

Стрижевская Е.В.

ПОЗ ВС на земле. Безопасность полетов и контроль факторов риска

Наличие снежно-ледных отложений (СЛО) на поверхности воздушного судна (ВС) может быть фактором риска для безопасности полетов, так как увеличивает вероятность возникновения негативного последствия, в том числе катастрофического. Выпуск в полет обледеневшего ВС в соответствии с действующей в ГА России документацией является авиационным событием, подлежащим расследованию.

Ключевым элементом безопасности полетов в документе ИКАО 9640, 2018г. Руководство по противообледенительной защите (ПОЗ) воздушных судов (ВС) на земле заявлена Концепция чистого ВС, содержание которой в редакции Приложения 6 к Конвенции ИКАО сводится к следующему:

- При подготовке к полету **ВС должно быть проверено** на предмет обнаружения снежно-ледяных отложений (СЛО) на его поверхности;
- При необходимости **ВС должно быть обработано** – приведено в состояние летной годности путем выполнения процедур **удаления** всех видов СЛО и/или **предотвращения** их образования на поверхности ВС (**deicing/anti-icing**);
- **Состояние летной годности** после обработки ВС **должно сохраняться до взлета** (чистота поверхности под контролем).

В соответствии с док.ИКАО 9640, 2018 г., п.1.7. «Единственным известным методом обеспечения полной гарантии того, что самолет чист перед взлетом, является тщательная проверка». В глобализованной системе стандартов SAE по ПОЗ ВС на земле необходимым проверкам посвящен раздел 7 стандарта AS6285D. Там же указано, что контроль состояния ВС до передачи пилотам - **предполетные (Preflight) проверки** выполняются наземным персоналом, после передачи пилотам **предвзлетные (Pretakeoff) проверки** выполняются летным экипажем.

В условиях обледенения на земле или после окончания их воздействия на ВС **к основным видам проверок состояния поверхности ВС** относятся следующие:

- **Осмотр поверхности ВС после посадки - Post landing Inspection**

В практике эксплуатации ВС в условиях наземного обледенения известны случаи, когда снежно-ледяные отложения на поверхности ВС были обнаружены сразу после посадки ВС. Появление СЛО может быть связано как с попаданием ВС в зону обледенения в полете, так с наземным обледенением ВС на аэродроме вылета, В таких случаях безотлагательно выполняется фото или видео съемка СЛО на поверхности ВС

(до их таяния). Для объективного выявления причины выполняется расследование в соответствии с ПРАПИ-98 и специальными Методическими рекомендациями, по расследованию, утвержденными Ространснадзором в 2006 г.

- **Проверка наличия СЛО для определения необходимости их удаления**

(текст SAE AS6285D, 2021 раздел 7 CHECKS выделен курсивом)

7.1 Contamination Check to Establish the Need for Deicing:

«Проверка СЛО для определения необходимости удаления обледенения. Проверка загрязнения должна включать все зоны, указанные в 6.1–6.8, а также любые другие поверхности и компоненты ВС как указано изготовителем ВС, и должна выполняться из точек, обеспечивающих достаточную видимость этих частей (например, из деаксера, с лестницы или любые другие подходящие средства доступа, по необходимости). Любое СЛО, обнаруженное на поверхностях или компонентах ВС, угрожающее безопасности полета, должно быть удалено, при необходимости с последующей защитой».

Перед выполнением противообледенительной обработки (ПОО) ВС проверяется не только наличие СЛО, но и их масса и фактура, а так же сцепление их с поверхностью ВС. Симметричные поверхности крыла проверяются полностью. **Отсутствие СЛО на одном полукрыле не гарантирует их отсутствия на другом.** По результатам проверки выбираются **средства и методы ПОО** с учетом анализа фактических и прогнозируемых метеорологических условий, конкретных производственно-технических возможностей, а также психо-физического состояния исполнителей ПОО, непосредственно восстанавливающих летную годность обледеневшего ВС.

Внимание! Отсутствие **инея** на крыле не гарантирует его отсутствия на высокорасположенном стабилизаторе в соответствующих метеоусловиях.

