

УДК 796.926

**Обоснование основных технических характеристик транспортной системы
всесезонного горнолыжного комплекса с криволинейными трассами**

А. В. Кузнецов

Студент, кафедра «Подъемно-транспортные системы»

МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Россия

*Научный руководитель: Гнездилов С. Г., к. т. н., ассистент кафедры
«Подъемно–транспортные системы» МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Россия*

МГТУ им. Н. Э. Баумана

schmidtalexey@gmail.com

Для развития горнолыжного спорта и возможности проведения соревнований круглогодично при любых погодных условиях применяются всесезонные горнолыжные комплексы (ВГК). В существующих решениях ВГК горнолыжная трасса линейна и имеет постоянный угол наклона. Подъем пользователей производится с применением канатных дорог.

В мире эксплуатируется около 30 ВГК [1], один из которых построен в Красногорске. Основа комплекса – металлические конструкции из высокопрочной низколегированной стали. Трассы комплекса рассчитаны на 600 человек. Площадь снежного склона длиной 400 и шириной 60 м приблизительно равна 24000 м² при перепаде высот – 68 м. Снежный покров трассы толщиной 1 м обеспечивается тремя холодильными машинами, которые ежедневно вырабатывают по 30 тонн снега каждая. В существующих ВГК угол наклона трассы, как правило, составляет 10–12⁰.

В настоящей работе в рамках дипломного проектирования предлагается ВГК с двумя трассами, имеющими форму «восьмерок» и колец (Рис. 1), прототипом которого является решение, представленное в патенте США [2].

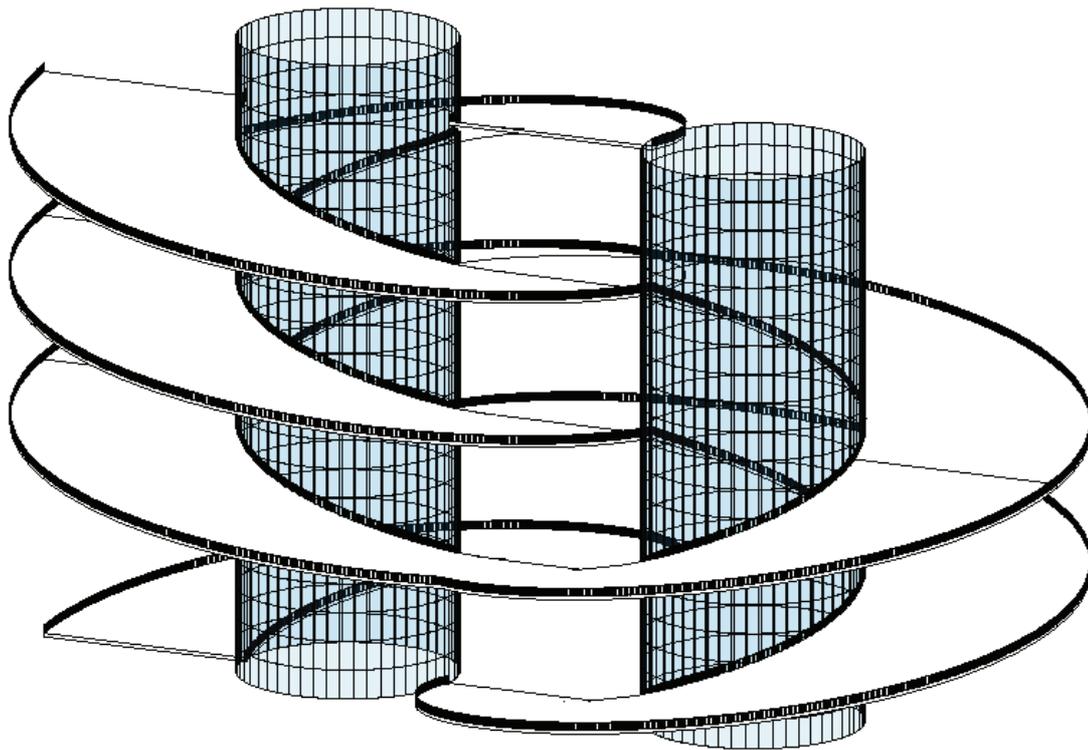


Рис. 1. Схема ВГК с криволинейными трассами

Трассы огибают пространства цилиндрической формы, предназначенные для размещения автомобильных парковок, ресторанов, магазинов и отделов для проката горнолыжного снаряжения. Высота трассы составляет 80 м, её ширина – 30 м. В зависимости от выбранной траектории спуска её радиус меняется от 15 м до 45 м, длина от 205 м до 571 м, угол наклона от 23° до 8° . Так, в процессе спуска, пользователь по желанию может выбирать и менять сложность траектории.

