идеальном случае стыковка должна произойти мягко, с захватом парашютистом (2) центральной секции парашюта (3) за верхнюю оболочку. Если получилось не по центру, то парашютист (2) должен исправить положение — перебирая руками по верхней кромке купола (3), передвинуться в нужном направлении. Нижний должен в это время корректировать его действия. Когда парашютист (2) возьмет в захват ногами центральные стропы парашютиста (3), то, если по заданию нужно «сжать» этажерку, производится ее сжатие по описанной выше методике. Пока тройка формирует сжатую этажерку, парашютист (4) занимает положение сбоку и снизу и по сигналу парашютиста (3) начинает входить в этажерку по описанной выше методике, при этом предупредив формацию сигналом «вхожу».

Техника подхода последующих номеров аналогична технике подхода парашютиста (3), но после 5—6-го положение осложняется тем, что формация будет иметь большую вертикальную скорость и работа входящих должна быть более точной, надежной и аккуратной.

При построении формации передняя кромка у парашютов будет деформироваться, исправлять ее нужно короткой «прокачкой», но можно и помогать друг другу. Так, парашютист (1) может руками расправить переднюю кромку парашюта (3), парашютист (2) достает до кромки (4), парашютист (3) до (5) и т. д. через одного.

В построенной этажерке задача верхнего — управлять ею, а остальных — не мешать ему, а слушать команды, осматривать свой купол и купола партнеров на предмет складывания или нежелательных зацеплений.

Управляется этажерка так же, как и одиночный парашют, только движения стропами управления должны быть очень плавными. Чем больше этажерка, тем плавнее управление, тем медленнее ее нужно разворачивать, нельзя слишком глубоко вытягивать стропы управления. Ведущему (1) обязательно держать свой купол в режиме 4—6 м/с (клеванты приблизительно на уровне плеч).

Роспуск формации

При достижении высоты расхождения ответственный сигнализирует об этом всем участникам формации. Если формация очень большая, то его команда дублируется.

Высота роспуска обычно 600—800 м. Расхождение должно быть также отработано на земле и сопровождаться соответствующими командами. Прежде чем отпустить нижнего, нужно убедиться, что нет зацепов, вытяжной парашют свободен. Затем, услышав команду «Роспуск», удостовериться, что нижний слушает. Крикнуть ему: «Отпускаю!», и после этого отпустить. Выработанная уже установка на роспуск такова: самый нижний уходит влево-вниз, следующий — вправо-вниз, следующий — влево и т. д.

При построении формаций бывают отклонения от штатной схемы. Наиболее часто встречаются следующие.

1. Сильное натяжение в формации. В этажерке, особенно с большим числом участников, обычно возникает натяжение. Иногда оно настолько сильное, что формация может разорваться. У всех, кроме верхнего, руки свободные, поэтому, чтобы снять нагрузку с ног, можно взяться руками за центральные стропы находящегося ниже партнера (в сжатой этажерке — через одного). Если нагрузка все же велика, нужно дать команду нижнему партнеру, он возьмет свой купол в режим (легко и плавно), и натяжение должно ослабнуть. Но здесь не должно быть крайностей. Если он произведет сильное торможение, то при этом он оттянет низ этажерки, так как уменьшится горизонтальная скорость его купола, этажерка сильнее наклонится вперед и натяжение может возрасти.

Есть еще один способ уменьшить натяжение в этажерке — всем взять легкий режим.

Если указанные действия не помогают, то нужно принять решение о роспуске формации (снизу по одному). После приземления проанализировать случившееся, вспомнить, после чьего подхода натяжение усилилось, и на следующий прыжок поменять местами участников, а может быть, даже сменить купол.

Если все же происходит разрыв в середине формации, то в нижней подгруппе спортсмен, оказавшийся верхним, должен в момент разрыва взять свой купол в режим, чтобы избежать проваливания вниз. В дальнейшем он берет на себя обязанности ведущего подгруппы, пока не произойдет роспуск.

Если кто-либо из группы не может выдержать натяжение, он должен крикнуть нижнему: «Я отпускаю» — и освободить захваты. Нельзя допускать скольжения

ногами вверх по стропам партнера, так как можно согнать косынку купола партнера к кромке и сложить его купол. Для больших формаций обязательно нужно иметь приспособления для захватов.

2. Сложившийся парашют. Выше уже были описаны причины складывания нижнего парашюта и действия, необходимые в этой ситуации. Но случается, что складывается купол внутри формации. Поэтому нужно быть всегда начеку, и как только заметите, что ваш парашют начал складываться, «прокачайте» его несколько раз. Чем раньше вы это сделаете, тем больше возможность исправить положение. Но не держите долго купол в режиме торможения, это может отрицательно повлиять на положение других куполов.

Если ничего не получается, то нужно сообщить об этом партнерам и начинать роспуск формации снизу по одному. Но если на такой роспуск нет времени и вас куда-либо затягивает (обычно вперед и вниз), то немедленно отпускайте нижних, даже если они еще не успели разойтись, затем убедитесь, что под вами никого нет, и дайте команду, чтобы вас отпустили. Капитан группы должен иметь всю информацию.

