

Условия возникновения сдвига ветра.

(Особенности метеорологического обеспечения полетов на международных воздушных линиях. Ермакова А.И. М., 1993г. Глава 4; Авиационная метеорология и метеорологическое обеспечение полетов. А.М.Баранов, Г.П.Лещенко, Л.Ю.Белюсова - учебник для вузов. М., 1993г.)

Введение.

Проблема сдвига ветра в авиации приобрела особенно актуальное значение в последние 10-15 лет. Это связано с тем, что изменились ВС, условия и интенсивность их эксплуатации. Благодаря значительной массе ВС обладает большой инерцией, которая препятствует быстрому изменению его путевой скорости при резком изменении характера движений воздуха вдоль траектории полета.

Поэтому сохранение вследствие инерции путевой скорости при пересечении ВС уровней с различным ветром приводит к изменению воздушной скорости. Если бы ВС под действием ветра могло мгновенно ускорять или замедлять свое движение, проблемы сдвига ветра не существовало бы.

Значительное изменение характера движений воздуха вдоль траектории полета вызывает резкое изменение воздушной скорости и соответственно подъемной силы. В результате этого возникают эволюции ВС в вертикальной плоскости: при увеличении воздушной скорости произойдет набор высоты, а при уменьшении – снижение ВС по отношению к расчетной траектории полета.

При наличии достаточных запасов по высоте и скорости полета современные ВС даже без вмешательства пилота могут восстанавливать режим полета, нарушенный изменением параметров ветра. На малых высотах при выполнении захода на посадку или при взлете существенные отклонения ВС от предполагаемой траектории полета представляют большую опасность в связи с близостью земли.

Летный состав во время предполетной подготовки должен учитывать синоптические условия, благоприятные для возникновения сильных сдвигов ветра при взлете и посадке ВС.

К наиболее характерным синоптическим ситуациям и условиям, при которых возникают сильные сдвиги ветра, относятся:

- развитие конвективных облаков (грозо-градовых);
- прохождение активных атмосферных фронтов;
- образование инверсионных слоев (задерживающие слои инверсии и изотермии);
- возникновение горных волн (районы со сложным рельефом, с застройкой в районе аэродрома);
- бризы (районы с разнообразной подстилающей поверхностью, вода и суша);
- местные топографические условия (чередование лесов, болот, пашен, песчаных и каменистых участков).

Для учета величины сдвига ветра в зоне взлета и посадки рекомендуется во всех аэропортах в информацию о фактической погоде ATIS включать данные о направлении и скорости ветра на высоте 100 м и на высоте круга.

Сдвиг ветра в зонах конвективных облаков.

В летний период возникают конвективно-неустойчивые слои, благодаря которым образуются конвективные облака. Особенно часто сильные сдвиги ветра возникают вблизи и под кучево-дождевыми (грозо-градовыми) облаками. При выпадении ливневых осадков наблюдаются нисходящие потоки относительно холодного воздуха, которые, ударяясь о земную поверхность, расходятся в стороны и встречают поднимающиеся с большой скоростью потоки теплого воздуха, обусловленные активной конвекцией (рис.1). Возникает порывистый ветер и шквал, образуется узкая зона сильных вертикальных и горизонтальных сдвигов ветра и сильной турбулентности, называемая фронтом порывистости, или фронтом порывов.

Фронт порывистости может распространяться от края облака на расстояние 15...20 км, существует не постоянно, а как пульсирующий процесс. Его пересечение представляет большую опасность, так как возможны очень резкие изменения встречного ветра. Были отмечены случаи, когда воздушная скорость изменялась на 25 км/ч за 2,5 с, на 77 км/ч – за 5 с и даже на 109 км/ч за несколько секунд – при изменении ветра от встречного 64 км/ч до попутного 45 км/ч.

