

Рисунок 2: Узел соединения полых стержней структурной плиты с силовыми гайками в виде втулки с наружной винтовой резьбой:

а) положение узлового элемента с болтами и полого стержня перед их соединением; б) то же, в проектное положение; 1 – полый стержень; 2 – полый шар; 3 – крепежные болты; 4 – шайбы; 5 – отверстия; 6 – стенки шара; 7 – оголовок стержня; 8 – полость стержня; 9 – специальная гайка; 10 – силовая гайка в виде втулки; 11 – винтовая резьба втулки; 12 – торец втулки; 13 – скосы; 14 – стопорная гайка; 15 – П-образные упоры; 16 – зазор.

При сборке узлов накручивание втулок на болты производят до упора их торцов в шар и выборки всех зазоров, т.е. с выполнением затяжки втулок (фиг.2 б).

На заключительном этапе производят стопорение втулок относительно специальных гаек стержней путем затягивания стопорных гаек, что улучшает работу пространственной конструкции на динамические нагрузки.

Выполнение силовых гаек в виде втулок позволяет существенно повысить несущую способность узлов и упростить их сборку, т.е. расширить область применения узлов системы «БрГТУ»

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент РБ №2489, МКИ Е 04В 1/58. Узел соединения полых стержней пространственного каркаса / В.И.Драган, А.А.Левчук, Н.Н.Шалобита, В.Н.Пчелин; Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ).- Заявл.21.07.05; Опубл. 28.02.06; Бюл.№1// Афицыйны бюлетень.- 2006.- №1.

УДК 629.139

Шумович Д. Ю.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Лукша В.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ И КОЛИЧЕСТВА ЛЕТНЫХ ПОЛОС АЭРОДРОМА В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

ВВЕДЕНИЕ

Направление летных полос аэродромов принимается в зависимости от ряда факторов, среди которых первостепенное значение отводится ветровой загрузке. **Ветровой загрузкой или ветровой обеспеченностью летной полосы** называется вероятная частота использования какого-либо определенного направления полосы, выраженная в процентах от всех направлений ветров в течение года.

Ветер оказывает существенное влияние на взлетно-посадочные операции самолетов. Как правило, взлет и посадка производятся против ветра. Взлет и посадка самолетов при попутном и попутно-боковом ветре разрешаются в исключительных случаях, когда не представляется возможным выполнение этих операций при встречном или встречно-боковом ветре. При этом попутная составляющая скорости ветра должна быть не более 5 м/с, а боковая составляющая ветра – не более 6 м/с.

Выполнение взлета и посадки при попутном ветре ведет к увеличению дистанции разбега и пробега самолета. Так, например, при попутном ветре со скоростью 5 м/с длина разбега самолета типа Ил-86 увеличивается на 17%.

Предельно допустимой скоростью ветра при эксплуатации самолета считается скорость, выше которой теряется сопротивляемость самолета влиянию ветра. Предельные значения скорости ветра для взлета и посадки устанавливаются аэродинамическими расчетами и летными испытаниями для каждого типа самолета. Для большинства современных самолетов предельно допустимые скорости встречного ветра у земли составляют 25-30 м/с.

При боковом ветре различные самолеты при движении ведут себя по-разному. Одни из них имеют тенденцию к развороту против ветра, особенно на этапе, когда носовая опора поднята, другие – к развороту по ветру, третьи – к накренению. Самолет наклоняется за счет увеличения обжатия пневматиков колес и амортизаторов передней опоры и подветренной главной опоры шасси и за счет уменьшения обжатия пневматиков колес и амортизаторов наветренной главной опоры шасси. Практически этот крен может достигать 3-4° в поперечной плоскости и 1,5-2,0° в продольной плоскости.

Значения боковой аэродинамической силы Z и разворачивающего момента M_y растут с увеличением скорости бокового ветра и скорости движения самолета.

Как следует из рис. 1.1, скорость нормальной составляющей бокового ветра равна

$$W_6 = W_\alpha \cdot \sin \alpha, \quad (1.1)$$

где α – угол между осью движения самолета и направлением бокового ветра («угол сноса»), град; W_α – скорость бокового ветра, действующего под углом α , м/с; W_6 – скорость нормальной составляющей бокового ветра, м/с.