Работать нужно без паники, так как при наличии запаса высоты опасности нет. Наоборот, поспешные и нервные действия могут ухудшить положение.

3. Раскачивание. Иногда этажерку или нижнего в ней парашютиста начинает раскачивать из стороны в сторону (поперечный кач). Это случается чаще в обычной этажерке, нежели в «сжатой». Если раскачивается один нижний, то никто не должен пытаться помочь ему остановиться, чтобы не усугублять положение. Если вся этажерка «замрет», раскачивание должно стихнуть. Но иногда это не помогает, наоборот, колебания нижнего нарастают. Нужно натянуть крайние правые и левые стропы 2-го ряда (по ушам), или взять купол в режим и перейти в сжатую этажерку, если это необходимо и возможно. Можно при наличии времени и высоты повторить заход.

Если вы подходите к этажерке для стыковки и видите, что она раскачивается, нужно немного подождать. Это вызвано неосторожным подходом предыдущего парашютиста и вскоре должно прекратиться. Если амплитуда раскачивания более 2 м, то есть корпус нижнего выходит за пределы одной секции от центра (не считая

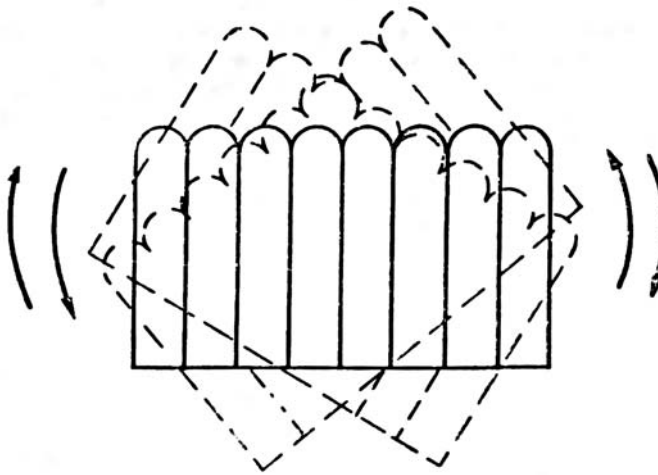


Рис. 122. «Танцующий» купол

центральной), подходить не стоит. Если раскачивание меньше, то нужно подходить, причем в центре колебания, то есть центральную секцию своего купола подать партнеру, будто он находится в спокойном состоянии (без кача). Ваш купол будет демпфером и должен уменьшить раскачивание этажерки. Но при этом нужно обязательно проанализировать состояние купола партнера (не складывается ли он при раскачивании), и если складывается, то принять решение о прекращении работы.

Мы рассмотрели поперечное раскачивание купола. Но бывает, что раскачивание происходит вокруг вертикальной оси — так называемый «танцующий купол». В горизонтальной плоскости поочередно то левая, то правая часть купола выходит вперед, затем возвращается на место (рис. 122). Лучший способ борьбы с этим явлением — взять купол в режим, тогда раскачивание должно прекратиться или уменьшиться. Обычно такое раскачивание — следствие того, что ваш купол слишком чувствителен. На земле нужно проверить регулировку строп — перетянуты крайние стропы 3-го ряда или большой общий перепад строп.

4. Захлестывание куполом или попадание в купол и

стропы при отделении и при сборке пары, а также рекомендации по его устранению рассматривались выше.

5. Обертывание куполом партнера при построении формации бывает при стыковке партнера, входящего не в центр купола и с большой скоростью. Допустим, вы подали нижнему в этажерке не центральную, а левую крайнюю секцию. Из-за большой взаимной скорости эта секция складывается, купол, резко развернувшись на 180°, захватывает нижнего парашютиста. Аналогичный результат может получиться при стыковке с боковой составляющей.

Можно обернуть своим куполом нижнего в этажерке, когда при подходе на стыковку он уходит из зоны видимости вверх. Подходящий, пытаясь вернуть его в зону видимости, берет свой купол в режим торможения и тут же «ловит» партнера этим куполом. Во избежание таких случаев работа должна проходить только при постоянной визуальной связи.

При любых, даже самых сложных ситуациях нужно оставаться хладнокровным, трезво оценивать положение, установить связь с партнерами и действовать.

Если ваш купол безнадежно запутан, не хватайтесь раньше времени за замки отцепки или нож. Подумайте о других. Вы можете благополучно уйти на запасном парашюте, а ваш купол может доставить дополнительные неприятности товарищам.

Если принято решение об отцепке, то отцепляться нужно по одному, при условии, что под вами никого нет.

Если же вы запутались в куполе и не можете от него избавиться, а хозяин этого купола не может использовать запасной парашют из-за малой высоты, то нужно надежнее взять купол партнера в руки и приземляться вместе на одном парашюте. Предварительно поставьте нижнего партнера в известность о том, что вы его держите.

