



На сегодняшний день продукты **Safewing** и **Safeway** стали неотъемлемой частью современного авиатранспорта. Самолеты и взлетные полосы, которые продолжают работать даже в условиях снегопада, замерзающего дождя и активного обледенения доказывают их соответствие высочайшим требованиям качества и безопасности.

Необработанные соответственно погодным условиям самолеты подвержены риску падения на взлете, связанному с образованием ледяного налета на аэродинамических поверхностях, искажением показаний пилотажных приборов, повреждением двигателей из-за попадания отколовшегося льда. Испытания показывают, что шероховатый ледяной налет может уменьшить подъемную силу крыла на **30%** и увеличить лобовое сопротивление на 40% /1/. Международные авиационные правила запрещают взлет в условиях, когда снег, лед или иней налипают на крылья, хвост, воздухозаборники или другие критические поверхности воздушного судна.

В современной гражданской авиации применяются **четыре типа противообледенительных жидкостей** — Тип I, Тип II, Тип III, Тип IV. Все эти жидкости являются антифризами, то есть, имеют температуру замерзания значительно ниже температуры замерзания воды (0°C). При нанесении на поверхность самолета эти жидкости расплавляют снег, ледяной налет и, оставаясь на поверхности в виде тонкого слоя, препятствуют на некоторое время образованию нового льда.

**Примечание.** В авиационной практике обработки самолетов используется термин «снежно-ледяные отложения» (СЛО). По-существу, снег является тем же льдом, только в виде рыхлой массы, состоящей из мелких льдинок (снежинок). С этим, в частности, связан белый цвет снега, когда солнечный свет хаотично рассеивается множеством мелких частиц.

**Основной характеристикой противообледенительных жидкостей** является «время защитного действия» (holdover time) или, как его называют в разговорной речи, «время удержания на крыле». Это время, в течение которого защитный слой жидкости остается на поверхности самолета и препятствует образованию нового льда. Время защитного действия зависит как от окружающей температуры и погодных условий (иней, снег, замерзающий дождь и т. п.), так и от типа жидкости и способа ее нанесения. На все эти случаи составлены подробные инструкции, которые строго соблюдаются. Для сравнения: в условиях слабого снега при температуре -10°C время защитного действия для Тип I составляет 6-11 минут, для Тип II 15-30

Офис в Москве: +7 495 790 14 52, +7 495 149 86 99 (доб. 7641, 5054, 9874, 5566, 3547), +7 499 558 38 29, dann-25@bk.ru Отдел логистики: +7 495 149-86-99  
Офис в Санкт-Петербурге: +7 812 317 28 28, +7 812 317 28 88, masla.kondor@yandex.ru - по вопросам приобретения масел, смазок, смазочных материалов и подбора аналогов



минут, для Тип III 10–25 минут, для Тип IV 20–40 минут /2/.

**Тип I** — это «незагущенные» жидкости, которые соответствуют международному стандарту AMS 1424 «Aircraft Deicing/Anti-Icing Fluid, Newtonian, SAE Type I». По своим физическим свойствам они являются так называемыми «ньютоновскими» жидкостями, то есть их вязкость не изменяется при перемешивании. Говоря более строгим языком, вязкость жидкости не зависит от скорости относительного сдвига ее слоев (градиента скорости) и подчиняется Закону внутреннего трения Ньютона (см. Рис. 1, А).

**Примечание.** Исааку Ньютону принадлежит не только открытие широко известных Закона всемирного тяготения и трех Законов классической механики. Менее известный и реже цитируемый Закон внутреннего трения (Закон вязкости) также был открыт этим великим ученым и назван его именем. Закон гласит, что сила вязкого трения в жидкости (или газе) пропорциональна градиенту скорости жидкости.



**Рис. 1.** Зависимость вязкости от скорости относительного сдвига слоев:

А) для ньютоновской жидкости; Б) для неньютоновской жидкости;

**Остальные три вида Тип II, III, IV** — это «загущенные» жидкости, которые соответствуют международному стандарту AMS 1428 «Aircraft Deicing/Anti-Icing Fluid, Non-Newtonian, SAE Types II, III and IV». Они являются так называемыми «неньютоновскими» жидкостями, то есть их вязкость уменьшается при увеличении скорости относительного сдвига слоев (см. Рис. 1 Б). Образно говоря, жидкость, изначально похожая на густой кисель, теряет свою вязкость при интенсивном перемешивании, а при прекращении перемешивания снова становится вязкой. После 5-, 6- кратного перемешивания вязкие свойства жидкости уже не возвращаются.