Наиболее опасной является ситуация, когда снижение по глиссаде будет осуществляться навстречу грозовому очагу, даже если очаг удален на 10 км и более. В этих условиях большое значение имеет опыт пилота по визуальной оценке ситуации, а также его умение оценить изменение ветра по косвенным признакам: характер волнения на водных объектах вблизи аэродрома, «волны», перекатывающиеся по травяному покрову и кронам деревьев, полосы пыли и т.п. Косвенным признаком наличия фронта порывистости также является «вирга» – видимые на фоне грозового облака полосы выпадающих в передней части облака осадков, не достигающих поверхности земли.

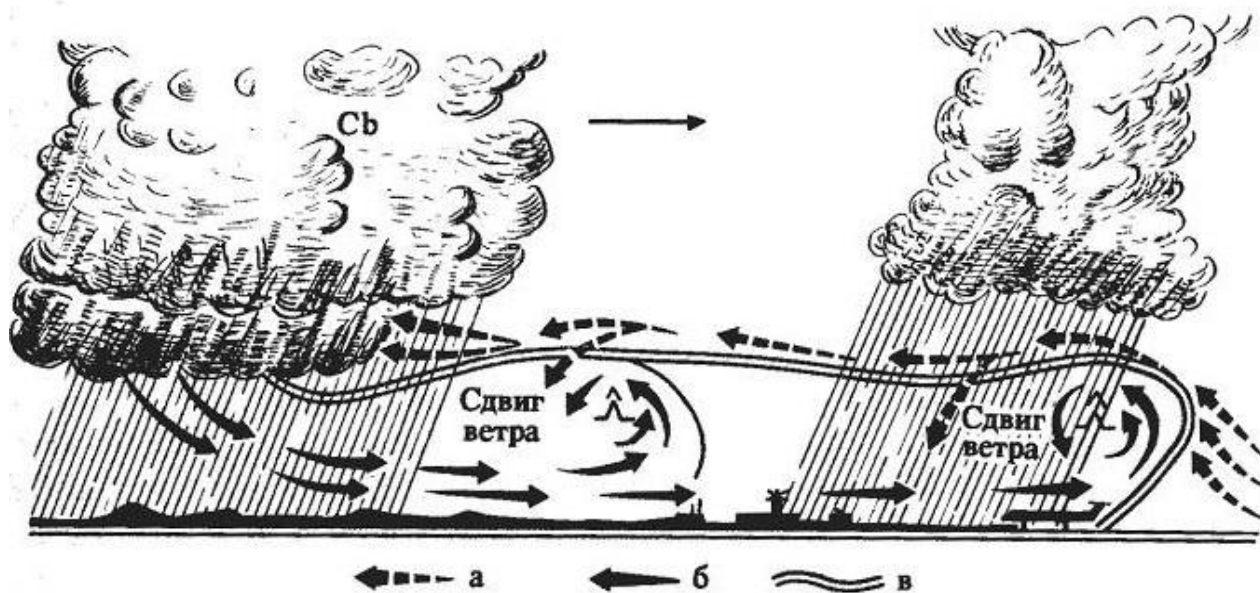


Рис.1. Возникновение сдвига ветра в зоне конвективных облаков:
а – теплый воздух, б – холодный, в – фронт порывов.

Сдвиг ветра в зонах активных атмосферных фронтов.

Активными фронтами следует считать фронты, скорость которых 50 км/ч и более, и/или контрасты температур воздушных масс в зоне фронта 7–8°C и более.

В зоне активных холодных фронтов возникают сильные горизонтальные и вертикальные сдвиги ветра, связанные с образованием кучево-дождевых облаков.

В зоне теплых фронтов наблюдаются интенсивные инверсии, в этих условиях движения по вертикали ослаблены – слои как бы скользят один по другому с разной скоростью; резкие изменения ветра с высотой не только по скорости, но и по направлению также приводят к образованию сильных сдвигов ветра (рис.2).



*Рис.2. Возникновение сдвига ветра в зоне холодных фронтов:
ТВ – теплый воздух, ХВ – холодный воздух.*

В зоне активных фронтов изменения скорости и направления могут усиливаться, кроме того, за счет ветра, обусловленного разнообразием рельефа местности, городской застройки и др. Сдвиг ветра при таких условиях будет характеризоваться наличием так называемого низкотропосферного струйного течения (мезоструи), что является наиболее опасным условием для посадки и взлета ВС.