Кроме **визуального** осмотра поверхности ВС на предмет обнаружения СЛО для некоторых типов ВС необходима **тактильная проверка** (рукой на ощупь) с целью проверки возможного нахождения тонкого льда/clear ice.

Тактильная проверка / AS6285D, 7.2 Tactile Check:

«Необходимость тактильной проверки определяется изготовителем воздушного судна».

Отсылка к документации изготовителя/разработчика ВС очевидно связана с тем, что такая проверка бывает необходима для ВС с хвостовой компоновкой двигателей.

При обнаружении **прозрачного льда /Ice Clear** необходимо осуществить процедуры ПОО ВС разрешенными средствами в соответствии с фактическими метеоусловиями и снова выполнить проверку.

Необходимость такой проверки вызвана следующими обстоятельствами.

Специалисты а/к SAS разработали **Технологию проверки прозрачного льда на поверхности крыла (SAS Clear Ice Check training material)** после вынужденной посадки

27.12.1991г. в Швеции MD-81. Расследование установило, что самолет поднялся в воздух с большими отложениями льда на крыле, которые отделились после взлета и попали в оба двигателя, расположенные на фюзеляже за крылом, и вызвали их полный останов. При аварийной посадке ВС разрушилось: часть крыла оторвалась, фюзеляж разломился на три части, пожара не было. Произошло авиационное происшествие без человеческих жертв (АПБЧЖ).

Ставший причиной события – **тонкий прозрачный стекловидный лед /Clear Ice** образуется при $T_{ов}$ до $+15^{\circ}\text{C}$ при выпадении дождя или мороси, а также при высокой относительной влажности воздуха. Лед образуется на поверхности крыла с температурой много ниже 0°C из-за наличия в крыльевых баках большого количества топлива с отрицательной температурой. В таблицах времени защитного действия (**ВЗД**) **ПОЖ** см. графу «**Дождь на холодном крыле**» / «**Rain Cold-soaked Wing**». Этот тип льда очень трудно обнаружить, особенно в условиях плохого освещения или на влажных крыльях. В РЛЭ некоторых типов ВС указан **остаток холодного топлива**, которое соприкасается с верхней поверхностью крыла

В Руководство по ПОЗ эксплуатанта/ поставщика услуг должна быть включена проверка наличия прозрачного льда на переохлажденном крыле как процедура, выполняемая вручную (органолептически) квалифицированным специалистом.

Для выполнения проверки применяются специальные стремянки с горизонтальной верхней площадкой. Это позволяет специалисту использовать еще и свои физические возможности (рост и длина руки) для **ощупывания** большей части поверхности крыла, где расположены баки с холодным топливом.

Примечание. К Традиционным методам (визуально и органолептически) проведения проверки критической поверхности ВС *Guidelines for Aircraft Ground Icing Operations TC, 2022* также относится применение Тактильного шеста/ Tactile Wand (п.11.2.3.4с).

<p>11.2.3.4 с Tactile Wand To address the issue of surfaces, which are difficult to reach, a pole may be used to perform the tactile inspection. This procedure must be well trained to ensure reliable results. The physical check is accomplished by moving the ice detection pole across the critical surface in a sweeping pattern. If the wing surface has a consistent texture, either rough or smooth, ice may be present and deicing may be required. As the pole is dragged across the inspection area, with ice present, a reduction in resistance of the pole to movement will be experienced. This is because the wing surface will have less friction. With ice present, the ice detection pole will glide smoothly over the</p>	<p>11.2.3.4 с Тактильный жезл/шест Чтобы решить проблему труднодоступных поверхностей, можно использовать шест для тактильного осмотра. Эта процедура должна быть хорошо проработана для обеспечения надежных результатов. Физическая проверка выполняется путем перемещения шеста для обнаружения льда по критической поверхности по круговой схеме. Если поверхность крыла имеет соответствующую текстуру, любую шероховатую или гладкую, лед может присутствовать и может потребоваться удаление льда. При продвижении шеста через зону осмотра при наличии льда будет ощущаться снижение сопротивления шеста</p>
---	--

entire surface. NOTE: Caution must be taken when using the pole to ensure that no damage is done to the aircraft	движению. Это потому, что поверхность крыла будет иметь меньшее трение. При наличии льда шест для обнаружения льда будет плавно скользить по всей поверхности. ПРИМЕЧАНИЕ. При использовании шеста необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить ВС.
---	---