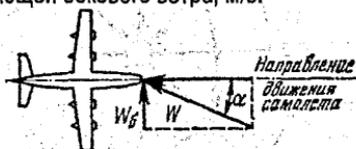


Рис. 1.1. Расчетная схема для определения скорости бокового ветра

Значения ветровой загрузки в зависимости от класса аэродрома представлены в табл. 1.1 [2]. Расчет ветровой загрузки должен выполняться по данным наблюдений за возможно длительный период, но не менее 5 лет по 8 или 16 румбам.

Таблица 1.1. Ветровая нагрузка аэродрома

Класс аэродрома	Минимальная ветровая нагрузка, %	Максимально допустимая скорость нормальной составляющей бокового ветра, м/с
в/к, I, II	98	12
III	95	8
IV	90	6

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Направления летных полос определялись с использованием исходных данных для метеостанций всех областных центров [1].

Для определения ветровой загрузки летной полосы метеорологические данные обрабатываются по *следующей методике* [3, 4].

Для примера рассмотрим определение наиболее загруженного направления летной полосы при $W_{\alpha}=8$ м/с.

Определяем повторяемость ветров различных скоростей по направлениям. Данные из климатологического справочника заносим в табл. 1.2. На основании данных табл. 1.2 строим розу повторяемости ветров по направлениям для $W_{\alpha}=8$ м/с (рис. 1.2).

Таблица 1.2. Повторяемость ветров по направлениям

Градации скоростей ветра, м/с	Повторяемость ветров по направлениям, %								Сумма процентов повторяемости ветров
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
0-1	2,05	1,75	1,00	1,60	1,35	1,75	1,85	2,40	13,75
2-5	3,15	4,45	4,30	6,55	5,85	5,35	5,25	6,85	41,75
6-10	1,40	4,00	2,50	6,60	7,80	7,05	3,65	4,20	37,20
11-15	0,10	0,55	0,25	1,30	1,75	1,15	0,55	0,55	6,15
>15	0,10	0,15	0,05	0,10	0,20	0,30	0,05	0,20	1,15
Итого	6,80	10,90	8,10	16,15	16,95	15,60	11,35	14,15	100,00

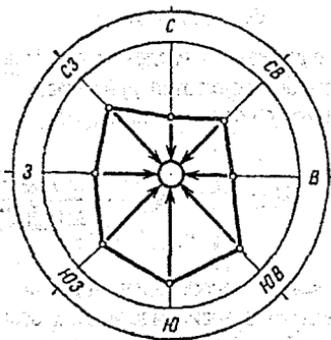


Рис. 1.2. Роза повторяемости ветров по направлениям для $W_{\alpha}=8$ м/с

Взлетно-посадочные операции на летной полосе выполняются с двух взаимно противоположных направлений. В связи с этим просуммируем значения повторяемости ветров по взаимно противоположным или, как принято называть, **совмещенным направлениям**.

По данным табл. 1.2 составляем табл. 1.3 повторяемости ветров по совмещенным направлениям. На основании данных табл. 1.3 строим розу повторяемости ветров по совмещенным направлениям для $W_{\alpha}=8$ м/с (рис. 1.3):

Таблица 1.3. Повторяемость ветров по совмещенным направлениям

Градации скоростей ветра, м/с	Повторяемость ветров по совмещенным направлениям, %				Сумма процентов повторяемости ветров
	С-Ю	СВ-ЮЗ	В-З	ЮВ-СЗ	
0-1	3,40	3,50	2,85	4,00	13,75
2-5	9,00	9,80	9,55	13,40	41,75
6-10	9,20	11,05	6,15	10,80	37,20
11-15	1,85	1,70	0,80	1,80	6,15
>15	0,30	0,45	0,10	0,30	1,15
Итого	23,75	26,50	19,45	30,30	100,00

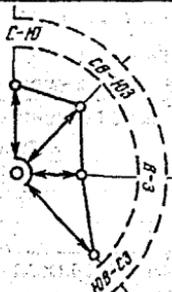


Рис. 1.3. Роза повторяемости ветров по совмещенным направлениям для $W_{\alpha}=8$ м/с

