



ТЕСТИРОВАНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

При изучении снежного покрова и лавин очень важно определить физико-механические свойства снежного пласта. В современной литературе часто встречается термин – тестирование снега на устойчивость.

ВАЖНО ПОМНИТЬ!!!

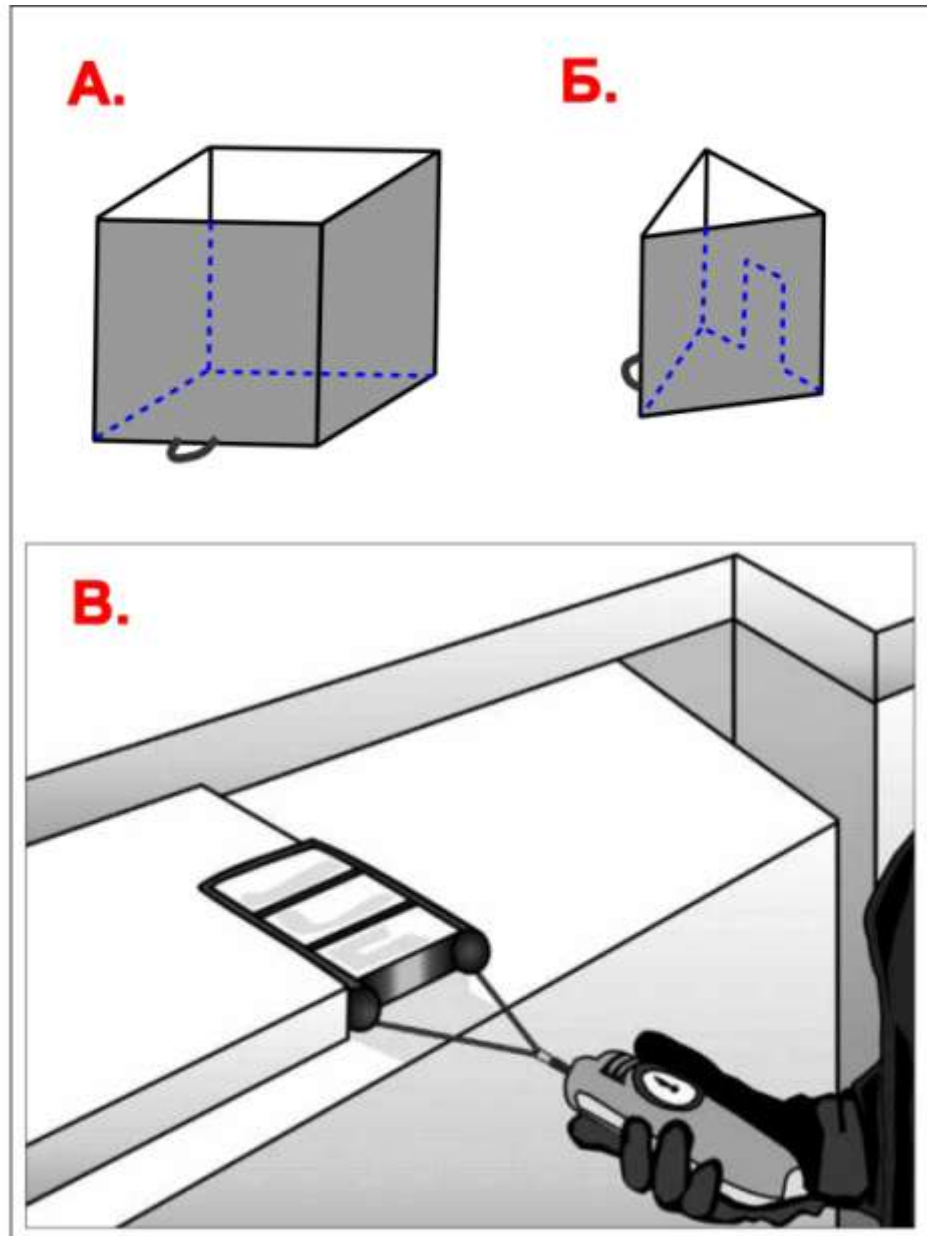
Тестирование снежного покрова проводится для определения стабильности снега на склонах и выявления слабых (неустойчивых) слоев. Неустойчивость снега в свою очередь является одним из факторов лавинообразования. Оценка лавинной опасности дается только после оценки всех возможных условий для схода лавин.

