

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ СНЕЖНО-ЛЕДЯНОГО МАССИВА

Анкудинов П.В.

Научный руководитель – к.т.н. проф. Павлов В.П.

*Сибирский федеральный университет*

Теоретическая модель построена на основании проведения предварительных экспериментов по разрушению снежно-ледяного массива.

Экспериментальные исследования проводились с образцами снего-ледяной среды. Испытуемые образцы добывались на проезжей части автомобильной дороги. Размеры блоков составляют 270x490x280 мм, их плотность составляет около 10 ударов плотномером ДорНИИ. Температура окружающей среды при вырезании блоков составила  $-5^{\circ}\text{C}$ . Блоки были получены следующим образом. При проведении ремонтных работ одноковшовым экскаватором на проезжей части автомобильной дороги в результате разработки поверхности были образованы снежно-ледяные валуны, которые были подготовлены по форме для проведения эксперимента.

Рабочий инструмент для проведения опытов представлял острый медный стержень диаметром 10 мм, что обеспечивало пятно контакта со средой в зоне разрушения  $1\text{ см}^2$ . (рис.1)

Другой рабочий орган представлял плоский широкий резец со стальным теплопроводом диаметром 4 мм.

При разрушении снежно-ледяного массива на поверхности проезжей части дороги рабочим оборудованием с нагревательным элементом происходит его движение с определенной скоростью и с определенной силой, действующей на разрушаемый массив с образованием объекта разрушения. (рис.2)

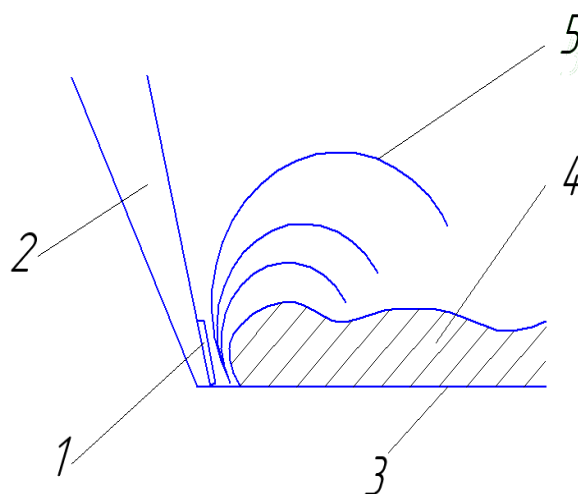


Рис. 1. Вариант рабочего органа для термомеханического разрушения снежно-ледяного покрытия автомобильной дороги

Рис. 2. Схематизация процесса резания (механический эквивалент) снежно-ледяного массива: 1 – участок нагрева; 2 – отвал; 3 – поверхность дороги; 4 – снежно-ледяное покрытие; 5 – элементы разрушения.

При взаимодействии комбинированного рабочего оборудования со снежно-ледяным массивом происходит фазовый переход объекта разрушения из твердого состояния в газообразное с последующим разрушением впереди находящегося массива.(рис.3)