Сдвиг ветра в зонах инверсионных слоев.

В устойчивой воздушной массе слои инверсии и изотермии обуславливают расслоение воздушных потоков, имеющих разные характеристики по плотности, скорости, направлению, что и является причиной образования умеренных и сильных сдвигов ветра (рис.3).

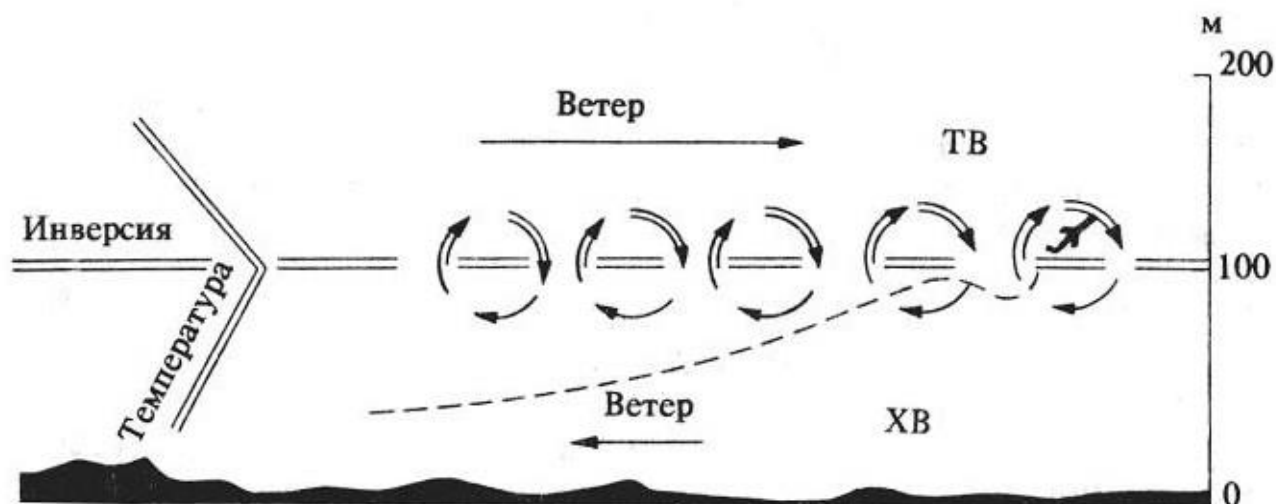


Рис.3. Возникновение сдвига ветра в слое инверсии.

Летному составу следует быть внимательным к синоптическим ситуациям, при которых возникают различного типа инверсии в приземном слое атмосферы.

Радиационные инверсии возникают при антициклонической погоде (в ночное время), при которой часто наблюдается штиль или слабый ветер у земли, а выше слоя инверсии отмечается очень сильный ветер, который принято называть ночным струйным течением. На высотах 30–40 м следует ожидать сильные вертикальные сдвиги ветра.

Орографические инверсии наблюдаются в горных районах или холмистой местности. Влияние орографии приводит к возникновению более сильных вертикальных и горизонтальных сдвигов ветра, так как в горных районах может возникать орографическое струйное течение, связанное с фёновым явлением и местными ветрами.

Адвективные инверсии возникают в приземном слое в холодное время года при адвекции теплого воздуха с моря или крупных водоемов, также способствует образованию инверсии таяние снега. При этом наблюдается слабый ветер у земли и усиление ветра на высотах 100–200 м (иногда 50–100 м). Эти условия также приводят к образованию сильных сдвигов ветра.

Признаки. Методы определения сдвига ветра.

Общие рекомендации для полетов в условиях сдвига ветра.

(Авиационная метеорология и метеорологическое обеспечение полетов. А.М.Баранов, Г.П.Лещенко, Л.Ю.Белоусова - учебник для вузов. М., 1993г.; РПП ОАО «Аэрофлот» часть А, глава 8, раздел 8.25.5)

Характер отклонений от заданной траектории движения зависит от вида сдвига ветра, наблюдающегося в данной зоне.

