

А.В. КОПТЮГ, Й. ОСТРЕМ, Л.Г. АНАНЬЕВ

КАК СДЕЛАТЬ ИДЕАЛЬНЫЙ СНЕГ



Каждая снежинка казалась куда больше, чем была на самом деле... И какая точность! Ни единой неправильной линии! Ах, если бы они только не таяли!

*Ганс Христиан Андерсен.
Снежная Королева*

КОПТЮГ Андрей Валентинович — кандидат физико-математических наук, выпускник Новосибирского государственного университета. Доцент факультета информационных технологий Университета Центральной Швеции (г. Эстерзунд)

АНАНЬЕВ Леонид Григорьевич — директор шведско-российской компании «СвеРусс Консульт» (SveRuss Konsult), г. Эстерзунд
ОСТРЕМ Йохан — инженер, директор компании «АРЕКО Сноусистем» (ARECO Snowsystem), г. Эстерзунд





Начало ноября 2005 г. Стадион в Эстерзунде (Швеция) готовится к проведению очередного этапа Кубка Мира по лыжам. Два последних года соревнования переносились из-за отсутствия снега

СТО ИМЕН ДЛЯ СНЕГА

Когда читатель этой статьи узнает, что ее авторы живут и работают в Центральной Швеции — около 500 км к северу от Стокгольма, что примерно соответствует широте Кандалакши, — у него может возникнуть законное недоумение. «На Северный полюс — и со своим снегом?» — спросит он, памятуя о знакомой с детства Снежной королеве. Кому недостаточно зимой метрового слоя снега? Ответ на вопрос прост: «смотря кому и смотря для чего...». Если вы с утра откапываете свою машину после ночного снегопада — третьего за неделю, — то и пяти сантиметров снега будет более чем достаточно! А представьте, что вы прождали до января, чтобы опробовать свое новое горнолыжное снаряжение. И наконец-то собрались выбраться на любимую гору... И как раз в это время ударили морозы, а потом столбик термометра продержался ниже минус 25°C до середины апреля, после чего снег ударными темпами стаял за неделю... Что вы скажете в этом случае?! Неудивительно поэтому, что находятся люди, которые согласны платить за то, что обычно падает с неба «задаром». Как, соответственно, существуют и те, кто этот искусственный снег производит. Многие горнолыжные курорты, в том числе в России и Швеции, благодаря использованию специальных «оснеживающих» систем продлевают горнолыжный сезон аж на четыре месяца (на два — в начале зимы и на два — весной). К тому же нужно заметить, что в это время погода наиболее мягкая и благоприятная, то есть идеально подходящая для прекрасного семейного отдыха.

Говорят, в языках Северной Скандинавии существует сотня слов, обозначающих снег, что вовсе не удивительно. Ибо этого «добра» зимой здесь бывает предостаточно, да и сама структура снега очень переменчива и зависит от температуры и влажности воздуха. Любители лыж хорошо знают, что снег может быть «жестким», «мягким», сырым и т. д. Иногда лыжи бегут «сами», а буквально на следующий день нужно прикладывать усилия даже для того, чтобы съехать под горку. На современных лыжных соревнованиях судьбу медалей иногда решают десятые доли секунды. А в горнолыжном спорте счет идет уже на сотые и тысячные! И вот после того, как мы год, а то и два с нетерпением ждем международных соревнований, загоня покупая билеты и заказываем гостиницу, организаторы в последний момент вдруг все отменяют. Поскольку Небо не «послало» в нужное место столь необходимого снега, который вместо этого опять весь выпал около вашего гаража...