6. Запутывание вытяжного парашюта. Во время снижения этажерки или другой формации вытяжной парашют свободно перемещается по верхней поверхности парашюта или даже болтается на стреньге сзади. При расхождении обязательно следует проверить, нет ли зацепов. Если вытяжной парашют за что-либо зацепился — чаще всего за стропы управления нижнего купола (при сжатой этажерке),— нужно ликвидировать зацеп. Если сделать это не удалось, ножом обрезать зацеплен-

ный вытяжной парашют. Далее действовать по обстановке.

Приземление формации

Ранее уже говорилось, что приземляться в формации нельзя. На показательных выступлениях, после тщательного анализа метеоусловий, можно принять решение о приземлении этажерки из двух человек. Однако следует иметь в виду, что при штилевой погоде делать это нецелесообразно. Нужно быть особенно осторожным при прыжках на стадион, так как ветер, дующий над чашей стадиона, создает пониженное давление в самой чаше (эффект пульверизатора), и приземления бывают жесткими даже для одиночных парашютистов. В больших формированиях нельзя заходить на малые высоты без роспуска. В любых обстоятельствах роспуск нужно производить на высоте, обеспечивающей введение в работу запасного парашюта.

Общие меры безопасности

1. На прыжок необходимо идти только после тщательной наземной подготовки в составе всей группы.
2. Нельзя нарушать план прыжка без основательных на то причин.
3. Должна быть полная уверенность в себе и товарищах.
4. Тщательно готовьте снаряжение к прыжку.
5. Используйте для прыжка только свой парашют. Изучите все его особенности.
6. Не выполняйте построений в неподходящих метеоусловиях.
7. Если не построили формацию до высоты 600 м, не пытайтесь продолжать построение.
8. Не заходите в зону впереди формации.
9. Следует отказаться от построения формации, если не уверены в благоприятном исходе.
10. Если партнеры ушли из вашей зоны видимости, немедленно уходите в свободную сторону с помощью передних лямок.

11. Не выполняйте стыковку на большой скорости и с боковой составляющей.

12. Не подавайте при стыковке крайние секции, особенно при большой скорости сближения.

13. Не подходите к формации до сигнала о готовности принять вас.

14. Работайте на «прием». Не подавайте лишних команд.

15. Не отпускайте погасший парашют, пока не убедитесь, что это безопасно.

16. Сохраняйте спокойствие. Оценивайте обстановку. Не впадайте в панику.

17. Не снижайтесь в формациях в турбулентных потоках.

18. Не производите захват купола партнера руками, держа в руках стропы управления своего парашюта.

19. Не приземляйтесь в формации, если не позволяют условия.

20. Тщательно осмотритесь перед роспуском формации. Избегайте зацепов.

21. Если вы захлестнули кого-либо куполом или стропами, или захлестнули вас:

защитите кольцо запасного парашюта;

установите связь с партнерами;

не отцепляйтесь, если под вами есть раскрытые парашюты партнеров;

отцепляйтесь не ниже 500 м, в противном случае примите все меры для безопасного приземления с формацией.

ОСНОВНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ, ПРИМЕНЯЕМАЯ В ПАРАШЮТОСТРОЕНИИ И ПАРАШЮТНОМ СПОРТЕ

Приводятся краткие разъяснения терминов, применяемых в парашютостроении, наиболее часто встречающихся в инструкциях по эксплуатации, учебниках и периодической печати.

Термин	Определение
1	2

ПАРАШЮТНЫЕ СИСТЕМЫ

1. Парашютная система	Комплекс, состоящий из одного или нескольких парашютов и комплекта устройств, необходимых для его функционирования
2. Десантная парашютная система (десантная система)	Парашютная система для индивидуального десантирования людей из летательного аппарата
3. Спасательная парашютная система (спасательная система)	Парашютная система для спасения членов экипажа при аварийном покидании летательного аппарата
4. Спортивная парашютная система (спортивная система)	Парашютная система для выполнения прыжков спортсменами-парашютистами
5. Тренировочная парашютная система (тренировочная система)	Парашютная система для обучения начинающих парашютистов, членов экипажа летательного аппарата прыжкам с парашютом
6. Запасная парашютная система (запасная система)	Парашютная система для спасения парашютиста в случае отказа или ненормального функционирования десантной, тренировочной парашютных систем или системы спецназначения
7. Тормозная посадочная парашютная система (тормозная посадочная система)	Парашютная система для уменьшения длины пробега летательного аппарата при посадке
8. Противоштопорная парашютная система (противоштопорная система)	Парашютная система для вывода летательного аппарата из штопора
9. Грузовая парашютная система (грузовая система)	Парашютная система для десантирования различных грузов из летательного аппарата
10. Вытяжная парашютная система (вытяжная система)	Парашютная система для извлечения груза и техники из летательного аппарата и введения в действие грузовой парашютной системы
11. Парашютная система летательного аппарата	Парашютная система спасения аппарата или его составных частей
12. Посадочная парашютная система	Парашютная система, входящая в состав летательного аппарата и предназначенная для его посадки. **Примечание.** Различают посадочные парашютные системы для