Зная величину $W_{\alpha}=8$ м/с, с помощью выражения (1.1) определяем значения скорости бокового ветра W_b , соответствующие различным углам скоса. При этом углы скоса α принимаем кратными 90° , 45° и $22,5^{\circ}$. Для углов скоса 45° и $22,5^{\circ}$ значения W_b умножаем соответственно на 2 и 4, т.е. приводим значения к углу 90° ($45=1/2 \cdot 90$ и $22,5=1/4 \cdot 90$). Результаты расчетов представлены в табл. 1.4.

Таблица 1.4: Значения скоростей бокового ветра

Угол скоса α , град.	Скорость бокового ветра W_b , м/с
90	8
45	11
22,5	12 и более

Построим графики охвата ветров по совмещенным направлениям (рис. 1.4). Аналогичным образом строят графики охвата ветров для совмещенных направлений В-З и ЮВ-СЗ.

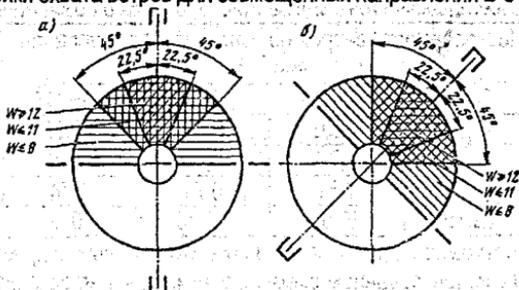


Рис. 1.4. Графики охвата ветров: а – совмещенное направление С-Ю; б – совмещенное направление СВ-ЮЗ

Градации скоростей ветра, приведенные в табл. 1.2 и 1.3, приводим к расчетным градациям с учетом данных табл. 1.4. Полученные результаты представим в табл. 1.5.

Таблица 1.5. Градации скоростей ветра в зависимости от угла скоса

Градации скоростей ветра, м/с	Угол скоса α , °
0-8	90
9-11	45
12 и более	22,5

С учетом данных табл. 1.5 будем иметь следующие проценты повторяемости ветров:

$$\omega_{0-8} = \omega_{0-1} + \omega_{2-5} + 0,6 \cdot \omega_{6-10} = 13,75 + 41,75 + 0,6 \cdot 37,20 = 77,82\%;$$

$$\omega_{9-11} = 0,4 \cdot \omega_{6-10} + 0,2 \cdot \omega_{11-15} = 0,4 \cdot 37,20 + 0,2 \cdot 6,15 = 16,11\%;$$

$$\omega_{12 \text{ и более}} = 0,8 \cdot \omega_{11-15} + \omega_{\text{более } 15} = 0,8 \cdot 6,15 + 1,15 = 6,07\%;$$

Результаты расчетов представим в табл. 1.6.

Таблица 1.6. Сумма процентов повторяемости ветров

Градации скоростей ветра, м/с	Сумма процентов повторяемости ветров, %	Угол скоса α , °
0-8	77,82	90
9-11	16,11	45
12 и более	6,07	22,5

Аналогичным образом выполним преобразование составляющих компонентов табл. 1.2 и 1.3, приведя их в соответствие с градациями, представленными в табл. 1.5.

После преобразований получим основную расчетную табл. 1.7 повторяемости ветров по скоростям и направлениям. Повторяемость ветров по скоростям и совмещенным направлениям приведена в табл. 1.8.

Таблица 1.7. Повторяемость ветров по скоростям и направлениям

Градации скоростей ветра, м/с	Повторяемость ветров по направлениям, %								Сумма повторяемости ветров, %	Угол α , град
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
0-8	6,04	8,60	6,80	12,11	11,88	11,33	9,29	11,77	77,82	90
9-11	0,58	1,71	1,05	2,90	3,47	3,05	1,57	1,78	16,11	45
12 и более	0,18	0,59	0,25	1,14	1,60	1,22	0,49	0,60	6,07	22,5
Итого	6,80	10,90	8,10	16,15	16,95	15,60	11,35	14,15	100,00	-

Таблица 1.8. Повторяемость ветров по скоростям и совмещенным направлениям

Градации скоростей ветра, м/с	Повторяемость ветров по совмещенным направлениям, %				Сумма повторяемости ветров, %	Угол α , град
	С-Ю	СВ-ЮЗ	В-З	ЮВ-СЗ		
0-8	17,92	19,93	16,09	23,88	77,82	90
9-11	4,05	4,76	2,62	4,68	16,11	45
12 и более	1,78	1,81	0,74	1,74	6,07	22,5
Итого	23,75	26,50	19,45	30,30	100,00	-

Определяем ветровую загрузку различных совмещенных направлений летных полос.

