

# ПОЧЕМУ СКОЛЬЗЯТ КОНЬКИ ПО ЛЬДУ?



# АННОТАЦИЯ:

- Мне нравится кататься на коньках. Катание на коньках придает мне бодрости и отличного настроения. Кроме этого, этот вид спорта способствует закаливанию организма и поддержанию хорошей физической формы.
- Меня заинтересовал вопрос: Почему коньки скользят по льду?
- Вначале мы обратились к истории возникновения коньков, чтобы узнать происхождение слова “конек”, кто и когда их изобрел, какими были первые коньки. Узнала легенду о русском царе Петре I, который, вернувшись из Голландии, привез в Россию коньки.
- Я проанализировала литературу по теме исследования, подошла к этому вопросу с научной стороны, сделала выводы, ссылаясь на полученные знания и собственные наблюдения.

**Цель исследовательской работы** – исследовать, от чего зависит скольжение коньков по льду и как оно происходит.

**Задачи:**

- 1.** Узнать историю возникновения коньков и катания на них.
- 2.** Узнать о типах коньков и лезвий, свойствах воды.
- 3.** Найти научное объяснение явлению скольжения коньков.

**Методы исследования:**

1. Теоретические

- Изучение научно–популярных изданий;
- Работа с Интернет–ресурсами.

2. Эмпирические:

- Наблюдение
- Сравнение

# ЧТО ТАКОЕ КОНЬКИ?

- Коньки — это спортивный или прогулочный инвентарь, который представляет собой совокупность специализированных ботинок и прикрепляемой к ним системе подвижных или неподвижных лезвий. Используются для передвижения по льду. Ботинки изготавливаются из композитных материалов, кожи или пластика, лезвие — металлическое. У большинства спортивных коньков лезвие является съёмным и заменяемым, в то время как у детских и прогулочных коньков лезвие прикрепляется к ботинку фабричным методом и является несъёмным элементом.
- Катание на коньках — перемещение по льду (или другой сходной поверхности) с помощью коньков. Катание на коньках может быть спортом и отдыхом, а также путешествием с различными целями. В качестве поверхности используются специально подготовленные дорожки, как из льда, так и из полимеров, в крытых помещениях или на открытых пространствах, а также замерзшая поверхность природных водоёмов, таких как озёра, и реки.

ПРЕДСТАВЛЯЮ ВАМ НЕБОЛЬШОЙ ФИЛЬМ О  
ТОМ, КАК ПРОИЗВОДЯТ СОВРЕМЕННЫЕ  
КОНЬКИ:



# ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОНЬКОВ:

- Принято считать, судя по свидетельствам античных историков, что самыми древними конькобежцами были киммерийцы, катавшие на костяных коньках по поверхности замерзшего Днепровского лимана. Движение конька при этом было не только прямым, но и боковым, с проскальзыванием. Костяные коньки использовались несколько веков.
- В технологии изготовления коньков в XIII веке в Голландии и Исландии на смену костям животных пришли деревянные бруски, в которые вставляли металлические заточенные полоски, что можно считать прообразом современных коньков. С начала XVIII века деревянные бруски стали заменять на стальные трубки, позже лезвиями. Только тогда стала доступна современная техника катания.



- Одной из проблем было крепление конька к обуви. В исторических хрониках рассказывается о царе Петре I, который поразил голландцев своим неординарным решением: он привинтил коньки прямо к сапогам и лихо заскользил к верфи, где проходил стажировку. По возвращении в Россию, он приказал наладить производство коньков в Туле. Со смертью Петра увлечение коньками сошло на нет, тем не менее сто лет спустя Пушкин отмечал, «как весело, обув железом острым ноги, скользить по зеркалу стоячих ровных рек».
- Впрочем, «стоячие ровные реки» всё равно создавали конькобежцам неудобства, среди которых наиболее частая — неровность поверхности. В 1842 году лондонец Генри Кирк залил первый каток.



# РАСПРОСТРАНЕНИЕ КАТАНИЯ НА КОНЬКАХ:

- Из Нидерландов катание на коньках стало распространяться по Западной Европе. Вместе с вернувшимся из изгнания будущим королём Яковом II, этот вид развлечения и спорта попал в Великобританию. Любители катания на коньках стали организовываться в клубы, первый из которых появился в Эдинбурге в 1740-е годы (по некоторым сведениям — в 1642 году). Континентальная Европа восприняла катание на коньках как элитарное развлечение, доступное только верхнему классу. В Священной Римской империи коньки популяризовал император Рудольф II, во Франции поддержку катанию оказал король Людовик XVI
- На коньках катались и в Китае, где развлечение было известно в империи Сун и стало ещё более популярным в империи Цин.
- В России катание на коньках распространилось благодаря Петру I, принявшему участие в их изобретении.