1	2
	космических и беспилотных летательных аппаратов
13. Многоступенчатая парашютная система	Парашютная система, имеющая в своем составе парашюты различного функционального назначения, вводимые последовательно. Примечание. Вытяжной парашют не является ступенью системы
14. Многокупольная парашютная система	Парашютная система, имеющая в своем составе два или более основных парашютов, вводимых одновременно
15. Планирующая парашютная система (планирующая система)	Парашютная система, включающая в свой состав планирующий парашют
16. Парашютно-подвесная система	Парашютная система для подвешивания груза к аэростату и приземления груза после отделения аэростата
17. Парашютная система подхвата	Парашютная система, обеспечивающая зацепление и транспортирование летательным аппаратом снижающегося на ней объекта
18. Парашют	Устройство, состоящее из купола и строп, раскрывающееся в газовой или жидкой среде под действием набегающего потока или принудительно и предназначенное для торможения в этой среде различных объектов
19. Основной парашют	Парашют, предназначенный для решения основной функциональной задачи парашютной системы и являющийся ее обязательным элементом
20. Тормозной парашют	Парашют, предназначенный для торможения объекта до скорости, допустимой для введения в действие основного парашюта или тормозного парашюта следующей в трех- и более ступенчатых парашютных системах
21. Стабилизирующий парашют	Парашют, предназначенный для обеспечения устойчивого движения объекта на определенном этапе работы парашютной системы

1	2
22. Вытяжной парашют	Парашют, предназначенный для введения в действие одного из парашютов: основного, тормозного, стабилизирующего
23. Поддерживающий парашют	Парашют, предназначенный для удерживания другого парашюта в вытянутом состоянии в начале его наполнения, а также для ограничения расхождения парашютов в многокупольной парашютной системе
24. Блок парашюта	Часть парашютной системы, включающая парашют определенного функционального назначения и комплект устройств, обеспечивающих его соединение с другими частями системы и с объектом, его укладку и монтаж на объекте
25. Парашютное звено (звено)	Устройство из гибких линейных элементов, предназначенное для силового соединения частей парашютной системы между собой или с объектом. **Примечание.** Рекомендуется употребление термина с определением, отражающим назначение
26. Зачековочное парашютное звено (зачековочное звено)	Парашютное звено, снабженное чековочными элементами и предназначенное для зачековки различных устройств парашютной системы с последующей расчековкой их в процессе работы парашютной системы
27. Вытяжное парашютное звено (вытяжное звено)	Парашютное звено, закрепляемое на летательном аппарате и предназначенное для введения в действие парашютной системы
28. Парашютное звено ручного раскрытия (звено ручного раскрытия)	Парашютное звено с вытяжным парашютным кольцом, предназначенное для ручного раскрытия парашютного ранца
29. Тарированное парашютное звено (тарированное звено)	Парашютное звено, разрывающееся при достижении заданной нагрузки и предназначенное для упорядочения введения в действие частей парашютной системы
30. Раздирающееся парашютное звено (раздирающееся звено)	Парашютное звено, в конструкции которого используется раздирающаяся лента или тариро-

1	2
	ванное строчное соединение и которое предназначено для упорядочения введения в действие частей парашютной системы
31. Подвесная система парашютиста	Устройство, предназначенное для размещения парашютиста и крепления парашютов и других частей парашютной системы и снаряжения
32. Подвесная - привязная система	Устройство, предназначенное для силового соединения члена экипажа летательного аппарата с парашютной системой и с катапультным креслом
33. Парашютная камера (камера)	Устройство для размещения и укладки парашюта и введения в действие его частей в требуемой последовательности
34. Парашютный ранец (ранец)	Устройство, прикрепленное к подвесной системе парашюта и предназначенное для размещения парашюта
35. Парашютный чехол (чехол)	Оболочка, надеваемая на купол парашюта, предназначенная для укладки парашюта и упорядочения введения его в действие
36. Парашютный предохранительный чехол (предохранительный чехол)	Оболочка, надеваемая на отдельные части парашютной системы для их предохранения от воздействия внешних факторов
37. Парашютная сота (сота)	Устройство в виде сквозных гавырей или резиновых петель, предназначенное для укладки строп парашюта и упорядочения их выхода при введении парашюта в действие
38. Парашютная уздечка (уздечка)	Силовой элемент в виде петли, предназначенный для соединения полюсной части купола парашюта, парашютной камеры и парашютного чехла с другими частями парашютной системы
39. Парашютный коуш (коуш)	Конструктивное соединение в виде петель строп парашюта или гибких элементов парашютного звена, предназначенное для их присоединения непосредственно к объекту или к другим частям парашютной системы

1	2

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КОНСТРУКЦИИ ПАРАШЮТА

40. Круглый парашют	Парашют, у которого раскройная форма купола представляет собой круг или правильный многоугольник
41. Крестообразный парашют	Парашют, у которого раскройная форма купола представляет собой правильный крест
42. Квадратный парашют	Парашют, у которого раскройная форма купола представляет собой квадрат
43. Конусный парашют	Парашют, у которого раскройная форма купола представляет собой поверхность усеченного прямого конуса, открытую со стороны строп
44. Рифленый парашют	Парашют, снабженный стягивающим купол или стропы устройством, которое временно прерывает его наполнение или не позволяет куполу полностью наполниться
45. Планирующий парашют	Парашют, обладающий аэродинамическим качеством и обеспечивающий горизонтальное перемещение объекта при его снижении
46. Управляемый парашют	Планирующий парашют, позволяющий изменять аэродинамическое качество и другие аэродинамические характеристики в процессе снижения объекта
47. Вращающийся парашют	Парашют, конструкция купола которого обеспечивает его вращение в процессе работы

