

ИТОГИ ДВУХЛЕТНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СНЕЖНОЙ ПОСАДОЧНОЙ ПЛОЩАДКИ «ЗЕНИТ», СТАНЦИЯ ПРОГРЕСС, ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА

Основная причина создания посадочной площадки (ПП) «Зенит», пригодной для тяжелых самолетов на колесном шасси на российской станции Прогресс в Восточной Антарктиде, — это вступление в основную фазу строительства нового зимовочного комплекса (НЗК) Восток на одноименной российской станции в Центральной Антарктиде. На первом этапе его строительства в район станции Прогресс (Земля Принцессы Елизаветы) судами были завезены блоки, из которых создается НЗК Восток, техника для его доставки к месту строительства, а также необходимое топливо. Основной задачей следующего этапа строительства стала своевременная доставка строителей и механиков в район станции Прогресс, чтобы как можно эффективнее использовать каждый день короткого антарктического лета на станции Восток, когда погодные условия позволяют работать технике и людям. На этом этапе блоки НЗК Восток от места хранения доставлялись тягачами на санях к месту строительства и строители приступали к сборке. Следует отметить, что в начале весеннего периода припайный лед у берегов Антарктиды имеет максимальную мощность, что затрудняет использование судов для доставки людей и сопутствующих грузов ранней весной. Для решения этой важной логистической задачи было принято решение осуществлять доставку грузов и личного состава на станцию Прогресс тяжелыми самолетами типа Ил-76, способными на беспосадочный перелет с африканского континента в Антарктиду. Но для этого на станции Прогресс было необходимо организовать посадочную площадку для приема тяжелых самолетов на колесном шасси.

Выбор места строительства посадочной площадки

Как правило, единственная возможность организации аэродромов вблизи станций на антарктическом континенте — это их строительство на леднике. Не являлась исключением и ситуация в районе станции Прогресс, расположенной в оазисе Холмы Ларсеманн (Земля Принцессы Елизаветы). На территории самого оазиса рельеф поверхности абсолютно не пригоден для организации грунтового аэродрома.

Основная сложность организации аэродрома на леднике, в районе станции Прогресс, заключается в отсутствии в разумной близости от него зон голубого льда (зон, где на леднике отсутствует постоянный снежный покров). Это существенно усложняло решение поставленной задачи. Место строительства аэродрома было выбрано в 6 км от станции Прогресс, на леднике, где толщина снежного покрова варьировала от 5 до 10 м, а рельеф поверхности позволял выбрать площадку, пригодную для строительства взлетно-посадочной полосы (ВПП) длиной не менее 3000 м. Исторически этот район хорошо изучен, так как здесь многие годы располагалась посадочная площадка для малой авиации на лыжном шасси, принадлежащая Российской антарктической экспедиции. Среднегодовое снегонакопление здесь составляет около 30 см, а среднегодовая скорость перемещения ледника не превышает 2 м в год.

По международной классификации ледников его можно отнести к инфильтрационной зоне. Ранее здесь наблюдалось эпизодическое образование трещин, но, как правило, не более полуметра шириной, что позволяет их оперативно бутить и восстанавливать таким образом целостность снежно-ледового покрытия.

Еще в советское время при участии сотрудников ААНИИ была разработана методика строительства аэродромов на глубоком снегу для приема тяжелых самолетов на колесном шасси (Инструкция по проектированию, строительству и оценке эксплуатационной пригодности снежных и снежно-ледовых аэродромов Антарктиды ВСН37-76. Л., 1976). Эта методика предполагает строительство аэродрома как минимум в течение двух лет с обязательным использованием не менее одного летнего сезона, когда температура снежной поверхности приближается к температуре фазового перехода, что значительно облегчает уплотнение снега. В нашем случае ставилась задача строительства аэродрома за полгода, причем в зимний период. Решение о строительстве было принято в конце февраля 2022 года, а начать полеты на станцию Прогресс было необходимо не позднее начала ноября того же года.

Самым простым и эффективным способом строительства аэродрома на глубоком снегу для самолетов на колесном шасси является метод послойного уплотнения снежных слоев до необходимой прочности. Основной вновь разработанной методики строительства аэродрома на глубоком холодном снегу послужили работы, проведенные на станции Восток в ходе летних полевых сезонов 2006–2008 годов. В эти годы были проведены штамповые испытания снежного покрова на предмет возможности уплотнения холодного снега до твердости 1 МПа и более, необходимой, чтобы выдержать нагрузку от колес шасси тяжелых самолетов. В частности, в результате проведенных исследований была получена зависимость плотности образующегося снега от оказанного на снежный покров воздействия штампа с различным давлением для различных исходных характеристик снега при температуре около -30°C . Так, при достижении в снежном материале плотности 600 кг/м^3 его твердость может превышать 1 МПа.