# ТИПЫ КОНЬКОВ:

## 1. Коньки для фигурного катания.

Так называемые, «фигурные коньки» — используются в [фигурном катании](#). Отличительная особенность этих коньков — выпуклая форма лезвия и специальные зубцы на переднем конце, которые помогают фигуристам при выполнении сложных элементов.



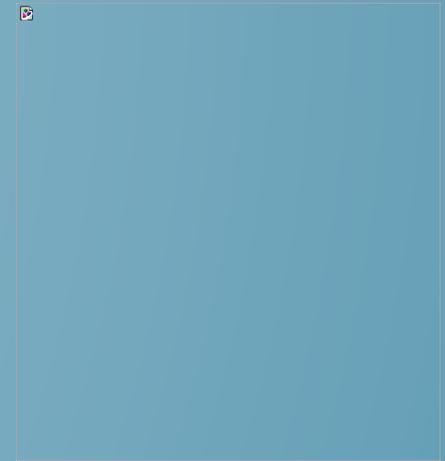
## 2. Хоккейные коньки.

[Хоккейные коньки](#) — коньки для игры в [хоккей с шайбой](#) или в [хоккей с мячом](#). Разделяются на коньки со съёмным лезвием, и литым лезвием. Съёмное лезвие предполагает возможность его замены или соответствующей настройки. Лезвия изготавливаются, как правило, из никелированной или хромированной стали. По длине они совпадают с ботинком. Также разделяются по степени защиты и манёвренности конька по предназначению для игроков или вратарей.



### 3. Прогулочные коньки.

Прогулочные коньки — коньки, которые напоминают фигурные или хоккейные модели. Отличие таких коньков заключается в том, что они более комфортные. Мужские прогулочные коньки похожи на хоккейные, а женские — на фигурные модели. Используются для любительской игры или простого катания.



### 4. Конькобежные коньки (Клапы).

Конькобежные коньки —, «клапы» — представляют из себя низкий ботинок из многослойного углеволокна (карбон) или стекловолокна, отделанный тонкой кожей, к которому крепится съёмная система лезвий с шарниром в передней части и свободной подпружиненной задней частью. Отличаются от остальных видов коньков большей длиной лезвия, большим радиусом скругления лезвия, а самое главное тем, что это единственные коньки с подвижным лезвием. Величина овала лезвия конька (радиус кривизны) составляет около 22 метров. Сейчас применяются только для обучения детей основам движения на коньках, либо в качестве музейных экспонатов.



## 5. Коньки для шорт-трека.

Коньки для шорт-трека — коньки для участия в соревнованиях по шорт-треку, спортивной дисциплине, родственной конькобежному спорту. В отличие от конькобежных коньков («клапов») эти коньки имеют неподвижное, жёстко зафиксированное более короткое лезвие, установленное на ботинок с некоторым смещением в сторону, для более быстрого прохождения поворотов на маленьком круге. Материал самого ботинка у шорт-трековых коньков зачастую идентичен «клапам», но форма сильно отличается и рассчитана на более агрессивное прохождение поворотов. В шорт-треке величина овала лезвия конька составляет около 11 метров, помимо этого у коньков для шорт-трека есть боковая кривизна.



## 6. Прогулочные коньки для туризма.

Прогулочные коньки для туризма — своеобразный гибридный спортивный инвентарь. Представляют из себя широкое сменное лезвие без ботинка с интегрированным в верхнюю часть лезвия креплением под обычный лыжный ботинок (чаще всего стандартный для лыж «SNS Profil»). Таким образом, турист может спокойно путешествовать на лыжах, а при желании снять лыжи и установить на эти же ботинки лезвия коньков и двигаться дальше уже по замёрзшему руслу канала или озеру.



# ТИПЫ СТАЛИ ЛЕЗВИЙ:

Для изготовления лезвия коньков используют следующие типы стали:

- Легированная сталь — сталь, в которую для придания прочностных и других характеристик добавляют различные элементы. Легирование позволяет увеличить коррозионную стойкость и повысить твердость. Основными легирующими элементами в сталях для лезвий являются хром (хромированная сталь) и никель, марганец (для повышения твердости).
- Нержавеющая сталь — сталь с добавлением хрома, который значительно повышает стойкость стали к коррозии. Но стоит отметить, что добавление элементов, придающих сильные антикоррозионные свойства, снижает твердость лезвия.
- Углеродистая сталь — это сталь с небольшим содержанием углерода. Вообще углерод всегда содержится в стали. Разница лишь в его количестве. Чем больше углерода, тем выше твердость лезвия.
- Высокоуглеродистая сталь — сталь с высоким содержанием углерода. Повышенное содержание углерода в стали придает ей высокую степень твердости.