1. Скорость ветра с высотой резко увеличивается. При посадке ВС, движущееся против ветра, попадает в нижележащий слой с более слабым встречным ветром. При этом по инерции он сохраняет свою путевую скорость, воздушная же скорость уменьшается, следовательно, уменьшается и подъемная сила. В результате фактическая траектория движения проходит ниже заданной глиссады, ВС «проваливается» и, несмотря на увеличение тяги двигателей, посадка может быть совершена с недолетом. Аналогичный случай наблюдается, если пилот совершает посадку при попутном ветре, который с высотой ослабевает.

При взлете в условиях усиления встречного ветра с высотой на ВС, попадающее в слой с более сильным ветром, действует большая подъемная сила, чем на ниже лежащих уровнях, и его фактическая траектория набора высоты располагается выше заданной – ВС «подбрасывает». Это может привести к переходу на закритические углы атаки и сваливанию.

2. Скорость ветра с высотой резко уменьшается. При посадке ВС, движущееся против ветра, попадает в нижележащий слой с более сильным встречным ветром. Воздушная скорость и подъемная сила увеличиваются. Посадка в таких условиях сопровождается «подбрасыванием», перелетом зоны приземления и возможностью выкатывания.

Осложнения при взлете в случае ослабления встречного ветра с высотой возникают из-за падения подъемной силы и «проваливания» ВС, вследствие чего оно может выйти за нижний предел сектора безопасного набора высоты, возникает опасность столкновения ВС с препятствиями.

Таким образом, наиболее опасными для полетов являются сдвиги ветра, которые вызывают потерю высоты, так как при посадке они могут привести ВС к касанию до порога ВПП, а при взлете – выход ВС за нижний предел сектора безопасного набора высоты по курсу взлета.

3. Влияние горизонтального сдвига ветра зависит от характера изменения ветра по горизонтали. Например, при резком увеличении скорости встречного потока в направлении полета (или при ослаблении попутного ветра) наблюдается «подбрасывание», при значительном уменьшении ветра (при усилении попутного) ВС «проваливается».

4. Боковые сдвиги ветра, направленные под углом к траектории движения ВС и обусловленные резким изменением направлением ветра с высотой, приводят к боковым смещениям ВС от расчетной траектории полета, что также опасно при полетах вблизи поверхности земли.

В настоящее время реализованы два метода определения сдвига ветра, которые используются в составе комплекса пилотажно-навигационного оборудования современных воздушных судов:

А. Заблаговременное предупреждение о сдвиге ветра – Predictive windshear.

Система является составной частью бортового радиолокатора и основана на эффекте Доплера. Обеспечивает информирование о возможном сдвиге ветра по курсу полета выдачей звукового предупреждения и индикацией зоны сдвига ветра на экране навигационного дисплея.

Б. Сигнализация о попадании в сдвиг ветра – Reactive windshear.

Функционирование основано на сравнении темпа изменения воздушной скорости и путевой. Может обеспечиваться режим директорного управления по оптимальной траектории для безопасного вывода ВС из зоны сдвига ветра.

Общие рекомендации для полетов в условиях сдвига ветра.

При взлете и заходе на посадку в условиях сдвига ветра необходимо:

- увеличить расчетные скорости в соответствии с требованиями РЛЭ;
- осуществлять повышенный контроль за изменением поступательной и вертикальной скоростей и немедленно парировать возникающие отклонения от расчетных параметров и заданной траектории полета;
- при заходе на посадку немедленно уйти на второй круг с использованием взлетного режима и следовать на запасной аэродром, если для выдерживания заданной глиссады снижения требуется увеличение режима работы двигателей до номинального и (или) после пролета ДПРМ вертикальная скорость снижения увеличилась на 3 м/с и более от расчетной.

Взлет и заход на посадку в условиях сильного сдвига ветра ЗАПРЕЩАЮТСЯ.

Меры по обеспечению безопасности полета при взлете и заходе на посадку в условиях возможного (ожидаемого) сдвига ветра и при внезапном попадании в сдвиг ветра на ВС Ту-154М.