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ПАРАШЮТА

48. Купол парашюта (купол)	Несущая поверхность парашюта в виде каркасированной или некаркасированной мягкой оболочки, предназначенной для создания аэродинамического или гидродинамического сопротивления
49. Каркас купола парашюта (каркас купола)	Система силовых элементов конструкции купола парашюта, предназначенная для его упрочнения и локализации разрыва
50. Нижняя кромка купола парашюта (нижняя кромка)	Периметр или часть периметра купола парашюта, по которым распределено крепление строп

1	2
51. Конструктивная проницаемость купола парашюта (конструктивная проницаемость)	Отверстия, выполненные на куполе парашюта для изменения его аэродинамических характеристик
52. Ленты-стяжки купола парашюта (ленты-стяжки)	Ленты, расположенные на нижней кромке купола парашюта для улучшения его наполняемости
53. Карманы купола парашюта (карманы купола)	Карманы, располагаемые на наружной или внутренней поверхности купола парашюта для улучшения его наполняемости
54. Пояс рифления купола парашюта (пояс рифления)	Силовой элемент рифления парашюта, ограничивающий входное отверстие купола парашюта
55. Стропа парашюта (стропа)	Силовой элемент парашюта, предназначенный для соединения купола парашюта с объектом и формообразования купола
56. Центральная стропа парашюта	Стропа парашюта, соединяющая полюсную часть купола с парашютным коушем или с подвесной системой и предназначенная для втягивания полюсной части купола с целью изменения аэродинамической характеристики парашюта
57. Стропа управления парашютом (стропа управления)	Стропа в управляемом парашюте, позволяющая воздействовать на определенные части конструкции его купола и управлять парашютом в процессе снижения объекта
РАБОТА ПАРАШЮТА	
58. Режим введения парашюта в действие (режим введения в действие)	Совокупность значений траекторных параметров объекта в момент введения парашюта в действие. **Примечание.** Под траекторными параметрами понимают скорость, высоту и траекторный угол движения объекта
59. Вытягивание парашюта	Процесс извлечения парашюта из парашютной камеры или парашютного ранца до момента его полного выхода и вытягивания звеньев, строп и купола парашюта на всю длину

1	2
60. Наполнение парашюта	Для нерифленого парашюта — процесс непрерывного изменения формы купола парашюта под действием аэродинамических сил от момента окончания вытягивания парашюта до момента, когда он в первый раз примет наполненную форму. Для рифленого парашюта — аналогичный процесс, состоящий из двух этапов: от момента окончания образования рифленой фазы и от момента разрифления до его наполнения
61. Ненаполнение парашюта	Парашют не наполняется
62. Фаза наполнения парашюта (фаза наполнения)	Промежуточные формы парашюта, которые он последовательно принимает при наполнении
63. Наполненный парашют	Устойчивая форма равновесия парашюта в потоке газовой или жидкой среды, которую он принимает после наполнения
64. Перецепка парашюта	Изменение в процессе работы места его крепления с объектом
65. Безударная схема вытягивания парашюта (безударная схема)	Схема вытягивания парашюта, при которой первыми начинают вытягиваться звенья или стропы парашюта и в конце вытягивания скорость парашюта относительно объекта равна нулю
66. Ударная схема вытягивания парашюта (ударная схема)	Схема вытягивания парашюта, при которой первым начинает вытягиваться купол парашюта и в конце вытягивания скорость парашюта относительно объекта отлична от нуля
67. Входное отверстие купола парашюта (входное отверстие)	Отверстие, ограниченное периметром купола парашюта в процессе его работы
68. Наполняемость парашюта (наполняемость)	Способность купола парашюта наполняться при заданных массе объекта, скорости и высоте введения
69. Пульсация парашюта	Колебания купола парашюта около положения его равновесия
70. Устойчивость парашюта	Способность парашюта сохранять свое положение в пространстве