# МЕТОДЫ ЗАТОЧКИ КОНЬКОВ:

- Лезвия фигурных коньков для одиночного катания как правило затачивают радиусом от 11 до 15 мм «под канавку» (так называют желобок, который начинается от одного края полоза и идёт к другому и является дугой окружности). Такая заточка создаёт два чётких ребра — внутреннее и наружное. Без этого лезвие конька будет все время сваливаться на сторону, фигурнаточить стороны лезвия, но и в том, чтобы восстановить желобок, который за время тренировок выравнивается. У фигурных коньков неглубокий желоб благодаря широкому лезвию, тогда как у хоккейных и танцевальных лезвий желоб несколько глубже.
- Беговые коньки «клапы» и коньки для шорт-трека затачивают вручную на специальных станках, в которых оба конька закрепляются лезвиями вверх параллельно друг другу. Заточка производится вначале одним широким бруском, для того чтобы сформировать ровную кромку с углом  $90^\circ$ , после чего более тонким бруском для шлифовки плоскости лезвий до зеркального состояния. Не допускается никаких заусенец, неровных краёв, а также любых подозрений на канавку в лезвии, так как это приводит к резкому увеличению сопротивления при движении лезвия конька по льду.



Станок для заточки фигурных  
и  
Хоккейных коньков



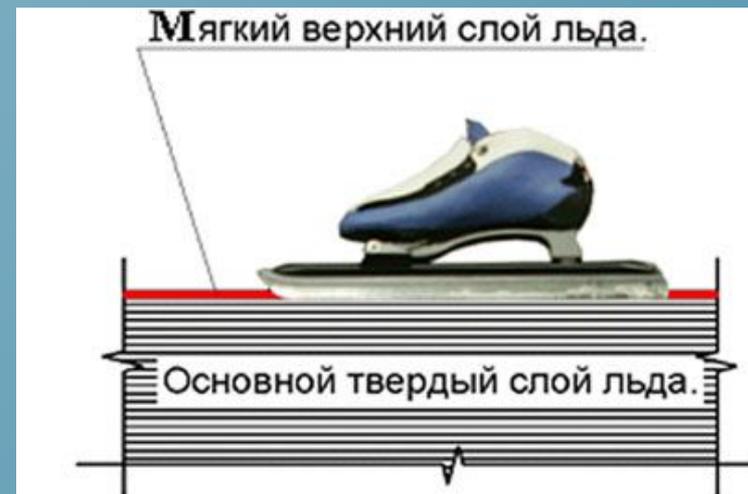
Станок для заточки беговых  
коньков

# СКОЛЬЖЕНИЕ ПО ЛЬДУ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ НАУКИ (ГИПОТЕЗА И ЕЕ ОБОСНОВАНИЕ):

- **ГИПОТЕЗА:** Итак, разберем, что происходит, когда мы катаемся в санях или на коньках: Стоя на коньках, мы опираемся на очень маленькую площадь, всего в несколько квадратных миллиметров. И на эту небольшую площадь целиком давит вес нашего тела.. Под большим давлением лед тает при пониженной температуре; если, например, лед имеет температуру — 5°, а давление коньков понизило точку плавления льда, попираемого коньками, более чем на 5°, то эти части льда будут таять. Что же получается? Теперь между полозьями коньков и льдом находится тонкий слой воды, — неудивительно, что конькобежец скользит. И как только он переместит ноги в другое место, там произойдет то же самое. Всюду под ногами конькобежца лед превращается в тонкий слой воды.
- Такими свойствами из всех существующих тел обладает только лед; один советский физик назвал его “единственным скользким телом в природе”.
- Как же точно объяснить, что происходит, когда мы катаемся на коньках?