• Проверка после устранения обледенения/защиты от обледенения /

SAE AS6285D, 7.3 Post deicing/Anti-Icing Check:

«Эта проверка должна также включать любые другие части ВС, на которых была выполнена процедура защиты от обледенения в соответствии с требованиями, установленными во время проверки СЛО. Указанная проверка должна выполняться с точек, обеспечивающих достаточную видимость всех обработанных поверхностей (например, с деайсера, лестницы или других подходящих средств доступа). Любое обнаруженное загрязнение должно быть удалено с помощью дополнительной ПОО, а указанная после ПОО проверка должна быть повторена. Перед взлетом летный экипаж должен удостовериться, что он получил подтверждение о том, что эта проверка после ПОО была выполнена».

В соответствии с SAE AS 6285D в **Руководстве по ПОЗ ВС** эксплуатанта/поставщика услуг должно быть указано:

а. По мере выполнения ПОО **оператор** будет внимательно следить за обрабатываемыми поверхностями, чтобы убедиться, что **все формы СЛО** (за исключением льда на переохлажденном крыле и на нижней поверхности крыльев и легкий иней на фюзеляже, которые могут быть разрешены изготовителем ВС) были **удалены**, а после **завершения защитной обработки** эти поверхности полностью покрыты соответствующим слоем ПОЖ, как описано в AS6286.

б. Если в запросе на ПОО не указан фюзеляж, в это время должна быть выполнена визуальная проверка фюзеляжа, чтобы убедиться, что он не загрязнен СЛО (за возможным исключением легкого инея, который может быть разрешен изготовителем ВС).

с. Любые признаки СЛО/загрязнения, выходящие за установленные пределы, должны быть немедленно доведены до сведения летного экипажа и удалены с помощью дополнительной ПОО. Затем следует повторить проверку после ПОО/**Post deicing/Anti-Icing Check**.

д. После завершения обработки **оператор** по борьбе с обледенением проведет тщательный визуальный осмотр поверхности, с которой началась обработка, чтобы убедиться, что она не загрязнена (эта проверка не требуется для условий «только иней»).

Примечание. Человеческий фактор является ключевым вопросом в обеспечении безопасности полетов в комплексе работ по ПОЗ ВС на земле. Принятие решений и выполнение действий, направленных на обеспечение безопасности полетов, зависят от человека. В настоящее время в системе ПОЗ ВС на земле нет широкого распространения так называемой «защиты от дурака» как при принятии решений, так и при выполнении процедур ПОО. Наземный и летный персонал должны быть качественно подготовлены для квалифицированного выбора и выполнения предписанных

действий, мотивированы, а также находиться под контролем как качества выполнения работ, так и работоспособности.

- **Проверка перед взлетом / SAE AS6285D, 7.4 Pretakeoff Check:**

«Летный экипаж должен постоянно следить за погодными условиями после ПОО. Перед взлетом член летного экипажа должен оценить, соответствует ли применяемое время защиты и/или возможно загрязнение СЛО незащищенных поверхностей. Эта проверка обычно выполняется из кабины экипажа».

Внимание!

Guidelines for Aircraft Ground Icing Operations, 2022, п.11.1.7 предупреждает: «Опыт тестирования жидкости и эксплуатационные показания показывают, что способность КВС/ПИС или его представителя эффективно исследовать критические поверхности изнутри самолета, когда ВЗД истекло и жидкость, возможно, вышла из строя, вызывает сомнения. Кроме того, длительное воздействие замерзших осадков, ветра и других факторов могло привести к разрушению жидкости в местах, НЕвидимых изнутри самолета. Этот последний момент имеет решающее значение. Это сценарий высокого риска, который, как показывает должная осмотрительность, требует очень тщательных действий».