1	2

РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

71. Площадь парашюта	Площадь поверхности купола парашюта, принимаемая за характерную площадь при определении аэродинамических характеристик **Примечание.** Для парашютов типа конусных под площадью парашюта понимают площадь верхнего основания купола
72. Угол атаки парашюта	Угол между осью осесимметричного парашюта и вектором скорости объекта с парашютом
73. Сила сопротивления парашюта	Величина главного вектора аэродинамических сил, действующих на наполняющийся или наполненный парашют
74. Аэродинамическая нагрузка парашюта (аэродинамическая нагрузка)	Максимальное значение силы сопротивления в процессе наполнения парашюта
75. Динамическая нагрузка парашюта (динамическая нагрузка)	Максимальное значение динамического натяжения элементов парашюта, возникающего в результате движения парашюта относительно других частей парашютной системы объекта
76. Средняя эксплуатационная нагрузка парашюта (средняя эксплуатационная нагрузка)	Расчетная или экспериментальная оценка математического ожидания нагрузки, действующей на парашют и являющейся определяющей в оценке прочности
77. Максимальная эксплуатационная нагрузка парашюта (максимальная эксплуатационная нагрузка)	Наибольшее значение нагрузки на парашют, возможное при эксплуатации парашютной системы, определяемое как верхняя доверительная граница с учетом средней эксплуатационной нагрузки, рассеивания нагрузок и односторонней доверительной вероятности, заданной в техническом задании
78. Скорость парашюта	При летных испытаниях — скорость движения объекта. При баллистическом расчете — скорость движения материальной точки, за которую принимается система объект — парашют. При расчете динамики системы объект — парашют — скорость движения центра масс объекта.

1	2
	$V_в$ — скорость объекта в момент введения в действие парашютной системы или какого-либо из парашютов, входящих в ее состав; V_0 — скорость объекта в начале наполнения парашюта; $V_н$ — скорость объекта в конце наполнения парашюта; $V_р$ — скорость объекта в момент разрифления парашюта; $V_{пр}$ — скорость объекта в момент приземления или приводнения
79. Скорость снижения парашюта (скорость снижения)	Вертикальная составляющая скорости установившегося движения объекта с парашютом относительно спокойной атмосферы
80. Горизонтальная скорость движения парашюта (горизонтальная скорость)	Горизонтальная составляющая скорости установившегося движения объекта с парашютом относительно спокойной атмосферы
81. Критическая скорость наполнения парашюта	Скорость парашюта в начале его наполнения, при повышении которой парашют не наполняется
82. Аэродинамическое качество парашюта (аэродинамическое качество)	Отношение горизонтальной скорости движения парашюта к его скорости снижения
83. Минимально безопасная высота введения в действие парашютной системы (минимально безопасная высота)	Минимальная высота над уровнем местности, при введении на которой в действие парашютной системы еще обеспечиваются требуемые условия приземления или приводнения объекта
84. Траекторный угол парашюта	Угол между касательной к траектории центра масс парашюта с объектом и горизонтом
85. Путь наполнения парашюта (путь наполнения)	Расстояние, проходимое объектом за время наполнения парашюта
86. Коэффициент лобового сопротивления парашюта (коэффициент лобового сопротивления)	Отношение силы лобового сопротивления парашюта при данном угле атаки к произведению площади парашюта на скоростной напор
87. Коэффициент подъемной силы парашюта (коэффициент	Отношение подъемной силы парашюта при данном угле атаки

1	2
подъемной силы)	к произведению площади парашюта на скоростной напор
88. Коэффициент сопротивления парашюта (коэффициент сопротивления)	Отношение силы сопротивления парашюта к произведению площади парашюта на скоростной напор
89. Коэффициент аэродинамической нагрузки парашюта (коэффициент аэродинамической нагрузки)	Отношение аэродинамической нагрузки к произведению площади парашюта на скоростной напор в начале наполнения
90. Коэффициент динамичности парашюта (коэффициент динамичности)	Аэродинамическая характеристика парашюта, работающего в условиях испытаний или при постоянной скорости движения объекта, равная отношению аэродинамической нагрузки при наполнении к силе сопротивления наполненного парашюта
91. Коэффициент пути наполнения парашюта (коэффициент пути наполнения)	Отношение пути наполнения парашюта к квадратному корню из площади парашюта
92. Коэффициент времени наполнения парашюта (коэффициент времени наполнения)	Отношение произведения времени наполнения парашюта на скорость парашюта в начале наполнения к квадратному корню из площади парашюта
93. Запас прочности парашюта (запас прочности)	Отношение разрушающей нагрузки (напряжения), которую способен выдержать силовой элемент парашютной системы, к расчетной нагрузке (напряжению) на этот элемент
94. Коэффициент проницаемости парашютной ткани (коэффициент проницаемости)	Отношение скорости проницания к квадратному корню из удвоенного перепада давления, деленного на плотность среды
95. Коэффициент конструктивной проницаемости парашюта	Отношение площади конструктивных отверстий к площади купола парашюта
96. Критическая длина стропы парашюта (критическая длина стропы)	Минимальная длина стропы парашюта, при которой обеспечивается наполнение купола
97. Линейный размер парашюта	ейный размер, характеризующий площадь парашюта