Согласно данным, полученным участниками Шведского регионального проекта моделирования климата (SWECLIM), к 2100 году среднегодовая температура в Швеции повысится на 3,8°C. По расчетам, потепление в Северной Европе будет более значительным, чем в остальных регионах, что может принести любителям зимних видов спорта большие разочарования. Ожидаемое также увеличение годовой нормы осадков произойдет скорее всего за счет летних и в особенности осенних дождей. Вместе с ростом среднезимних температур это приведет к уменьшению снежного покрова и более

позднему открытию лыжного сезона. Причем проблемы со снегом характерны не только для Скандинавии. Например, на горнолыжных курортах Восточной Сибири открытие лыжного сезона в 2003 году состоялось лишь в канун Нового года, а зимой 1998/99 г. — только 3 января!

Таким образом, «искусственный» снег в лыжном спорте олицетворяет стабильность и качество. Снегогенераторные системы используются тогда, когда необходим контроль над ситуацией: чтобы снег лежал там, где нужно, тогда, когда нужно, и такой, какой нужен. Следует отметить, что применение снегогенераторных систем выходит за спортивные рамки. «Искусственный» снег может использоваться при проверке противообледенительных систем самолетов, при тестировании зимних автопокрышек и даже для защиты молодых лесопосадок от морозов.

СДЕЛАТЬ СНЕГ — ЛЕГКО?

Большинство уверено, что «сделать» снег проще простого — были бы вода и мороз. Но это лишь кажущаяся простота. Мы предлагаем тем, кто живет в холодном климате, простой и безопасный эксперимент. Возьмите распылитель воды, который обычно используется для увлажнения комнатных растений или при глажении белья. Наполните его холодной водой из водопроводного крана, выйдите на улицу в холодный (холоднее, чем минус 10°C) день и начните разбрызгивать воду повыше в воздух. Как вы думаете, что у вас получится? Большие и пушистые снежинки? Ничего подобного — маленькие блестящие... льдинки.

Почему же зимой с неба падают именно снежинки? «Секрет их производства», спрятанный высоко в облаках, заключается в постепен-

ном нарастании микрокристаллов льда на так называемый начальный «центр конденсации» при определенных условиях. Если условия будут неподходящие, вместо снежинок выпадут твердые ледяные шарики (летний град) или то, что в России называется «крупа», то есть сравнительно плотный, гранулированный снег, характерный для поздней осени.

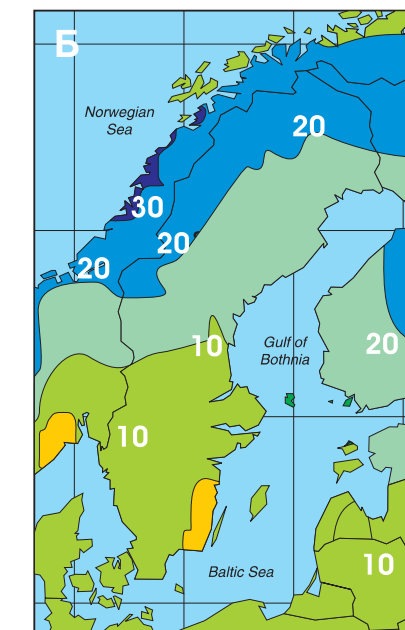
Что же необходимо для успешного «снегоделания»? Очевидно, вода определенной температуры, «разбрызганная» определенным образом, холодный воздух... Еще — какое-то природное «волшебство» или, по крайней мере, сложное техническое оборудование. И только тогда мы со всей уверенностью сможем возвестить: да будет Снег! И он — будет!

ЗАГЛЯНЕМ В ДУЛО «СНЕЖНОЙ ПУШКИ»

А теперь — для тех любознательных, кто не убоится некоторых технических подробностей. Снегогенераторные машины, используемые в наше время, можно поделить на два основных типа: вентиляторные (обычно называемые «снежными пушками») и мачтовые. В России наиболее распространены генераторы первого типа. Главным узлом этих устройств, как следует из названия, является вентилятор большой мощности, создающий непрерывный поток воздуха, в который затем впрыскиваются капельки воды.