(РЛЭ Ту-154М п. 4.2.5а, п.4.6.2.2)

А. Взлет при наличии информации о сдвиге ветра.

При наличии прогноза о сдвиге ветра на взлете оцените его интенсивность и направление, примите решение о взлете.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. ВЗЛЕТ ПРИ СИЛЬНОМ И ОЧЕНЬ СИЛЬНОМ СДВИГЕ ВЕТРА ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

Взлет производите при полной взлетной тяге двигателей. Используйте для взлета полную длину ВПП или наиболее длинную ВПП. По возможности взлет выполняйте с наименьшим из рекомендованных углов отклонения закрылков, исходя из располагаемой длины ВПП.

На разбеге внимательно следите за ростом приборной скорости и в случае прекращения нарастания приборной скорости до достижения скорости V_1 взлет прекратите, если оставшейся длины ВПП достаточно для остановки самолета.

Подъем носового колеса и первоначальный набор высоты производите на скорости, на 10 - 15 км/ч больше расчетной.

После отрыва самолета от ВПП выдерживайте такое положение самолета по тангажу, которое требуется в обычных условиях при начальном наборе высоты со всеми работающими двигателями. Для поддержания положительной скороподъемности пилотируйте самолет на скорости не менее V_2 .

ВНИМАНИЕ. Уменьшение угла тангажа, с целью увеличения приборной скорости, не позволяет использовать полностью максимальную скороподъемность. Поэтому увеличение приборной скорости путем уменьшения угла тангажа производите после набора высоты, обеспечивающей пролет препятствий.

Уборку механизации крыла производите только после выхода из зоны сдвига ветра на скорости, рекомендованной РЛЭ.

Б. Взлет при отсутствии информации о сдвиге ветра.

В случае попадания в условия сдвига ветра с ощутимым снижением темпа роста скорости на разбеге до достижения скорости V_1 взлет прекратите.

При обнаружении сдвига ветра после достижения скорости V_1 подъем носового колеса производите на скорости, на 10 - 15 км/ч больше расчетной, используя при необходимости всю располагаемую длину ВПП.

Если взлет производился с уменьшенной тягой, немедленно переведите двигатели на взлетный режим.

При воздействии сдвига ветра после отрыва пилотирование производите в соответствии с указаниями п.п. А.

Заход на посадку в условиях сдвига ветра.

(1) Перед заходом на посадку проанализировать метеорологическую обстановку в районе аэродрома, основываясь на информации, полученной от диспетчера службы движения и по каналу вещания метеоданных.

Заход на посадку ЗАПРЕЩАЕТСЯ, если продольные составляющие ветра у земли и на высоте 100 м отличаются на 15 м/с и более.

В зависимости от конкретной обстановки необходимо уйти на запасной аэродром или ожидать изменения метеоусловий. При наличии в районе аэродрома грозовых и градовых облаков, очагов ливней и гроз расчетную скорость захода на посадку необходимо увеличить на 10-15 км/ч.

Примечание. Увеличение скорости полета по глиссаде производить в случае, если скорость не была увеличена по другим причинам, предусмотренным РЛЭ.

(2) Скорость полета и вертикальную скорость снижения по глиссаде до пролета БПРМ выдерживайте небольшими отклонениями РУД в пределах от +5% до минус 2% по оборотам ротора высокого давления, своевременно реагируя на начало уменьшения скорости полета и возрастания вертикальной скорости снижения, не допуская ее увеличение более чем на 1-2 м/с.

Отклонение от глиссады вниз и нарастание вертикальной скорости снижения устранять рулем высоты. Изменение режима работы двигателей производить при отклонении скорости более чем на 15 км/ч от заданной после возвращения на глиссаду.

ВНИМАНИЕ. Отклонение руля высоты с одновременным изменением режима работы двигателей может привести к разбалансировке и раскачке самолета.

Если на высотах ниже 200 м режим работы двигателей, потребный для установившегося полета по глиссаде на рекомендованных значениях приборной и вертикальной скоростях, будет выше номинального или $n_{вд}$ ниже 75%, необходимо уйти на второй круг.