Угол наклона трассы, ее длина и ширина выбраны исходя из условий комфортной эксплуатации на основе имеющегося опыта. С учетом этих данных получена высота и площадь трассы. Также при выборе геометрических характеристик трасс следует учитывать описанные ниже ограничения. Максимальный радиус поворота трассы ограничивается размерами имеющейся площади под проектируемый ВГК, а минимальный – условиями видимости для безопасного спуска по трассе и условиями комфортного катания. Минимальная высота потолка должна удовлетворять условиям видимости и минимального объема помещения, необходимого для обеспечения требуемого температурного режима. Вдоль трассы угол ее наклона может меняться: например, в начале спуска он принимает наибольшее значение с тем, чтобы пользователи могли быстрее разогнаться. В местах соединения и разъединения ветвей трассы угол ее наклона уменьшается для облегчения совершения пользователями требуемых маневров. Также в

зависимости от локальных условий спуска возможны различные углы наклона к горизонту прямых, касательных к кривой, образующей спиральную поверхность трассы.

Естественные горнолыжные спуски имеют ряд преимуществ перед спусками ВГК: панорамный вид наверху трассы, поверхность из естественного снега обладает лучшими характеристиками для катания, протяженность трасс в горах измеряется в километрах, трассы имеют нелинейную траекторию с изменяющимся углом наклона, а также существует выбор между трассами, предназначенными для пользователей с различными навыками катания. Геометрия трасс предлагаемого ВГК по сравнению с существующими решениями в большей степени соответствуют естественным горнолыжным спускам. В то же время в предлагаемом ВГК обеспечиваются стабильные климатические условия, доступность для пользователей, проживающих далеко от горнолыжных курортов, более безопасное катание.

По сравнению с существующими ВГК площадь застройки под предлагаемое решение на 50% меньше при той же площади трассы, а благодаря своей компактности, предлагаемый ВГК имеет меньшую площадь контакта помещений, требующих охлаждения или отопления, с окружающей средой и солнечными лучами.

Подъем посетителей с нижней точки трассы в верхнюю осуществляет система лифтов. Количество лифтов выбирается исходя из требуемой производительности системы. Вместимость кабин лифтов ограничивается условиями обеспечения равномерного потока пользователей по трассе и соблюдения безопасной дистанции между ними. Кабины лифта имеют панорамное исполнение, что обеспечивает пассажирам особые возможности для обзора. При стандартном исполнении кабины лифта пользователям необходимо снимать горнолыжное оборудование перед входом в лифт и во время подъема держать его в руках в вертикальном положении или на специально предусмотренных подставках. Для транспортировки пользователей, снаряженных в горнолыжное оборудование, необходимо изменение конструкции кабины: увеличение горизонтальных габаритов, а также размещение входа и выхода из кабины с противоположных сторон.

Транспортная система состоит из лифтов, предназначенных для подъема пользователей из нижней точки трассы в верхнюю и лифтов для транспортирования посетителей ВГК между этажами здания. В первом случае вход в лифты располагается со стороны трасс, остановка кабины лифта производится только в нижней и верхней точке трассы, во втором случае вход в лифты располагается внутри здания, огибаемого трассами. Далее в статье рассматривается система лифтов, предназначенная для подъема пользователей из нижней точки трассы в верхнюю.

По сравнению с канатной дорогой применение лифтов в ВГК имеет следующие преимущества:

- затраты на электроэнергию ниже;
- продолжительность подъема в 2,5 раза меньше;
- в системе лифтов выход одного из строя не блокирует работу ВГК.

Для обеспечения рационального транспортирования пользователей с нижней точки трассы в верхнюю необходимо решить две задачи: определить требуемое количество лифтов, а также места их размещения.

Для решения сформулированных задач рассмотрим схему размещения лифтов, которая представлена на рис. 2. Для уменьшения времени, которое пользователи будут затрачивать на путь от конца трассы в ее начало, суммарный путь от окончания трассы до входа в лифт и от выхода из лифта до начала трассы должны быть минимальным. Поэтому лифты следует размещать вблизи от верхней и нижней точек трассы так, как показано на рис. 2.