3 4 5°C



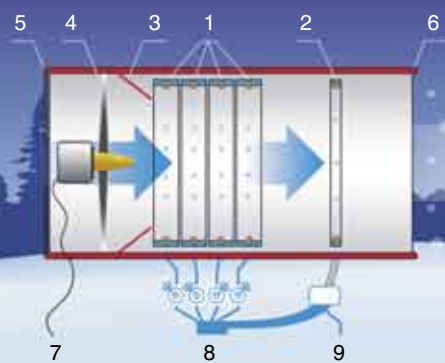
0 10 20 30%

В Северной Европе за период 1990—2100 гг. ожидаются значительные изменения климата, обусловленные повышением среднезимних температур (А) и годовой нормы осадков (Б). Рис. с сайта Шведского Агентства по защите окружающей среды (<http://www.internat.naturvardsverket.se>)



Производство «искусственного» снега уже более 50 лет. Первые экспериментальные установки были созданы в 1950—60-х гг. в странах, где горнолыжный спорт пользовался популярностью. Патенты на способы создания снега были поданы в 1968 г. На фото — инженер Ф. Якоб проверяет снегогенератор (середина 1960-х). Фотография предоставлена компанией SUFAG, входящей в объединение Snownet Group

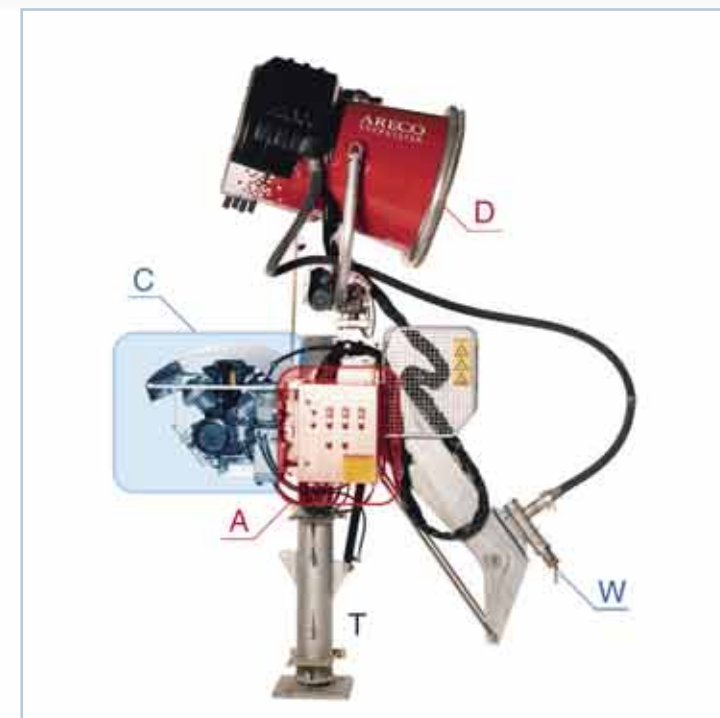
Снежные пушки на склонах горнолыжного курорта Бидален



Вентиляторные «снежные пушки» могут устанавливаться и на самоходном гусеничном шасси

В вентиляторных «снежных пушках» мощный вентилятор (4) создает непрерывный поток воздуха, который движется через основные (1) и нуклеационные (2) кольца с форсунками. В первые кольца под давлением подается вода, во вторые — водно-воздушная смесь. Через форсунки основных колец в воздушный поток впрыскиваются мельчайшие водяные капли. Форсунки нуклеационного кольца создают центры конденсации, необходимые для образования и роста снега.