- **Проверка наличия СЛО (загрязнения) перед взлетом / SAE AS6285D, 7.5 Pretakeoff Contamination Check,:**

*«Это проверка критических поверхностей на загрязнение. Эта проверка проводится, когда состояние критических поверхностей ВС не может быть эффективно оценено с помощью проверки перед взлетом или когда превышено время защиты. Эта проверка обычно выполняется **вне самолета**. Альтернативным способом проверки соответствия перед взлетом является выполнение полной ПОО ВС».*

Наружная проверка критических поверхностей ВС проводится квалифицированным наземным персоналом. Необходимо провести визуальный осмотр на предмет нарушения чистоты. Человек должен выполнить проверку с места, откуда он может внимательно и четко наблюдать за обледеневшим участком. Это может потребовать использования поднятой платформы, или применить оптическое устройство (то есть бинокль) и / или дополнительное освещение.

Внимание!

ПОЖ теряет эффективность, когда ее концентрация уменьшается при растворении в ней выпадающих осадков. Образуются кристаллы, которые становятся видимыми в помутневшей пленке жидкости. ПОЖ становится "непрозрачной"/мутной, что не позволяет различить конструктивные детали (заклепки, винты, швы). В подобном случае требуется повторная обработка ВС.

Предупреждение.

Технологическая проработка выполнения подобных процедур контроля для многих типов ВС ГА может быть затруднительна и даже невозможна без использования специальных

дистанционных систем контроля с подтвержденной достоверностью необходимого качества. При отсутствии такой системы и невозможности выполнения проверки, предписанной стандартом SAE, в целях обеспечения безопасности полетов следует выполнять повторную ПОО ВС или задерживать рейс в связи с отсутствием возможности защиты ВС от обледенения в фактических метеоусловиях в данное время. В любом случае следует помнить о цене вопроса выпуска в полет обледеневшего ВС. Специалисты диспетчерской службы также как экипажи ВС должны быть подготовлены для принятия решений в **сложных метеоусловиях**, которые при многообразии имеющихся сопутствующих факторов становятся **опасными**.

Примечание 1.

*В соответствии с **Guidelines for Aircraft Ground Icing Operations, TC, 2022:**
- 11.2.4.1 Проверка непосредственно перед взлетом:*

«Толкование Канадой словосочетания “осмотр непосредственно перед взлетом” в контексте наземного обледенения заключается в том, что проверка должна проводиться в течение пяти минут до начала разбега.

Тестирование жидкости показало, что эта процедура не должна применяться к жидкостям типа I. Жидкости типа I имеют очень короткие значения ВЗД, и отказ жидкости происходит внезапно. Поэтому не считается разумным применять эту процедуру к жидкостям типа I. Эту процедуру следует применять только к ПОЖ II, III и IV типов и только тогда, когда соответствующее минимальное ВЗД превышает 20 минут.

Если после однократного проведения проверки на загрязнение перед взлетом взлет в течение пяти минут невозможен, ВС должно вернуться для ПОО. Дополнительные проверки и продление сроков считаются неразумными».

- 10.13.5 Наземная система обнаружения обнаружения льда (GIDS)

*Разработка датчиков обнаружения льда была вызвана трудностью определения отсутствия СЛО на ВС перед взлетом. Люди имеют ограниченные возможности для точной оценки состояния критической поверхности ВС во время операций по наземному обледенению. К препятствиям обеспечения отсутствия СЛО на самолете относятся плохие условия освещения, ограничения видимости из-за метели и трудности с определением наличия прозрачного льда. Для целей настоящего документа эти датчики называются **Удаленной наземной системами обнаружения льда (ROGIDS)**. Минимальные эксплуатационные характеристики (MOPS) для этих систем указаны в документе SAE AS5681. Эксплуатантам или поставщикам услуг, желающим получить разрешение на внедрение ROGIDS в свою деятельность, следует ознакомиться с Консультативным циркуляром Министерства транспорта Канады AC 602-001 **«Эксплуатационное использование удаленных систем обнаружения льда на земле (ROGIDS) для применения после противообледенительной обработки»**. Этот документ доступен на следующем веб-сайте: <https://tc.canada.ca/en/aviation/reference-centre/advisory-circulars/advisory-circular-ac-no-602-001>.*

Примечание 2.