1	2
ИНСТРУМЕНТ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	
98. Парашютная сумка	Сумка, предназначенная для хранения и транспортирования парашютной системы
99. Укладочное полотнище парашюта (укладочное полотнище)	Полотнище, предназначенное для укладки на нем парашютной системы в полевых условиях
100. Укладочная рама парашюта (укладочная рама)	Рама, придающая жесткость чехлу. ранцу или камере в процессе укладки строп парашюта в соты
101. Укладочный контейнер парашюта (укладочный контейнер)	Контейнер с жесткими поверхностями, предназначенный для придания определенной формы парашютной камере с уложенным в нее парашютом
102. Укладочная вилка парашюта (укладочная вилка)	Вилка, предназначенная для проталкивания строп в соты, выполненные в виде коротких газырей
103. Укладочный пруток парашюта (укладочный пруток)	Пруток, предназначенный для протаскивания строп в соты, выполненные в виде продольных газырей
104. Укладочный крючок парашюта (укладочный крючок)	Крючок, предназначенный для укладки строп в соты, выполненные в виде мягких петель
105. Укладочная линейка парашюта (укладочная линейка)	Линейка, предназначенная для заправки клапанов ранца или камеры при укладке и монтаже парашютной системы
106. Стропная игла	Инструмент, предназначенный для протаскивания строп в радиальные швы купола парашюта, выполненные «в замок»

КРАТКАЯ СПОРТИВНАЯ ПАРАШЮТНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Базовый район — место выхода на прямую против ветра в створе цели на определенной высоте.

Воздушная скорость — скорость планирования относительно воздушной среды.

Время комплекса — время, показанное участником соревнований при выполнении комплекса фигур в свободном падении.

Глиссада — линия снижения парашютиста на цель.

Групповая акробатика — фигуры и комплексы фигур, выполненные группой парашютистов в свободном падении.

Диапазон — величина рабочего хода строп управления.

Захват — взятие парашютистами друг друга за руки или ноги (в групповой акробатике) или удерживание руками или ступнями нижнего купола (в купольной акробатике).

Звезда — фигура в групповой акробатике, построенная в виде кольца (круга) взявшимися за руки несколькими парашютистами в свободном падении.

Категория — вид прыжков в парашютном спорте: точность приземления, индивидуальная акробатика, групповая акробатика, купольная акробатика.

Комплекс фигур — несколько предусмотренных фигур, выполненных в определенной последовательности.

Контрольная точка — характерный ориентир в конусе возможностей, над которым по плану прыжка проверяются высота, сила и направление ветра и уточняются режимы захода на цель.

Конус — рукав 6-метровой длины, укрепленный на шесте, служащий указателем направления (и в какой-то мере силы) ветра у земли.

Конус возможностей — реально существующий конус, в пределах которого тактико-технические характеристики данного парашютиста дают возможность поразить цель.

Крест — четыре полотнища из ткани, выложенные в виде креста в районе круга.

Купольная акробатика — построение формирований несколькими парашютистами во время снижения.

Летательный аппарат — самолет или вертолет, с которого совершаются прыжки с парашютом.

Линия визирования — прямая, соединяющая глаз парашютиста с нулевой меткой цели. При нормальном заходе линия визирования совпадает с линией глиссады.

Линия створа — линия, соответствующая направлению ветра в приземном слое, проходящая через глаз наблюдателя и центр цели.

Лицензия — разрешение. Для судей Л. подтверждает соответствие данного судьи присвоенной ему категории.

Недомах — разворот менее 360°.

Неправильная серия — выполнение не того комплекса.

Нулевая шайба (диск) — диск диаметром 5 см (в СССР — 3 см), закрепленный в центре круга,— мишень для точности приземления. Первое касание ногой диска оценивается 0 м 00 см (0.00).

Отказ (парашюта) — неисправность парашюта, возникшая или обнаруженная при раскрытии, осложняющая действия парашютиста, нарушающая безопасность прыжка.

Оценочный лист — бланки, в которых судьи регистрируют результаты, показанные участниками соревнований.

Перемах — разворот более 360°.

Построение (формирование) — фигура в групповой и купольной акробатике (в отличие от перестроения).

Правильное визирование на цель — совмещение линии визирования с глиссадой снижения.

Пристрелка — выброска пристрелочного парашюта, нескольких парашютистов для уточнения точки отделения от самолета.

Пристрелочный парашют — перед началом прыжков на точность приземления с высоты раскрытия парашюта сбрасывается парашют, имеющий такую же скорость

снижения, как у большинства парашютистов, показывающий направление ветра по высотам, расстояние относа от круга. По нему определяется точка выброски парашютистов.

Промежуточный маневр — действия парашютистов в момент перестроения между фигурами комплекса (перестроения).

Путевая скорость — скорость перемещения парашютиста относительно земли.

Рабочее время — время, определенное правилами, в течение которого выполняется комплекс фигур, построений, формирований.

Рабочий режим — режим скорости парашюта, на котором обрабатывается цель.

Разбежка — интервал между парашютистами по высоте и времени отделения.

Режим — скорость движения парашютной системы или скорость, на которой обрабатывается цель в данный момент. Режим работы парашюта, регулирующийся натяжением строп управления.

Свободное падение — падение парашютиста после отделения его от самолета до момента раскрытия парашюта.

Серия — предусмотренный комплекс фигур.

Спираль — маневр (фигура), выполненный в свободном падении, когда парашютист делает разворот на 360° в горизонтальной плоскости вокруг передне-задней оси.

Сальто — маневр (фигура) в свободном падении, когда парашютист вращается вертикально вокруг горизонтальной (поперечной) оси.