Также при проведении экспериментов по уплотнению снега на станции Восток была обнаружена принципиально важная зависимость изменения прочности уплотненного снега от времени после проведенного уплотнения. Сразу после уплотнения и одновременного увеличения плотности прочность уплотненного снега может даже уменьшиться по сравнению с исходной, что связано с разрывом связей между гранулами и кристаллами снега. Но под воздействием механизма диффузионного спекания кристаллов и гранул снега его прочность возрастает и через некоторое время достигает своего нового значения, значительно превышающего исходное.

Разработанная в последние годы в Российской антарктической экспедиции методика уплотнения холодного снега позволила эффективно и быстро создавать



Уплотнение снежного слоя с помощью уплотняющей платформы

снежные покрытия значительной толщины и прочностью свыше 1 МПа. Одним из результатов применения этой методики было сконструированное и изготовленное устройство для уплотнения холодного снега, используемое для уплотнения снежных слоев покрытия аэродрома. На данное уплотняющее устройство в ААНИИ был получен патент на изобретение. Это устройство, получившее название «уплотняющая платформа» было одним из основных при строительстве ПП «Зенит».

Контроль качества создаваемого покрытия

Оперативный контроль прочностных свойств создаваемого покрытия осуществлялся с помощью пенетromетра с энергией разрушения 8,5 Дж. Подробные характеристики этого прибора представлены в вышеуказанной работе (ВСН37-76, 1976 г.). Твердость созданного верхнего 30-сантиметрового слоя снежного покрытия составила от 1 до 1,5 МПа. По образцам, полученным из взятых из созданного покрытия кернов, на механическом прессе была измерена прочность на одноосное сжатие снежного покрытия, которая показала схожие с твердостью результаты.

Дополнительно, для оперативного контроля качества покрытия на конечном этапе его формирования, использовалась тестовая тележка с нагрузкой на колесо и характеристиками колес, схожими с колесами шасси самолета. В качестве такой тележки использовалась тягловая машина-кран.

Вес машины с дополнительным балластным грузом был доведен до 60 т, а давление в колесах до 0,8 МПа.

Оценка необходимой толщины снежной плиты покрытия

Был проведен теоретический расчет толщины снежной плиты покрытия, достаточной, чтобы выдер-

Автомобиль-кран, используемый в качестве тестовой тележки для проверки прочности покрытия аэродрома



жать нагрузку от колеса шасси самолета с давлением на поверхность до 1 МПа. Достаточной в нашем случае является толщина плиты в 1 м.

Для предотвращения внедрения колеса в снежную плиту достаточно, чтобы твердость поверхности плиты покрытия была выше давления, оказываемого на нее колесом. То есть твердость верхнего слоя плиты должна быть не менее 0,9 МПа. Похожий результат был получен при проектировании снежной ВПП на станции Молодежная в 1976 году. В этой работе представлена минимально допустимая прочность на одноосное сжатие покрытия снежной ВПП для эпизодической эксплуатации Ил-76. Вся снежная плита покрытия толщиной не менее 1 м должна опираться на естественный снежный покров прочностью на сжатие не менее 0,15 МПа.

Несущая способность снежной плиты покрытия аэродрома

Помимо оценки необходимой прочности и толщины снежной плиты покрытия аэродрома, чтобы выдержать нагрузку от колес шасси самолета, плита должна выдерживать нагрузку от веса всего самолета в целом. Несущая способность снежной плиты рассчитывалась как оценка максимального допустимого веса самолета при заданной геометрии распределения колес его шасси. Основной вес Ил-76 сосредоточен на двух задних группах колес шасси, в каждой из которых по 8 колес. Общее пятно касания колес шасси, на котором сосредоточен практически весь вес самолета, имеет размеры 8,0 × 3,2 метра.

С учетом того, что вся снежная плита опирается на естественный снежный покров прочностью на одноосное сжатие не менее 0,15 МПа, расчеты показали, что наше покрытие ПП «Зенит» может гарантированно выдержать самолет весом до 375 т с геометрией шасси, сходной с Ил-76. Учитывая, что реальный вес Ил-76 составляет 150 т, имеется более чем двукратный запас прочности несущей способности подготовленной снежной плиты покрытия.

Проверка безопасности созданного покрытия аэродрома

Одной из основных угроз для любого инженерного сооружения на леднике является возможность образования трещин вблизи поверхности, на которой это сооружение построено. Не исключение и аэродром, расположенный на леднике. Основным методом проверки наличия трещин или пустот внутри него являлся георадарный контроль.