В соответствии с *FAA Holdover Time Guidelines*, (см. ГЛАВНОЕ И ИЗМЕНЕНИЯ НА ЗИМУ 2022-2023, стр. 7) для некоторых видов осадков, прекратившихся до истечения разрешенного времени без дальнейшего понижения Тов, предусмотрено следующее (см. также Tabl. ADJ-50, 51, 52):

<p>• The following caution has been changed to a note in all allowance times tables:</p> <p>“Takeoff is allowed up to 90 minutes after start of fluid application if the precipitation stops at or before the allowance time expires and does not restart.</p> <p>The OAT must not decrease during the 90 minutes to use this guidance in conditions of light ice pellets mixed with either: light freezing drizzle, moderate freezing drizzle, light freezing rain, or light rain.”</p>	<p>• Следующее предостережение было изменено на примечание во всех таблицах разрешенного времени «Взлет разрешен в течение 90 минут после начала применения жидкости, если осадки прекращаются в момент или до истечения разрешенного времени и не возобновляются.</p> <p>Тов не должна снижаться в течение 90 минут использования этого руководства в условиях : легкой ледяной крупы, смешанной с: легкой замерзающей моросью, умеренной замерзающей моросью, легким замерзающим дождем или с небольшим дождем».</p>
--	--

Таблицы **ADJ-50, 51, 52** предваряет (стр.59) текст **ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЯ**

• *Ответственность за применение этих данных лежит на пользователе.* • *Жидкости, используемые во время наземной противообледенительной обработки, не обеспечивают защиту от обледенения в полете.* • *Эта таблица предназначена только для планирования вылета и должна использоваться вместе с процедурами проверки перед взлетом.* • *Разрешенное время не может быть продлено за счет осмотра критических поверхностей самолета.*

Предупреждение.

В этом документе FAA не учтены следующие обстоятельства: После прекращения выпадения осадков в течение разрешенного периода времени может сохраняться **высокая относительная влажность воздуха, способствующая** (90 мин!) образованию на крыле с холодным топливом (Cold-Soaked Wing) **прозрачного льда/clear ice**. На взлете это может стать фактором риска (наиболее вероятным негативным событием) повреждения двигателей за крылом на хвостовой части фюзеляжа ВС. В таких условиях может потребоваться **тактильная проверка** наличия прозрачного льда/clear ice на переохлажденном крыле (Cold-Soaked Wing). Эта проверка должна выполняться **тактильно**, что перед взлетом проблематично или невозможно для

многих типов ВС коммерческой гражданской авиации, Альтернатива проверки – ПОО, соответствующая фактическим метеоусловиям.

Также при ожидании взлета в условиях высокой относительной влажности воздуха при $T_{ов}=+5^{\circ}\text{C}$ должна быть включена противообледенительная система (ПОС) двигателей ВС.

- Проверка работоспособности управления полетом /

- **SAE AS6285D, 7.6 Flight Control Check:**

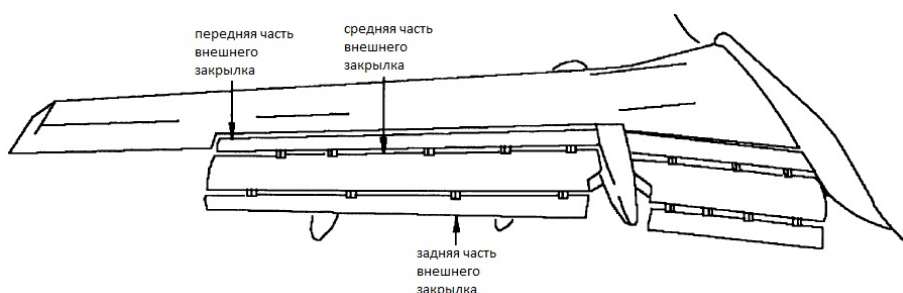
«После ПОО ВС может потребоваться проверка работоспособности системы управления полетом с привлечением внешнего наблюдателя, в зависимости от типа воздушного судна (см. соответствующие руководства). Это особенно важно в случае ВС, которое подверглось сильному ледяному или снежному покрову».

В условиях обледенения с интенсивным выпадением осадков (например, в условиях выпадения ледяного дождя) на поверхности ВС возможно образование большой массы СЛО и для их удаления может потребоваться большой объем ПОЖ, что может привести к затруднениям в работе и повреждениям подвижных элементов механизации крыла.