# ОБЪЯСНЕНИЕ:

- В качестве доказательства могу привести базовое объяснение, которое мы могли узнать из курса физики за 7 класс:
- Между лезвием конька и льдом при скольжении образуется пленка воды. Она тоньше папиросной бумаги, однако без нее этого скольжения бы не было. Коньки остро затачивают для лучшего сцепления со льдом, а так же для увеличения давления на него. Под давлением лед (при небольших температурах) плавится под коньком, образуя смазку (жидкое трение), что, в свою очередь, еще уменьшает трение скольжения. Лед плавится под давлением, потому что площадь лезвия конька маленькая, а значение веса (пропорциональное массе фигуриста) большое.
- За счет движения конькобежца по льду возникают силы трения, причем механическая энергия сил трения переходит во внутреннюю энергию льда. Также при скольжении по гладкой поверхности участвует сила трения покоя, позволяющая фигуристу отталкиваться от гладкой поверхности, когда он ставит конек на ребро, или резко останавливается при постановке конька на носок. При скольжении конька по гладкой поверхности, силы, действующие на тело - сила тяжести и сила реакции опоры - скомпенсированы, следовательно, не мешают телу двигаться равномерно.



# ДРУГИЕ НАУЧНЫЕ ТЕОРИИ:

Классическое объяснение Рейнольдса и Тиндала, данное более 100 лет назад, опирающееся на то, что точка плавления льда с повышением давления понижается, неверно. Из уравнения Клапейрона-Клаузиуса следует, что для понижения температуры плавления льда на 10 градусов необходимо давление 1350 атм., которое лед не может выдержать (а конькобежец не может создать своим весом). Подробнее в книге И.П.Базарова "Термодинамика", М., Высшая школа, 1991, стр. 167-168.

В 1936 г. Бауден и Хьюз предположили, что водяная смазка образуется из-за теплоты трения. Они экспериментировали с коньками из разных материалов и обнаружили, что конек скользит тем хуже, чем выше теплопроводность его материала.

В 1971 г. Барнс, Тейбор и Уокер обратили внимание на то, что коньки хорошо скользят и при очень малых скоростях - ниже 1 см/с. Их объяснение опирается на пластическую деформацию поверхностного слоя льда (его толщина, по-видимому, равна 0,1 мм).

## НЕСКОЛЬКО ЦИФР:

1. увеличение давления на 134 атм понижает температуру плавления льда на 1°C.
  2. Дополнительное давление под коньками равно примерно 20 атм ( $m \cdot g/S$ , где  $m = 100$  кг,  $S = 2$  мм  $\cdot$  25 см = 5 см<sup>2</sup>), что недостаточно даже для понижения температуры на 1°C. А коньки хорошо скользят и при -10°C, и при -25°C.
- Комментарий: Я думаю, что нужно рассматривать не макроскопическое давление, а микроскопическое давление, возникающее при контакте шероховатой поверхности льда и движущегося конька.

# НАБЛЮДЕНИЕ:

Цель: выяснить, в какую погоду лучше кататься на коньках.

Дата	Температура воздуха	Результат
15 января 2015г.	-23°C	Скольжение плохое, лед крошится.
3 февраля 2015 г.	-7°C	Коньки скользят по льду идеально.
4 ноября 2014 г.	0°C	Скольжение хорошее, но коньки немного вязнут во льду.

**Вывод:** оптимальным для катания на коньках является температура воздуха -5...-10 градусов Цельсия.

Также шероховатый лед более скользок, чем зеркально гладкий!

Это объясняется тем, что скользкость льда зависит главным образом не от гладкости, а от совершенно особой причины: от того, что температура плавления льда понижается при увеличении давления.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

При выполнении исследовательской работы я узнала историю возникновения коньков, наблюдения, проанализировала литературу по теме исследования и сделала следующие **ВЫВОДЫ:**

- 1.** Лед скользкий, потому что его молекулярная природа предусматривает наличие очень тонкой пленки воды на поверхности, которая играет роль смазки.
- 2.** Лучше всего кататься на коньках при температуре воздуха  $-5...-10$  градусов Цельсия, в сильный мороз лед скользит хуже.
- 3.** Катание на коньках поднимает настроение, особенно если кататься с друзьями, а так же это очень закаляет организм и физически укрепляет человека.
- 4.** Знание законов физики относительно силы трения, безусловно, важно в жизни человека. Без знания этих законов невозможно дать точное объяснение причины скольжения коньков по льду.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. «Вода и лед - знаем ли мы о них достаточно?» Головин Ю.И. , 2000
2. Н.Маэно "Наука о льде", М., Мир, 1988.
3. Статья Черноуцан А. И. О ледниках, скороварках и теореме Карно // научный журнал «Квант» — 1991. — № 3. — С. 39,42-44.
4. «Занимательная физика» Я.И.Перельман.
5. Перышкин А. В. Физика. 7 класс.— М.: Дрофа, 2003.
6. Непомнящий Н. Н. 100 великих загадок природы.— М.: Вече, 2007.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!**