Расчет ведем с использованием схемы, содержащей информацию о расчетных градациях скоростей ветра и о соответствующей им повторяемости ветров по направлениям. Значения повторяемости ветров берем из табл. 1.7.

С использованием такого графоаналитического метода наиболее загруженное направление летной полосы может быть выбрано с точностью до 1° .

Ветровая нагрузка летной полосы характеризуется коэффициентом ветровой загрузки $k_{вз}$:

$$k_{вз} = \sum_0^{360^\circ} P_{0-8} + \sum_0^{45^\circ} P_{9-11} + \sum_0^{22,5^\circ} P_{12 \text{ и более}}, \quad (1.2)$$

где $\sum_0^{360^\circ} P_{0-8}$, $\sum_0^{45^\circ} P_{9-11}$ и $\sum_0^{22,5^\circ} P_{12 \text{ и более}}$ – суммы процентов повторяемости ветров, действующих в пределах углов скоса $\alpha = 90, 45$ и $22,5^\circ$ относительно рассчитываемого направления летной полосы.

Используя расчетную схему и выражение (1.2), получим значение коэффициентов ветровой загрузки для различных совмещенных направлений.

Пример. Совмещенное направление – $0^\circ-180^\circ$ (С-Ю).

$$k_{вз} = 77,82 + 0,58 + 0,5 \cdot 1,78 + 0,5 \cdot 1,71 + 3,47 + 0,5 \cdot 3,05 + 0,5 \cdot 2,90 + 1,60 + 0,18 = 88,37.$$

Аналогичным образом рассчитывается коэффициент ветровой загрузки для любых других совмещенных направлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Летная полоса ориентируется по наиболее загруженному направлению, для которого коэффициент ветровой загрузки имеет наибольшее из всех полученных значений.

Наиболее выгодным с точки зрения ветровой загрузки является направление летной полосы, при котором взлеты и посадки самолетов будут обеспечены в течение наибольшего количества ветренных дней.

В отдельных случаях допустимы отклонения от наиболее загруженного направления летной полосы. Эти отклонения могут быть вызваны потребностями обеспечения свободных подходов, нормальной работы соседних аэродромов, наличием населенных пунктов по направлению предполагаемых взлетов и посадок, для которых уровень шума от двигателей взлетающих и садящихся самолетов будет выше нормы. Учет этих и ряда других факторов весьма важен при проектировании.

Расчеты, проведенные для шести областных центров Беларуси показали, что наиболее оптимальным будет расположение ВПП по направлению ЮЗ-СВ, чтобы обеспечить взлет и посадку самолетов против направления ветра, что, в свою очередь, позволит уменьшить длину ИВПП до 10-20%.

В ряде случаев не обеспечивается требуемая минимальная нагрузка аэродрома с одной летной полосой. В подобных случаях следует предусматривать две полосы: основную, сориентированную по направлению преобладающих ветров, и вспомогательную, располагаемую по отношению к главной под углом, близким к 90° .

ЛИТЕРАТУРА

1. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Л.: Гидрометеиздат. – 1987. – Вып. 7. – Ч.1-6, Вып. 7 – 303 с.
2. СНБ 3.03.03-97. Аэродромы. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1997. – 22с.
3. Глушков Г.И., Раев-Богословский Б.С. Устройство и эксплуатация аэродромов. – М.: Транспорт, 1977. – 320с.
4. Изыскания и проектирование аэродромов. Справочник. / Под ред. Г.И. Глушкова и Д.А. Могилевского. – М.: Транспорт, 1979. – 327с.