

МИНИМАШИНА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ НАЛЕДИ

Болтовский В.А., Байбара С.Н., Дикий Р.В., Алейникова О.А.

ФГБОУ ВПО Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) «Донской государственный технический университет», в г. Шахты Россия (346500, Шахты, ул. Шевченко, д. 147), e-mail: mail@sssu.ru

В статье показана актуальность применения легких мобильных минимашин, создающих большие усилия для разрушения наледи, но не разрушающих тротуары. Работа минимашины заключается в ударном воздействии рабочего органа на лед. Возникающие при соударении твердых тел силы используются для создания периодических интенсивных воздействий. По поверхности наледи наносится серия ударов, в результате чего образуется сеть трещин, снижающих прочность поверхности. При ударном воздействии происходит превращение кинетической энергии рабочего органа в потенциальную энергию упругой деформации, разрушающей лед. В рамках исследования предложена оригинальная конструкция минимашины для разрушения наледи, приведена принципиальная схема устройства и теоретическое обоснование параметров. Выведена формула для определения расстояния от оси вращения рычага до рабочего органа минимашины.

Ключевые слова: машина, конструкция, удар, колебания, наледь.

MINIMACHINE FOR BREAKING ICE

Boltovskiy V.A., Baybara S.N., Dikiy R.V., Aleynikova O.A.

¹Institute of the service sector and entrepreneurship (branch) DSTU, (346500, Rostov reg., Shakhty, Shevchenko Str., 147), e-mail: mail@sssu.ru

The article shows the relevance of the use of light mobile minimachine creating great efforts for breaking the ice, but not destroying the sidewalks. The work of minimachine is the impact of the working body on the ice. Occurs when solids collision forces are used to create periodic intense impacts. On the surface of ice is applied to a series of strokes, resulting in a network of cracks reduce the strength of the surface. When the impact occurs the transformation of the kinetic energy of the working body in the potential energy of elastic deformation, destroying the ice. The study proposed the original design of minimachine for destruction ice, is a schematic diagram of the device and the theoretical justification of the parameters. The formula for determining the distance from the axis of rotation of the lever to the working body of minimachine.

Keywords: machine, design, blow, fluctuations, ice.

Проблема зимнего содержания тротуаров в нашей стране традиционно является актуальной, поэтому в коммунальном хозяйстве наряду с мощной и крупногабаритной техникой для разрушения прочных и мерзлых грунтов [9], а также малогабаритных землерезных машин [1-4, 8], имеется потребность в легких мобильных минимашинах, создающих большие усилия для разрушения наледи, но не разрушающих тротуары.

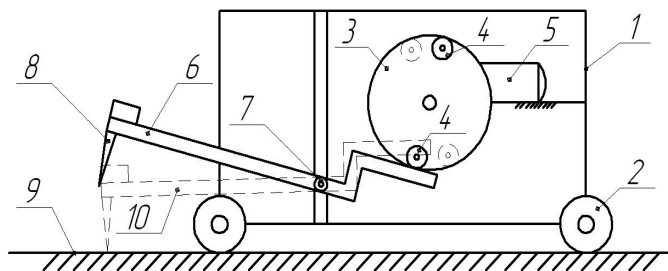


Рис. 1. Принципиальная схема предлагаемой машины

На рисунке 1 изображена принципиальная схема предлагаемой машины.

Минимашина ударного действия имеет раму 1 на колесах 2. На раме установлен диск 3 с вращающимися кулачками 4, привод 5 диска 3 закреплен на раме 1. Диск 3 действует кулачками 4 на рычаг 6 на шарнире 7, поднимая клиновидный рабочий орган 8 для удара о лед 9.

Минимашина работает следующим образом.

При включении привода диск, вращаясь, кулачками нажимает на хвостовик рычага. Рычаг, поворачиваясь вокруг оси (шарнира), поднимает рабочий орган клиновидного типа. После ухода кулачка с хвостовика рычага рабочий орган падает, совершая удар о лед. При этом удары рабочего органа следуют периодически без наличия специальной системы управления, что приведет к снижению материалоемкости и размеров минимашины.

Работа установки заключается в ударном воздействии рабочего органа на лед. Большие силы, возникающие при соударении твердых тел, используются для создания периодических интенсивных воздействий. На рисунке 2 показан характер импульсного воздействия рабочего органа на лед.

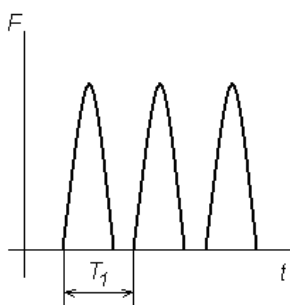


Рис. 2. Характер импульсного воздействия рабочего органа

По поверхности наледи наносится серия ударов, в результате чего образуется сеть трещин, снижающих прочность поверхности. Наледь разрушается, что позволяет произвести зачистку тротуара.

При ударе рабочий орган внедряется в лед, деформирует его, теряет скорость, кинетическая энергия рабочего органа превращается в потенциальную энергию упругой деформации, разрушающей лед.

Цель разработки минимашины ударного действия состоит в организации соударений, в результате чего обрабатываемый материал (лед) разрушается.