Согласно п.5.5.3 НТЭРАТ ГА-93 после удаления льда теплой водой (не менее 60°C), ПОЖ или теплым воздухом **проверяют** отклонения в крайние положения рулей, элеронов, триммеров, детали механизации крыла, узлов шасси, других механизмов.

Внимание.

При выполнении защитной процедуры ПОО следует четко выполнять рекомендации разработчика/изготовителя ВС по конфигурации ВС. Например, если при ПОО закрылки выпущены на всю поверхность крыла будет нанесена ПОЖ. Если при ПОО закрылки находятся в убранном положении, то при их выдвигении перед взлетом (увеличивается площадь крыла) они могут быть недостаточно защищены от образования СЛО.



Содержание отдельных предполетных проверок состояния поверхности ВС указывается также в РЛЭ по типам ВС.

Проверка чистоты передней кромки крыла

Для некоторых типов ВС. Проводится обязательная тщательная (вручную) проверка передней кромки крыла. Наличие снежно-ледяных отложений может вызвать существенное (критичное) ухудшение аэродинамических характеристик ВС. Например, для ВС Ф-70, Ф-100 проверка должна проводиться:

- при Тов равной или ниже $+12^{\circ}\text{C}$ и высокой влажности;
- при наличии инея на нижней поверхности крыла;
- после каждой ПОО.

Проверка наличия СЛО в воздухозаборнике и перед входом в двигатель

Для ВС с фюзеляжным (хвостовым) расположением двигателей с целью исключения запуска двигателя при наличии СЛО выполняется специальная проверка различных частей двигателя. В соответствии с ЭД по типу ВС проверка должна проводиться при определенных условиях. Например, проверку для Б-727, МД-11, ДС-10 следует проводить при Тов $=+6^{\circ}\text{C}$ и ниже и высокой влажности воздуха, а также после длительной стоянки в условиях замерзающих осадков

Для ВС с высокорасположенным стабилизатором необходим контроль состояния поверхности в условиях образования инея. Отложение кристаллов происходит сначала на более высоко расположенных предметах. Так, например, если фактические условия образования инея указаны в метеосводке (это условия высокой относительной влажности воздуха, Тов близка к точке росы при отсутствии ветра или при слабом ветре) на поверхности крыла инея еще может не быть, а на стабилизаторе он уже появился. В этом случае необходима ПОО ВС в соответствии с таблицами времени защитного действия для условий «Иней, ледяной налет» («Active frost»).

Периодический контроль наличия остатков ПОЖ тип II или IV в аэродинамически застойных зонах ВС так же необходим для обеспечения безопасности полетов. Накопление остатков загущенных ПОЖ тип II и тип IV и их регидратация (поглощение воды) и гелеобразование с последующим замерзанием (при от Тов $=0^{\circ}\text{C}$ и ниже) в щелевых зазорах конструкции планера (элементов управления полетом) может привести к блокированию подвижных механизмов системы управления полетом и создать угрозу безопасности полета ВС.

Проверка должна быть предусмотрена рекомендациями разработчика ВС в действующей нормативной документации и, соответственно, в Руководстве по ПОЗ ВС на земле **эксплуатанта данного типа ВС**.

Из приведенной выше информации очевидно важное значение человеческого фактора для обеспечения безопасности полетов в условиях обледенения или после прекращения их воздействия на ВС. Безопасность полетов требует четких директив, надлежащего оснащения и специальных знаний. Участники комплекса работ по ПОЗ ВС

на земле - специалисты как наземного так и летного состава должны иметь специальную подготовку по Программе ПОЗ ВС на земле, содержащую информацию не только о нормах и правилах выполнения процедур обработки и контроля, но и о возможных факторах риска для безопасности полетов. При этом **квалифицированный менеджмент** эксплуатанта ВС или поставщика услуг по ПОЗ ВС на земле должен обеспечить организацию, оснащение и контроль качества производства, а также подготовку персонала. **Квалифицированный персонал** выполняет работы в соответствии Руководством по ПОЗ ВС, разработанным для конкретных метеорологических и производственных условий. Четкие директивы руководящего документа должны исключать неоднозначное толкование требований к летной годности и безопасности полетов ВС.