Следует заметить, что образование трещин внутри ледника, расположенного в береговой зоне антарктического континента, является обычным делом. Это связано с тем, что разные части ледника двигаются с различной скоростью. В теле ледника возникают напряжения. Если они превышают критические значения, то происходит формирование трещин. Перед приемом самолета в проверку готовности аэродрома, помимо контроля физико-механических характеристик покрытия, также входит георадарный контроль наличия поверхностных трещин. В случае выявления возможного их наличия в ходе анализа временных георадарных разрезов в этом пункте производится проверочное бурение для выяснения реальных размеров этих объектов. Для дальнейшей эксплуатации аэродрома очень важно было оценить, насколько обнаруженный внутри ледника объект в виде трещины или пустоты угрожает проведению авиационных операций.



Выравнивание (а) и фрезеровка (б) поверхности ПП «Зенит»

Для этого была рассчитана несущая способность снежной плиты покрытия при наличии под ней трещины или пустоты заданного размера. При расчетах учитывалась максимальная нагрузка на колесо шасси самолета, а также геометрия распределения колес шасси. В расчетах принималась твердость снежного материала, из которого состоит плита, не менее 0,9 МПа, а толщина плиты не менее 1 м. По стандартной методике расчетов из теории сопротивления материалов были получены максимально допустимые ширина трещины или размер пустоты под плитой покрытия порядка 1 м. Этих значений и придерживались при контроле состояния покрытия ПП «Зенит» перед приемом самолетов.

Подготовка поверхности ПП перед приемом самолета

За период с марта по август 2022 года была полностью сформирована снежная плита покрытия аэродрома (ВПП и перрон) общей площадью 350 тыс. кв. м и толщиной от 100 до 120 см.

Поверхность плиты была выровнена с помощью струга.

После чего на ее поверхности с помощью фрезы РВ300 был создан слой ледяной крошки до 4 см толщиной, что увеличило коэффициент сцепления колес шасси самолета с поверхностью до 50 %.

ПП «Зенит» была оснащена метеорологическим и радиооборудованием. Радиопривод и искусственное освещение на ПП «Зенит» не предусмотрены, поэтому проведение авиационных операций возможно только в дневное время при хорошей видимости. Ориентировочное время, пригодное для эксплуатации ПП в течение года для самолетов на колесном шасси, — с начала октября до конца декабря и с начала февраля до конца апреля. Эти даты существенно зависят от погодных условий текущего года.

Первый рейс Ил-76ТД-90ВД

Седьмого ноября 2022 года на вновь созданную посадочную площадку станции Прогресс был принят первый борт самолета Ил-76ТД-90ВД компании «Волга-Днепр».

Посадка самолета прошла в штатном режиме. Глубина колеи от колес шасси самолета после посадки не превысила 3 см.

В летний период 2022/23 года всего было совершено 4 полета Ил-76ТД-90ВД, после чего ПП «Зенит» была закрыта для полетов до следующего сезона. В начале следующего сезона, в конце октября 2023 года после тщательной подготовки и проверки полеты Ил-76ТД-90ВД из Кейптауна в Антарктиду на ПП «Зенит» были возобновлены. Проведенная проверка состояния ПП «Зенит» показала, что твердость снежного материала за зимний период возросла почти на 20 %, что соответствует полученным ранее результатам об увеличении прочностных свойств уплотненного снега со временем. За один перелет Ил-76 из Кейптауна на ПП «Зенит» и обратно иногда перевозилось до 90 человек сотрудников, так или иначе участвующих в строительстве НЗК Восток. Кроме того, в феврале 2024 года на Ил-76 был осуществлен санитарный рейс Кейптаун — ПП «Зенит» — Кейптаун по спасению больного сотрудника станции Бхарати индийской антарктической экспедиции, которая расположена в 10 км от станции Прогресс. Всего в сезон 2023/24 года было совершено 7 полетов Ил-76. Наличие ПП «Зенит» позволило значительно ускорить процесс строительства НЗК Восток.

На сегодняшний день посадочная площадка «Зенит» — единственная в Антарктиде, расположенная на леднике, на глубоком снегу с толщиной снежного покрова на поверхности льда свыше 5 м, пригодная для работы на ней тяжелой авиации на колесном шасси.

*С.П. Поляков, П.И. Лунёв (РАЭ, АНИИ).
Фото С.П. Полякова*

Первое приземление Ил-76ТД-90ВД на посадочную площадку «Зенит». 7 ноября 2022 года