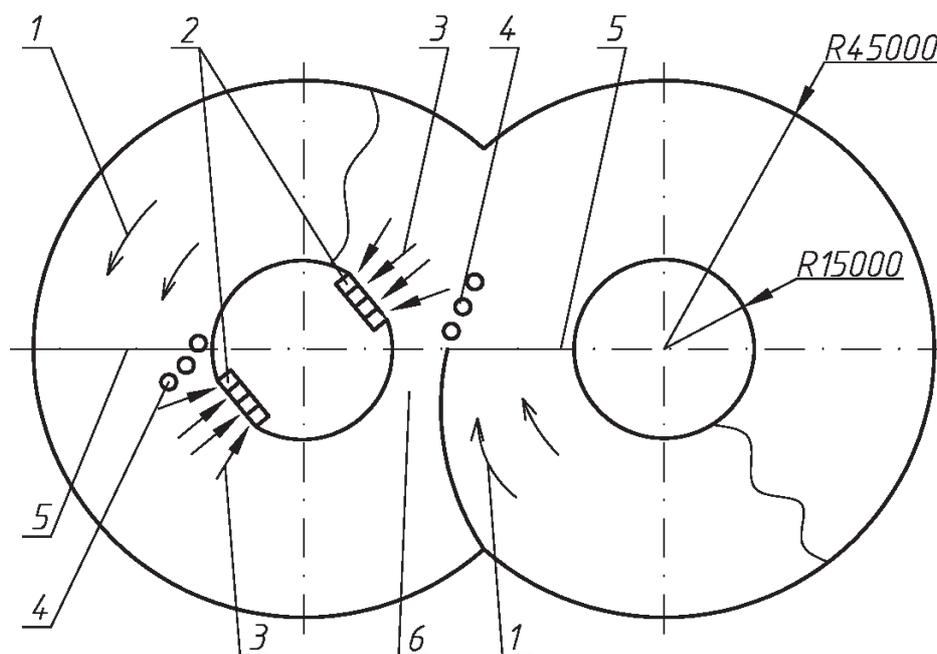


Рис. 2. Схема плана нижнего уровня ВГК: 1 – направление спуска пользователей, 2 – система лифтов, 3 – направление посадки в лифты, 4 – ограждения, 5 – линия начала и окончания трассы, 6 – зона перехода между местами посадок на различные трассы

Перед входами в лифты должна предусматриваться ровная горизонтальная площадка для размещения посетителей, ожидающих лифт. Для предотвращения столкновения пользователей, спускающихся по трассе с пользователями, ожидающими

лифт, необходимо предусмотреть расстояние для безопасной остановки посетителей после спуска по трассе и защитные ограждения перед входом в лифт. Лифты должны располагаться недалеко друг от друга так, чтобы посетители равномерно распределялись по всем лифтам транспортной системы. При применении рассмотренной выше измененной конструкции кабины лифта вход в нее целесообразно располагать с внутренней стороны цилиндрического пространства.

Производительность системы лифтов не должна существенно превышать пропускную способность трассы, которая в свою очередь должна рассчитываться исходя из ее площади. В известных решениях ВГК пропускная способность трассы составляет 3000 чел./час при площади трассы равной 24000 м² [3]. Площадь каждой трассы предлагаемого решения ВГК составляет около 11550 м². Соответствующая этой площади пропускная способность составляет 1444 чел./час.

В соответствии с рекомендациями [4] продолжительность одного рабочего цикла кабины лифта определяется по следующей формуле:

$$t_{\text{цикл}} = t_{\text{пос}} + t_{\text{под}} + t_{\text{выс}} + t_{\text{оп}} + t_o,$$

где $t_{\text{пос}} = t_{\text{выс}} = E \cdot t_1 = 10 \cdot 1,2 = 12$ с – время посадки и высадки пассажиров соответственно, t_1 – время посадки одного пассажира, E – вместимость одной кабины;

$t_{\text{под}} = t_{\text{оп}} = H/V = 80/3 = 26,7$ с – время подъема и опускания кабины соответственно;

$t_o = 14$ с – затраты времени на ускорение, замедление и пуск лифта, на открытие и закрытие дверей кабины при скорости 3 м/с.

Продолжительность рабочего цикла кабины составит

$$t_{\text{цикл}} = 12 + 26,7 + 12 + 26,7 + 14 = 91,4 \text{ с.}$$

В результате производительность P лифта будет следующей

$$P = \frac{E \cdot 3600}{t_{\text{цикл}}} = \frac{10 \cdot 3600}{91,4} = 394 \text{ чел./час.}$$

Следовательно, для обеспечения оптимальной загруженности трассы необходимо установить 4 лифта с тем, чтобы поток пользователей по трассе составил 1576 чел./час.

Для предложенного всесезонного горнолыжного комплекса обосновано рациональное размещение лифтов, рассчитана требуемая производительность системы лифтов, количество лифтов и вместимость их кабин.

Список литературы

1. Всесезонный горнолыжный комплекс // Инженерия безопасности, системы жизнеобеспечения зданий и сооружений URL: http://www.ises.ru/case_studies/sports-arena.php (дата обращения: 13.03.2013).
2. Indoor ski slope and apparatus for making snow thereon: Патент № 4790531 (US) / Matsui Nobuyuki, Yokota Shinichi, Otsuka Kazuo и др. Заявл. 18.11.86; опубл. 13.12.88.
3. Склон // Всесезонный горнолыжный комплекс «Снеж.ком» URL: <http://www.snej.com/Sklon> (дата обращения: 13.03.2013).
4. Лифты. Учебник для вузов / Под общей ред. Д. П. Волкова. М.: Изд-во АСВ, 1999. 480 с.