Между вентилятором и кольцами находятся пластинки-лопасти (3), которые способствуют лучшему перемешиванию компонентов смеси вода-воздух. Во многих «снежных пушках» используется несколько основных колец, каждое — с отдельным водяным вентилятором. Благодаря этому можно регулировать производительность снегогенератора. Основные узлы заключены в металлический кожух (6) с защитной сеткой (5) на входе системы. В снегогенераторе также имеются устройства подачи электроэнергии (7), воды под высоким давлением (9) и сжатого воздуха (8)



В «снежных пушках» кожух снегогенератора (D), система автоматизации (A) и компрессор (C) монтируются либо на колесном шасси, либо на прочной «ноге» (T). Вода подается по шлангу со специальным разъемом для быстрого подключения (W). Управляющие сигналы подаются от центральной компьютерной системы через отдельный «сигнальный кабель» или по радио



У «снежной мачты» генерирующие снег элементы подняты над землей на высоту до 10 м. Благодаря этому вся распыленная вода успевает полностью конденсироваться в виде снега, пока последний под своим весом падает на землю



Снежный «дизайнер» инженер Л. Вярмефорш из ARECO Supersnow настраивает узлы автоматизации оснеживания

Смесь, изверженная генератором, должна провести некоторое время в воздухе, прежде чем в виде хорошо сформированного снега упадет на землю. «Снежной пушке» сложно набрасывать снег «прямо под ноги», поскольку наилучший снег получается на расстоянии примерно 10–20 м от установки. Это проще делать с помощью специальных снежных мачт, которые к тому же дешевле вентиляторных пушек.

Все современные снегогенераторы снабжаются системами автоматики разной сложности (от систем защиты от перегрузок до систем полного контроля за управлением).

ДЕЛАТЬ СНЕГ — ЭТО ИСКУССТВО!

Современная система оснеживания не ограничивается только генераторами снега, расставленными вдоль горнолыжного склона или лыжни. Очевидно, что необходимо еще проложить трубы для подвода воды и электрокабель. Трубы при этом не должны

промерзнуть даже в самый сильный мороз, поэтому они обычно вкапываются в землю (в Сибири и Центральной Швеции — на глубину не менее 50–70 см). Через определенные интервалы нужно организовать «точки подключения» снегогенераторов, включающие электрический разъем и устройство подачи воды («гидрант»).

Не нужно забывать, что даже «простой» горнолыжный склон может иметь длину более километра и перепад высот в 400–500 м. На подобном склоне потребуются расположить около десяти «точек подключения», а у подножия — водяной насос высокого давления (до 40 атмосфер) высокой производительности. Чтобы набросать достаточное количество (обычно 10–20 см) «искусственного» снега на километровый склон, 4–5 «снежных пушек» (каждая из которых потребляет до 500 л воды в минуту, что соответствует примерно одной средней ванне воды за 15 секунд), должны работать непрерывно в течение 5–7 суток. В целом производительность современных снегогенераторов потрясающая — они способны производить до 100 м³ снега в час! «Снежные пушки» с гидравлическим поворотным устройством способны покрывать снегом до 1000 м² поверхности каждая.

Оснеживание беговой лыжни отнюдь не проще. Тут, конечно, нет таких перепадов высот, как на горнолыжных склонах или трамплинах, зато длина трасс исчисляется уже десятками километров. Прокладывание столь длинных трубопроводов достаточно дорого. Именно поэтому одним из распространенных решений является установка «снежных пушек» и цистерн с водой на самоходное шасси, колесное или гусеничное. В этом случае оснеживание любой площади — только вопрос времени.

Как проверить, насколько хорош свежизготовленный снег? Специалисты говорят, что снег для горнолыжного склона должен иметь плотность от 400 до 500 кг на м³, то есть быть в 2–2,5 раза легче льда или воды.

Измерение плотности сводится к измерению веса кусочка «снежного пирога» определенного размера, аккуратно вырезанного со склона. Есть, правда, способ и попроще. Внимательные лыжники могли заметить, что специалисты по оснеживанию (главные «снегоде-

лы») обычно одеты в черные куртки из особого материала. Это не просто униформа, а своего рода «инструмент» для проверки качества снега. Для этого «снегодел» подходит к работающей «пушке» и подставляет руку под снежный поток на расстоянии около 15 м от выходного среза. Через 15–20 с (точные цифры — производственный секрет!) специалист отходит в сторону и стряхивает снег с рукава, болтая рукой. После чего проверяет, что же налипло на ткань. Если весь снег стряхнулся, он слишком сухой. Если весь остался — слишком влажный. Нужное качество лежит где-то посередине. И как раз здесь-то и начинается искусство «снегоделания».