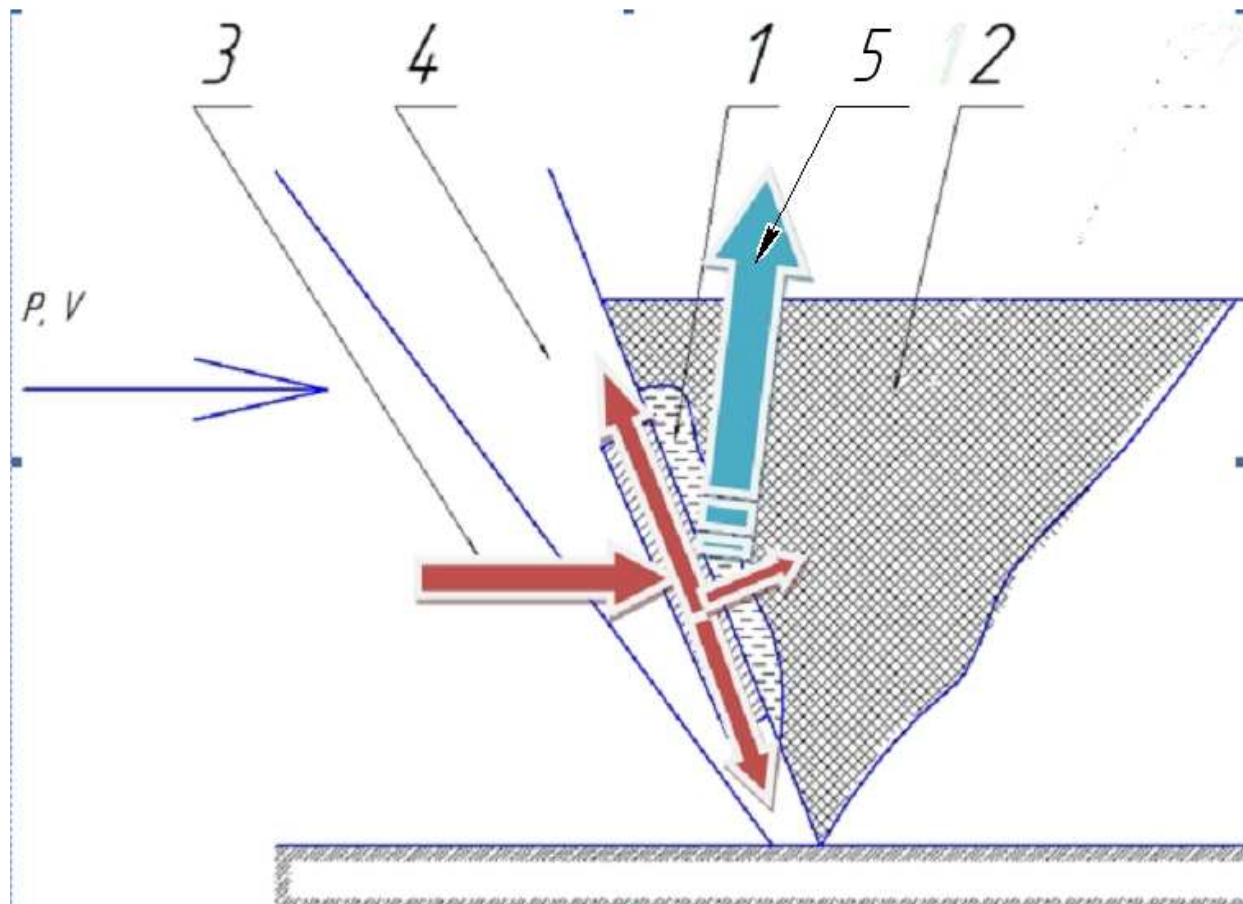


Рис.3. Схематизация процесса термо-механического резания (термо-механический эквивалент): 1 – водяная прослойка; 2 – объект разрушения; 3 – подводящий поток тепла; 4 – поток тепла на нагрев инструмента; 5 – движение пара;

При взаимодействии комбинированного рабочего оборудования со снежно-ледяным массивом затрачивается два вида мощности: механическая, необходимая для разрушения рабочим оборудованием снежно-ледяного массива, и тепловая, необходимая для фазового превращения объекта разрушения и интенсификации процесса разрушения, в сумме обеспечивая работу  $A$ , необходимую для разрушения снежно-ледяного массива,

$$A = \int_0^t (N_M + N_T) dt$$

где  $N_M$  – механическая мощность;  $N_T$  – тепловая мощность.

Механическая мощность представляет собой произведение силы на скорость

$$N_M = V \cdot P.$$

Нагрев нагревательного элемента производится путем подвода к нему электроэнергии. Таким образом, тепловая мощность будет складываться из произведения силы ( $I$ ) тока на напряжение ( $U$ ). Для перевода кВт в ккал/ час необходимо использовать равенство 1кВт=862ккал/час

$$N_T = I \cdot U.$$

Необходимо отметить то, что часть мощности передается не только на объект разрушения, но и на остальные элементы взаимодействия. Таким образом, тепловую мощность можно представить в виде суммы мощностей распределяемых на нагрев окружающих элементов

$$N_T = N_{PO} + N_{нар} + N_{нагр.вод.} + N_{вод.}$$

где  $N_{PO}$  – мощность, затрачиваемая на нагрев рабочего инструмента;  $N_{нар}$  – мощность, затрачиваемая на парообразование;  $N_{нагр.вод.}$  – мощность, затрачиваемая на нагрев водяной прослойки;  $N_{вод.}$  – мощность, необходимая для образования водяной прослойки.

Энергоемкость процесса представляет собой отношение затраченной работы на объем объекта разрушения ( $V$ )

$$E = \frac{A}{V}.$$

Для достижения минимизации энергоемкости необходимо обеспечение минимизации затраченной работы при не уменьшении объема объекта разрушения. Для этого необходимо обеспечить минимизацию водяной прослойки, то есть уменьшение затрат мощности на образование и нагрев водяной прослойки при одновременном увеличении мощности на парообразование.

Уменьшение мощности на механическую работу достигается путем предварительного разрушения массива микровзрывами, образованными фазовым переходом массива в пар.

При проектировании рабочих органов реализующих термо-механический способ разрушения снежно-ледяного массива необходимо придерживаться необходимости обеспечения необходимой мощности для парообразования, что может быть достигнуто

путем надежной изоляции нагревательного элемента от остальных взаимодействующих элементов, а также применением более локальнонаправленных источников высоких температур при их низком энергопотреблении.