Физико-механические свойства снега. Общепринятые международные характеристики в метеорологии и гляциологии:

- *Плотность* – удельная масса в единице объема. Измеряется стандартными плотномерами.
- *Водность (водный эквивалент)* – общепринятая характеристика измерения осадков. Это количество воды, полученное при таянии снега. Высчитывается по таблицам с учетом плотности снега.
- *Прочность снега на сдвиг, разрыв и сжатие* – сила, которую может выдержать снежный пласт до разрушения.
- *Температура снежного покрова* – основная термодинамическая характеристика. Из-за агрегатного состояния может быть только отрицательная.

Инструментальные методы измерения

В Казахстане и других странах СНГ используют инструментальный метод измерений, по стандартам Гидрометслужбы. Прочность снега на сдвиг определяется с помощью квадратной рамки (рис.1.А.) размером 10*10 см. Этот показатель характеризует силу сцепления снега со склоном. Прочность снега на разрыв определяется с помощью треугольной рамки с прорезью 5*5 см (рис.1.Б.). Этот показатель характеризует силы разрыва, действующие внутри снежного покрова. Замеры проводятся с помощью лабораторного динамометра или точных весов (рис. 1.В.). Инструментальные методы определения силы сдвига существуют и в снеголавинных службах Европы и Америки.



**Рис.1. Измерение физико-механических свойств снега.
Измерительные рамки из руководства по снежным лавинам СССР.
Картинка измерения снега из Руководства Американской лавинной
ассоциации**

Важным показателем прочности снега является коэффициент устойчивости снега. Отношение сцепления снега (силы на сдвиг) к водному эквиваленту. Если коэффициент устойчивости меньше единицы, это говорит о преобладании веса снега (водности) над силами сцепления и является признаком неустойчивости.

Метод определения имеет огромные погрешности и сильно зависит от квалификации наблюдателя лавинщика. Но все равно при регулярных наблюдениях является хорошим показателем неустойчивости снега и дополняет прогноз лавинной опасности.



Прибор, для определения прочности снега на сжатие (твердости) – зонд пенетрометр (твердомер) не получил особого распространения в СССР и СНГ. В мировых противолавинных службах широко используют различные модели пенетрометров (механических и электронных).

Подробная информация об измерительных приборах приводится в Казахстанских Руководящих документах по работе на метеостанциях и постах. Подобные РД на основе советских образцов приняты во многих снеголавинных службах стран СНГ. В снеголавинных службах многих мировых стран используют руководства Американской лавинной ассоциации или Швейцарского института снега (**SLF**). Некоторые частные снеголавинные службы в Казахстане и России работают не по стандартам гидрометслужб, а используют заграничные руководства.

Ручные методы измерения. БЛОК-ТЕСТЫ

Во многих странах дальнего зарубежья широко применяются различные ручные методы тестирования снега на устойчивость. Они получили название БЛОК-ТЕСТЫ (column and block tests). Далее для точности рядом с русским названием приводится международное название на английском языке. Существует множество видов. Они в основном ориентированы на горных гидов, лыжных патрульных, спасателей, инструкторов. Это связано с тем, что в западных странах и Америке многие снеголавинные подразделения подчиняются частных предприятиям – туристическим и горнолыжным курортам, владельцам автодорог и отелей. Ими востребованы упрощенные, но информативные методы определения устойчивости снега. Они не пользуются единым стандартом, утвержденным государственной гидрометслужбой.

Твердость снега можно определить без зонда-пенетрометра, используя вдавливание руки в снег. Шкала твердости снега, приведена ниже:

- *Очень мягкий снег* – вдавливается кулак в перчатке
- *Мягкий снег* – вдавливаются 4 сжатых пальца
- *Средний снег* – вдавливается 1 палец в перчатке
- *Твердый снег* – вдавливается тупой конец карандаша
- *Очень твердый снег* – вдавливается только лезвие ножа



Тесты снега на устойчивость. Прежде всего, необходимо выкопать шурф с помощью снежной лопаты из алюминия. Это может занять от 5 до 30 минут в зависимости от количества снега. Шурф выкапывается как можно ближе к месту схода лавин, но обязательно с соблюдением всех правил техники безопасности. Несколько типов тестов:

- **Тест на сжатие (Compression test).** Один из самых распространенных в настоящее время. Выполняется 1 человеком в течении 10-20 минут. Разработан лавинщиками из г. Калгари (Канада) в 1970-х годах. Тестируется блок размером 30*30 см.
- **Лыжный тест (Rutschblock or glide-block test).** Выполняется 2 людьми на горных лыжах в течении 25-45 минут. Разработан в Швейцарии в 1960-х годах. Тестируется блок размером 1,5*2 м.
- **Сдвиг снега лопатой (Shovel Shear Test).** Выполняется 1 человеком в течении 20-30 минут.
- **Ударный тест (Deep Tap Test).** Выполняется 1 человеком в течении 25-45 минут. Разработан лавинщиками из г. Калгари (Канада). Тестируется блок размером 30*30 см.
- **Расширенный тест (Extended Column Test).** Выполняется 2 людьми в течении 15-20 минут. Разработан в Новой Зеландии в 2005 г. Тестируется вырезанный блок размером 30*90 см.
- **Тест с использованием пилы (Propagation Saw Test).** Выполняется 1 человеком за 20-30 минут. Тестируется блок размером 30см*1м. разработан в Канаде в 2007 г.

Тест на сжатие (Compression test)

Процедура проведения теста на устойчивость (*Compression test*) показана на рисунке 2. Сначала в шурфе вырубается снежный блок размером 30*30 см (рис 2.А.). Далее проводится сжатие снежного блока с помощью лопаты и ударов руки (рис. 2.Б.)

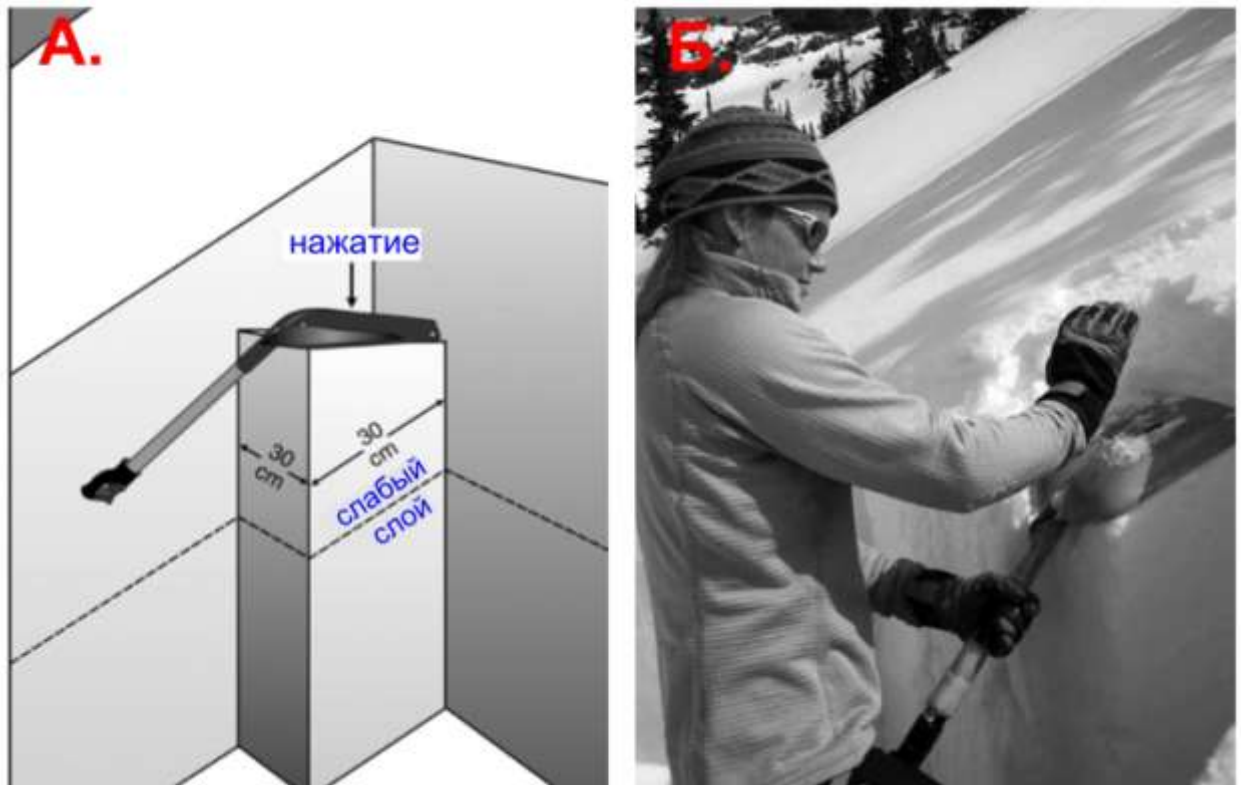


Рис.2. Проведение теста на сжатие. Картинка из Руководства Американской лавинной ассоциации

Этапы проведения теста на сжатие и его результаты приведены в таблице 1. На каждом этапе нагрузки осуществляется по 10 ударов различной силы по поверхности снежной лопаты. Результаты записываются в блокнот в сокращенном виде – первые буквы названий на английском языке.

Таблица 1. Степень нагрузки и результаты теста сжатия

| Этап | Описание разрушения снега |
|---------------------------------|--|
| Очень легко (Very Easy) | Разломы во время резки |
| Легко (Easy) | Разломы в пределах 10 легких ударов с использованием только пальцев |
| Умеренно (Moderate) | Разломы в пределах 10 умеренных ударов от локтя, используя кончики пальцев |
| Тяжело (Hard) | Разломы в пределах 10 твердых ударов цельной руки с использованием ладони или кулака |
| Разрушения нет (No Fracture) | Не разрушается |



После проведения теста дается оценка разлома снежных блоков. Характеристики разрушения приводятся в таблице 2.

Таблица 2. Оценка характеристик разломов

| Характеристики разлома | Класс | Главный класс |
|--|--|---------------------|
| Тонкая плоская трещина внезапно пересекает блок в одну степень нагрузки и блок скользит легко по слабому слою | Внезапный плоскостной (Sudden planar) | Внезапный (Sudden) |
| Трещина пересекает колонку с одной нагрузкой и связано с заметным разрушением слабого слоя. | Внезапное разрушение (Sudden collapse) | Внезапный (Sudden) |
| Трещина заметной толщины (неплоские разломы часто больше 1 см), что обычно пересекает колонку с одним шагом нагрузки, а затем постепенное сжатие слоя при следующих этапах нагрузки. | Постепенное сжатие (Progressive compression) | Прочный (Resistant) |
| Плоская или в основном плоская поверхность сдвига, которая требует более одного этапа нагрузки для перекрестной колонны, или блок не скользит по слабому слою. | Устойчивый плоскостной (Resistant planar) | Прочный (Resistant) |
| Неплоский или нерегулярный разлом. | Неплоский разрыв (Non-planar break) | Разрыв (break) |

Так же при производстве БЛОК-ТЕСТОВ оценивается качество поверхности сдвига по следующим трем критериям:

- 1. Необычно чистая, плоская, гладкая поверхность сдвига; слабый слой может разрушаться во время перелома.*
- 2. «Средний» сдвиг; поверхность сдвига выглядит в основном гладкой. Поверхность сдвига может иметь некоторые небольшие неровности.*
- 3. Поверхность сдвига является неплоской, неровной, нерегулярной и грубой. Перелома обычно не происходит во всем тестируемом слое.*



Заключение об устойчивости снега:

Финальное заключение об устойчивости или неустойчивости снежного пласта на склоне дается после выполнения всех процедур.

Неустойчивый снег. Во время теста происходит резкое внезапное обрушение верхних слоев и дальнейшее скольжение по гладкой поверхности срыва. Слабым может быть или слой или очень гладкая поверхность. При том слабый слой внутри снежного пласта будет обладать малой плотностью и твердостью и состоять из кристаллов глубинной изморози.

Устойчивый снег. Во время теста будет происходить последовательное сжатие тестируемого блока снега. Иногда происходит растрескивание без дальнейшего скольжения. Так же отмечается увеличение плотности и твердости снега на глубине. Отсутствуют крупные сыпучие кристаллы снега.

Неопределенные результаты. При неравномерном постепенном разламывании блоков снега, особенно в свежавыпавшем снегу, блок-тесты дают плохие результаты. И бывает трудно сделать определенные выводы.

Выводы о лавинной опасности даются с учетом вышеперечисленных факторов: наличие слабых слоев в снежном покрове, наличие крупных кристаллов глубинной изморози, лавиноопасный рельеф и метеорологические условия, благоприятные для схода лавин.