РЕЦЕПТ ХОРОШЕГО СНЕГА

У современных снегогенераторов есть достаточное число «степеней свободы» для подстройки и обеспечения хорошего качества снега

при любой, достаточно низкой, температуре воздуха. А что делать, если внешние условия (температура воздуха, влажность) быстро меняются? Понятно, что в таком случае необходимо постоянно корректировать «настройку» генератора, чтобы качество производимого снега не снижалось. К счастью, благодаря автоматизации оператору не требуется бегать вверх-вниз по склону, чтобы перенастроить систему. Причем автоматическая настройка может осуществляться как на уровне отдельного снегогенератора, так и на уровне всей системы оснеживания в целом. Сложные системы автоматики, которые включают в себя микропроцессоры и стационарные компьютеры, а также «погодные станции» могут работать без особого вмешательства человека неделями и месяцами.

Если использовать ресторанную аналогию, рецепт хорошего «снегоделания» с использованием автоматизированной системы скорее напоминает инструкцию по эксплуатации какой-нибудь современной хлебопечки: «заложить

После генерации снег должен «отлежаться» несколько дней («созреть», как созревает молодое вино). Затем наступает очередь специальных снежных машин, которые разравнивают снег, уплотняют или размягчают его поверхность. На фото — снежная машина «Formatic G11» фирмы Hydrolink OY на склонах горнолыжного курорта в Оре



муку, дрожжи, залить воду, нажать кнопку и ждать звонка — готово!» Конечно же ни один уважающий себя шеф-повар не позволит себе ничего подобного: все будет сделано традиционно, в «ручном режиме», с поправкой «на нюх и на взгляд». Так же и хороший «снегодел», у которого за плечами долгие годы работы,

будет регулировать систему с учетом множества только ему ведомых факторов: было ли сегодня «гало» вокруг солнца, как вчера хрустел снег, какого цвета был закат, и Бог знает чего еще... Однако как хорошего повара, так и умелого «снегодела» найти нелегко, да и платить им надо астрономические суммы. Компьютерная автома-

тика обходится дешевле, с ней легче управляться, и она не спорит, если приходится работать сверхурочно.

Кстати, на международных соревнованиях, где тусуются «сливки» спортивного бомонда, снег готовят как раз не уникальные специалисты. Современные спортивные состязания требуют, по возможности, стандартного

инвентаря и стандартных условий проведения, чтобы обеспечить равноправие для всех участников. Поэтому все чаще организаторы соревнований обращаются к автоматизированным системам оснеживания даже при достаточном количестве природного снега, стандартизировать который весьма сложно.



Сибирский горный «курорт» в Междуреченске, где расположен Центр зимних видов спорта, тоже может испытывать дефицит снега. На панорамном фото — вид с горы Югус



В заключение мы хотим пожелать читателям хорошего снега — на настоящий и все будущие лыжные сезоны! Мы также хотим пожелать тем, кто еще не приобщился к горнолыжной «забаве», хоть раз попробовать. Ведь сегодняшние возможности для горнолыжных энтузиастов всех возрастов и любой квалификации просто неисчерпаемы! Помимо очевидной пользы для здоровья — поскольку вы проводите время на чистом

*воздухе, борясь с последствиями гиподинамии, — занятия лыжным спортом доставляют огромное удовольствие! Ну а когда вы снова окажетесь на своем любимом склоне, вы сможете со знанием дела рассказать друзьям о том, сколько усилий и знаний скрывается за кажущимся таким простым и привычным «идеальным» снегом.
ХОРОШЕГО ВАМ СНЕГА!*

В публикации использованы фотографии А. Коптюга и фотографии, предоставленные «АРЕКО Сноусистем»