**Жидкости Тип I** имеют относительно малое время защитного действия и используются преимущественно для удаления снега и льда с поверхности самолетов перед взлетом (de-icing). В случаях, когда позволяют погодные условия и время, отведенное на выруливание, их могут применять также и для предотвращения образования нового льда (anti-icing).

Офис в Москве: +7 495 790 14 52, +7 495 149 86 99 (доб. 7641, 5054, 9874, 5566, 3547), +7 499 558 38 29, dann-25@bk.ru Отдел логистики: +7 495 149-86-99  
Офис в Санкт-Петербурге: +7 812 317 28 28, +7 812 317 28 88, masla.kondor@yandex.ru - по вопросам приобретения масел, смазок, смазочных материалов и подбора аналогов



**Жидкости Тип II, III, IV** имеют среднее и длительное время защитного действия, их применяют преимущественно для предотвращения образования льда в тяжелых погодных условиях и при продолжительном ожидании разрешения на взлет. Эти загущенные жидкости должны длительное время оставаться на поверхности самолета, пока он находится на земле, и сдуваться с нее во время взлета за счет потери вязкости. Жидкости Тип II, IV сдуваются с крыла при достижении относительно высоких скоростей, поэтому они предназначены для самолетов транспортной категории с высокими взлетными скоростями (takeoff rotation speed) не менее 185 км/час (100–110 узлов). Жидкости Тип III сдуваются с крыла при низких скоростях, поэтому они предназначены для самолетов переходной (коммьютерной, commuter-type) категории с низкими взлетными скоростями не менее 120 км /час (60 узлов) /3/.

Каждый аэропорт самостоятельно выбирает способ противообледенительной обработки самолетов в рамках действующих инструкций, исходя из своих возможностей, предпочтений, погодных условий. Так, одни аэропорты используют Тип I для удаления льда (de-icing) и Тип IV для предотвращения образования нового льда (anti-icing). Другие используют Тип II и для удаления, и для предотвращения образования льда. Третьи используют нагретую воду для удаления и Тип I для предотвращения образования льда. Единой общепринятой практики в этих вопросах не существует.

**В состав современных жидкостей Тип I** обычно входят гликоль в качестве базового незамерзающего компонента (не менее 80% масс), вода и присадки. Присадки включают в себя поверхностно-активные вещества (ПАВ) для обеспечения смачиваемости и ингибиторы коррозии для антикоррозионной защиты поверхности самолета. По сведениям Anti-icing Materials International Laboratory (AMIL), подавляющее большинство (63%) одобренных к применению жидкостей Тип I производится на базе пропиленгликоля (ПГ) — 31 наименование из 49, включенных в список /4/. Среди остальных наименований из списка AMIL, 8 производятся на базе этиленгликоля (МЭГ); 1 на базе диэтиленгликоля (ДЭГ); 7 на негликолевой основе. Широкое применение пропиленгликоля связано с его низкой токсичностью и необходимостью выполнения жестких экологических требований в европейских странах. Более токсичный этиленгликоль, однако, имеет существенно лучшие характеристики по температуре замерзания.

**Практически все современные жидкости Тип II, III, IV** изготавливаются на базе пропиленгликоля. В их состав, кроме пропиленгликоля (не менее 50% масс), воды и присадок, входит значительное количество специальных загустителей. Использование пропиленгликоля в загущенных жидкостях



связано не только с его экологической привлекательностью, но и с самой высокой вязкостью из всех перечисленных гликолей. По данным AMIL, все 11 одобренных Тип II изготавливаются на базе ПГ, единственная Тип III — на базе ПГ и 15 из 17 Тип IV- на базе ПГ (остальные 2 — на базе этиленгликоля).

По сравнению с Тип I, все загущенные жидкости относятся к более высоким технологиям производства. В силу своего неньютоновского характера, они также требуют особых условий при транспортировке и хранении. Например, их нельзя перекачивать обычными центробежными насосами, наполнение емкости должно производиться по касательной к поверхности стенки, не допускаются резкие изгибы труб и шлангов, попадание ультрафиолетовых лучей, и так далее.

По вопросам приобретения **противообледенительных жидкостей для гражданской авиации** и получения подробной консультации по свойствам продукции, условиям поставки и заключению договора просим Вас обратиться к менеджерам: