

УДК 677.022.54

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СНЕГА

ТУРГУМБАЕВ Ж.Ж., ГАПАРОВА Ж.Т., БАШИКОВ И.Т.

izvestiya@ktu.aknet.kg

В работе даны результаты экспериментальных исследований процесса сдвига снега в лабораторных условиях. Установлены физико-механические свойства горных снежных масс для различных состояний снега: свежовыпавшего, двухчасового залегания и трехдневного залегания.

Для изучения процесса сдвига (резания) снега в Кыргызском государственном техническом университете им. И.Раззакова совместно с Таласским государственным университетом разработан и изготовлен стенд для исследования процесса резания снега.

В одном из трубопроводов магистралей 10, подводящих рабочую жидкость от насоса 2 к гидроцилиндру 3, установлен манометр 15. В передней (лицевой) стенке корпуса 4 выполнен оконный проем 16, закрытый прозрачным материалом и расположенный в створе передвижения исследуемого рабочего органа (кольца) в находящейся в корпусе 4 моделируемой среде (снеге) 17.

Проведение работы на стенде для исследования процесса резания снега осуществляется следующим образом.

Корпус 4 заполняется снегом необходимого объема. В пространстве внутри верхнего и нижнего колец закладывается снежная масса. Включается привод, обеспечивающий посредством гидроцилиндра 3 перемещение тензометрической тележки 8 и исследуемого верхнего кольца. Усилие, необходимое для этого перемещения, контролируется и регулируется по показаниям манометра 15. Изменение скорости, глубины, ширины и угла резания позволяет определять исследуемые закономерности процесса сдвига (резания) снега различного состояния. Значения усилий на рабочих органах с тензометрического звена 13 регистрируются и обрабатываются в измерительно-информационной системе 5 и сопоставляются с показателями манометра 15. Для визуального контроля исследуемых процессов и объектов ведется видеосъемка через окно 16.

Данный стенд для исследования процесса сдвига (резания) снега позволяет не только моделировать и изменять характеристики снега, как в известных технических решениях, но и измерять усилия, действующие на испытываемый рабочий орган (кольцо).

Изменение состояния и свойств снега при переходе его из ненапряженного состояния можно легко наблюдать, изучая поведение снега под нагрузкой. Снег является чрезвычайно изменчивым материалом, свойства и характеристики которого очень легко изменяются под влиянием климатических, физико-географических, температурных условий и при переходе в напряженное состояние.

В некоторых исследованиях, например в работе [1], отмечалось, что на основании практического опыта, накопленного в других смежных областях, установлено, что поведение некоторых материалов под влиянием внешнего воздействия зависит от взаимодействия между их частицами (зернами). Что касается снега, то и его поведение под влиянием внешнего воздействия также зависит от типа сил, взаимодействующих между зернами. Исходя из этого можно выделить не менее следующих четырех основных типов снега: свежовыпавший (с первоначальной формой кристаллов), зернистый, полусвязный (с пленками воды), смерзшийся снег. Эти типы снега переходят из одного состояния в другое под влиянием времени и температуры.

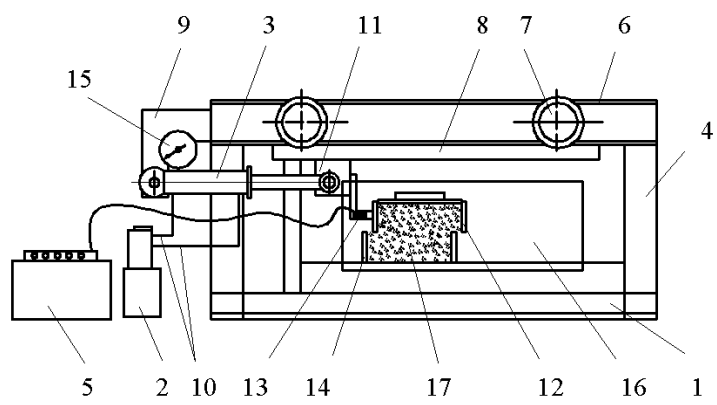


Рис.1. Стенд для исследования процесса сдвига снега конструкции КГТУ и ТГУ: 1 – основание; 2 – насосная станция; 3 – силовой гидроцилиндр; 4 – корпус; 5 – измерительная аппаратура; 6 – направляющая; 7 – ролик тележки; 8 - тензометрическая тележка; 9 – консольный кронштейн; 10 – напорный и сливной трубопроводы; 11 – кронштейн; 12 – верхнее кольцо; 13 - тензометрическое звено; 14 - нижнее кольцо; 15 – манометр; 16 - оконный проем; 17 – снежная масса.



Рис. 2. Стенд для исследования процесса сдвига снега конструкции КГТУ и ТГУ – вид общий.

При взаимодействии машины и снега, например при удалении его снегоочистителем или при воздействии на снег колес движущихся автомобилей, сжимаемость и сопротивление сдвигу являются свойствами, обуславливающими его первоначальную реакцию.

Для зернистого снега основным видом разрушения при прямом сдвиге под воздействием достаточного по величине нормального напряжения является срез, как показано на рис. 3. Такое поведение снега сходно с поведением других типов зернистых материалов. Однако, если снег находится в смерзшемся состоянии, то разрушение без нормального напряжения или при относительно малом нормальном напряжений; отличается от обычного вида разрушения при сдвиге (рис. 4). Этот вид разрушения можно назвать разрывом смерзшегося снега по аналогии с испытанием снега на двойной сдвиг кольцом, описанным Бутковичем [2].

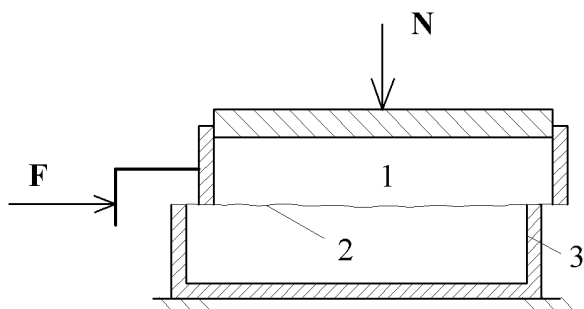


Рис. 3. Общий характер разрушения снега при испытании на прямой сдвиг: F — сдвигающее усилие; N — нормальная нагрузка; 1- снег; 2 — плоскость сдвига; 3 — форма для образца.

Следует отметить, что для оценки поведения снега при прямом сдвиге большое внимание следует уделять граничным условиям и ограничениям [3]. На рис. 5 показано разрушение неправильного типа, когда толщина сдвигаемого слоя в образце снега очень небольшая. Такому виду разрушения соответствует очень малая величина сопротивления сдвигу по сравнению с обычным разрушением при сдвиге.

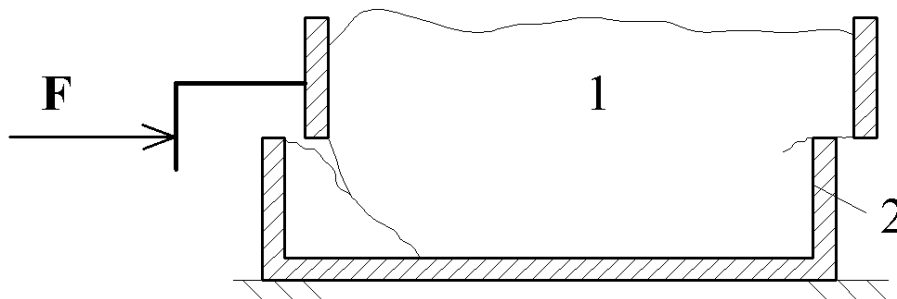


Рис. 4. Типичное разрушение снега при относительно низкой нормальной нагрузке во время испытания на прямой сдвиг: F — сдвигающее усилие; 1 – снег; 2 - форма для образца.

Сказанное не имеет аналогии с явлением, происходящим в подобном случае с грунтом или металлом. Чтобы исследовать влияние толщины образца слоя снега при прямом сдвиге, толщина верхнего сдвигаемого снега была увеличена. Результаты показаны на рис. 5, который позволяет считать, что существует предельная толщина сдвигаемого слоя.

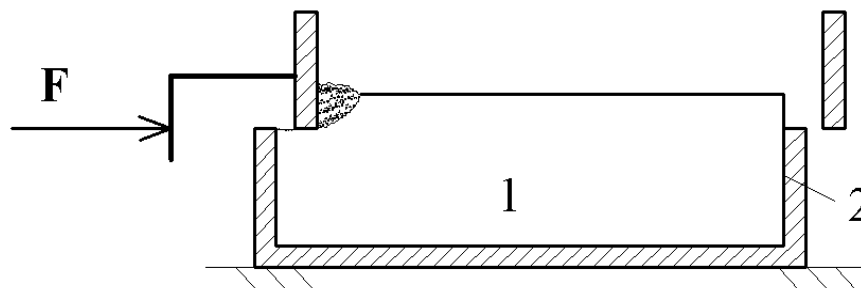


Рис. 5. Разрушение снега при прямом сдвиге; когда толщина образца является недостаточной: F — сдвигающее усилие; 1 – снег; 2 - форма для образца.



На рис. 6 показана зависимость между прочностью при сдвиге и нормальным напряжением зернистого снега для двух скоростей сдвига — 0,065 см/с и 0,31 см/с. На графике белыми кружочками обозначена прочность при сдвиге, полученная при скорости сдвига 0,065 см/с, а черными кружочками—прочность при сдвиге того же снега со скоростью 0,31 см/с.

Результаты говорят о том, что зависимость между прочностью при сдвиге τ и нормальным напряжением σ_n почти линейная и для скорости 0,065 см/с, и для скорости 0,31, см/с. Такая тенденция не является общей для зернистых материалов.

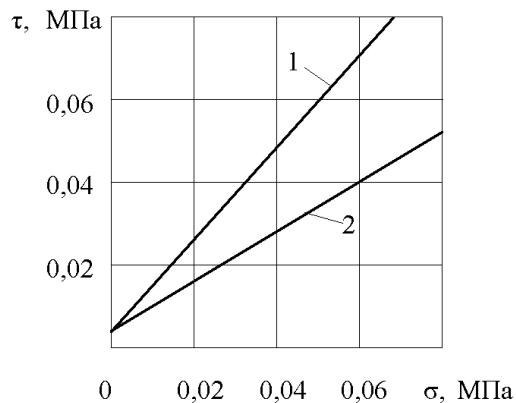


Рис. 6. Зависимость между прочностью зернистого снега и нормальным напряжением при прямом сдвиге: 1 - скорость сдвига 0,065 см/с; 2 - скорость сдвига 0,31 см/с.

Выводы

1. Создан специальный экспериментальный стенд для исследования процессов взаимодействия опорного и ходового оборудования транспортных средств с ледяной поверхностью дорог.

2. Установлен характер разрушения снега в зависимости от изменения нормального давления на снежную массу. Установлена зависимость сдвигающего усилия от толщины снежного покрова методом прямого сдвига. Установлена зависимость прочности смерзшегося снега различного возраста от нормального напряжения для различных состояний снежной массы.

Литература

1. R. N. Y o n g and B. P. W a r k e n-t in. Soil Properties and Behaniour. Elsevier Publishing Company, Amsterdam. 1975, 449 p.
2. T. R. B u t k o v i c h . Strength Studies of High—Density Snow. USA SIPRE Research Report 18, 1956.
3. Борьба со снегом и гололедом на транспорте / Под ред. А.П. Васильева. М.: Транспорт, 1986. — 216