Судья-стажер — стажирующийся судья.

ТЗК (труба зенитного командира) — оптический прибор 20-кратного увеличения. В парашютном спорте — для наблюдения за действиями парашютиста в воздухе.

Требуемое переходное условие — маневр, перестроение между двумя фигурами в групповой акробатике, предписанный правилами.

Трудности управления — в связи с возникшими обстоятельствами парашютист не в состоянии управлять куполом, о чем в процессе снижения дает знать судьям-наблюдателям разведением рук и ног в стороны.

Тур — все участники совершили по одному прыжку в одном из упражнений.

Угол визирования — угол между линией визирования и поверхностью земли.

Фигура — в индивидуальной акробатике — один маневр (спираль или сальто); в групповой акробатике — законченное формирование из нескольких парашютистов в свободном падении, когда парашютисты соединены между собой посредством захвата.

Формирование — фигура из нескольких парашютистов или куполов в групповой акробатике.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. ОСНОВЫ АЭРОДИНАМИКИ КРЫЛА 3

Основные параметры воздуха 3
Основные физические свойства воздуха 5
Инертность воздуха в воздушном потоке. Уравнение расхода. Закон Бернулли 7
Краткая характеристика атмосферы Земли 9
Стандартная атмосфера 12

Глава II. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ СИЛЫ КРЫЛА . . . 14

Геометрические характеристики крыла 14
Аэродинамический спектр и его элементы 18
Взаимодействие между пограничным и потенциальным (основным) слоями 21
Основной закон сопротивления воздуха 23
Полная аэродинамическая сила и ее составляющая . . 25
Подъемная сила крыла 29
Сопротивление трения 31
Сопротивление давления 32
Профильное сопротивление крыла 32
Индуктивное сопротивление 33
Лобовое сопротивление крыла 36
Аэродинамическое качество крыла 38
Поляра крыла 40

Глава III. ПЛАНИРУЮЩАЯ ПАРАШЮТНАЯ СИСТЕМА (мягкое крыло) 42

Схема устройства планирующего парашюта 43
Работа планирующей парашютной системы 48
Управление планирующей парашютной системой . . . 49
Планирование системы 50
Дальность планирования и влияние на нее ветра . . 51
Управление парашютной системой 53
Режимы работы планирующей системы 58

Глава IV. ПРЫЖКИ С ПАРАШЮТОМ НА ТОЧНОСТЬ ПРИЗЕМЛЕНИЯ 62

Расчет прыжка 62
Определение точки отделения пристрелочным парашютом или пристрелочной лентой 65
Заход самолета на выброску 68
Построение маршрута планирования при прыжках на точность приземления 69
Определение силы ветра на нейтральном куполе . . . 72
Построение захода на цель при ветре 0—3 м/с . . . 72
Построение захода на цель при ветре 4—6 м/с . . . 73
Построение захода на цель при ветре 6 м/с и более . 75
Методы обработки нулевой отметки цели 77
Особенности захода на цель в сложных погодных условиях 82
Групповые прыжки на точность приземления 88
Рекомендации для начального обучения прыжкам на планирующих парашютах 90

Глава. V. ПРЫЖКИ С ВЫПОЛНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА ФИГУР В СВОБОДНОМ ПАДЕНИИ (индивидуальная акробатика) 91

Свободное падение тел в воздухе 93
Падение тела с горизонтально летящего самолета . . 95
Оси вращения парашютиста 97
Отработка отделения от самолета и устойчивого свободного падения 99
Выполнение акробатических фигур в свободном падении 102
Специальная направленность физической подготовки и отработка комплекса фигур на тренажерах 132

Глава VI. ОСНОВЫ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ-ПАРАШЮТИСТОВ ПО ГРУППОВОЙ АКРОБАТИКЕ 136

Условия проведения прыжков 136
Предварительная подготовка к прыжкам 137
Отделение от летательного аппарата 139
Индивидуальная техника перемещений в свободном падении 147
Стабильное падение в нейтральной позе без перемещения 149
Перемещение вперед 150
Перемещение назад 151
Скольжение вправо (влево) 151
Пикирование (быстрая потеря высоты) 152
Вспухание (быстрый набор высоты) 153
Тонкая работа по потере и набору высоты 154
Развороты вправо (влево) 155
Распределение внимания и точки контроля в воздухе . 155
Техника безопасности 156
Психологическая подготовка спортсменов 157
Подготовка комбинезонов 157
Программа начальной подготовки групповых акробатов 158

Глава VII. ГРУППОВАЯ КУПОЛЬНАЯ АКРОБАТИКА (первоначальная подготовка) 182
Снаряжение и техника 183
Организация прыжков на купольную акробатику . . 185
Построение этажерки из двух человек 186
Построение сжатой этажерки 191
Особенности работы купола парашюта при построении этажерки 192
Построение этажерки из трех и более человек . . . 194
Роспуск формации 199
Приземление формации 204
Общие меры безопасности 204
Основная терминология, применяемая в парашютостроении и парашютном спорте 205
Краткая спортивная парашютная терминология 217