Работа минимашины ударного действия организована так, что удары следуют систематически, например, через равные промежутки времени T_1 . Это периодическая последовательность импульсных функций. Для реальных механических систем время самого удара изменяется в диапазоне $10^{-3} - 10^{-5}$ с. [6-7].

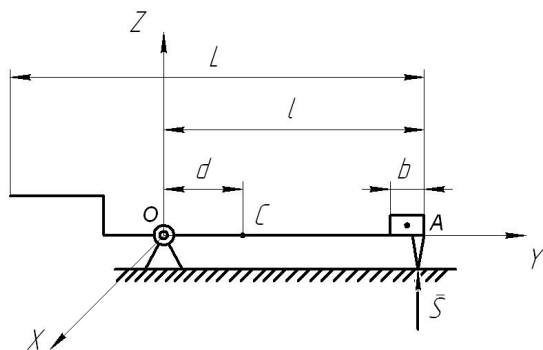


Рис. 3. Схема для определения расстояния рабочего органа от оси

Определим, на каком расстоянии от оси вращения рычага должен отстоять рабочий орган, принимающий удар, чтобы ось вращения не

испытывала ударного воздействия, считая рычаг однородным стержнем, а рабочий орган материальной точкой (рис. 3).

Рычаг с рабочим органом имеет плоскость материальной симметрии, с которой совместим координатную плоскость, покажем ось OX – ось вращения. Удар \bar{S} наносится в плоскости симметрии перпендикулярно оси y , $\bar{S} \perp OC$ (C – центр масс системы) масса рассматриваемой системы

$$m = M + m_1,$$

где M – масса рычага;

m_1 – общая масса рабочего органа с грузом.

Расстояние от оси O до центра масс C всей системы

$$OC = d = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i}$$

$$d = \frac{M \left(l - \frac{L}{2} \right) + m_1 (l - b)}{M + m_1}$$

При этих условиях искомое расстояние [6]

$$OA = l = \frac{J_x}{md},$$

где J_x – момент инерции системы относительно оси вращения.

Определим ударный импульс рабочего органа минимашины.

Момент ударного импульса S [6].

$$M_x(\bar{S}) = J_x (\omega - \omega_0),$$

где J_x – момент инерции вращающегося тела относительно оси X .

ω – угловая скорость вращения рычага после удара;

ω_0 – угловая скорость вращения рычага до удара.

После удара рабочего органа угловая скорость рычага после удара $\omega = 0$.

Изменение кинетической энергии системы

$$\frac{1}{2} J_x \omega_0^2 = mgh,$$

где h – изменение высоты центра масс рычага;

m – масса рычага с рабочим органом.

$$h = d \sin \alpha$$

где α – угол поворота рычага.

Угловая скорость рычага при ударе рабочего органа

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{2mgh}{J_x}}$$

Тогда момент ударного импульса

$$M_x(\bar{S}) = \sqrt{2J_x m g d \sin \alpha}$$

Ударный импульс рабочего органа

$$S = \frac{1}{l} \sqrt{2J_x m g d \sin \alpha}$$

Для макетной установки: $m = 4 \text{ кг}$, $J_x = 2 \text{ кг м}^2$, $d = 0,2 \text{ м}$, $l = 0,5 \text{ м}$, $\alpha = 60^\circ$.

Импульс $S \approx 10,42 \text{ Н с}$.

Средняя сила удара (при $t_{y\delta} = 10^{-3} \text{ с}$)

$$F_{cp} = \frac{S}{t_{y\delta}} = 10420 \text{ Н}.$$

Если сравнить данные [5], что для скалывания наледи толщиной 30...50 мм требуется усилие от 5000 Н, очевидно ударная сила установки достаточна для эффективной работы.

Список литературы

1. Болтовский В.А., Байбара С.Н., Дикий Р.В. МИНИМАШИНА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ПРОЧНЫХ ГРУНТОВ // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: www.science-education.ru/120-16975
2. Болтовский В.А., Величко Е.С., Дикий Р.В. Разработка импульсной фрезы // Экология, технология и оборудование: межвуз. сб. науч. тр., Ростов-на-Дону, 2001. – 193 с.
3. Болтовский В.А., Величко Е.С., Дикий Р.В., Байбара Е.Р. Землерезная машина // Патент 2186179 Российская Федерация, МКИ Е 02 F 5/08; заявитель и патентообладатель Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса. - № 2001110157/03; заявл. 13.04.2001; опубл. 27.07.2002, Бюл. № 21. – 3 с.: ил.
4. Болтовский В.А., Чернوبرова В.К., Буряков А.Г., Буряков В.Г. Землерезная машина // Патент 2408767 Российская Федерация, МПК Е 02 F 5/08, МПК Е 02 F 3/18; заявитель и патентообладатель Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса. - № 2009137689/03; заявл. 12.10.2009; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1. – 5 с.: ил.
5. Горшков А.С., Кулепов В.Ф., Малыгин А.Л., Гусев О.Р. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАЛЕДИ, РАЗРУШАЕМОЙ РЕЗЦОМ ПРИ ОЧИСТКЕ ПРИБОРДЮРНОЙ ЗОНЫ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4; URL: www.science-education.ru/118-14134

6. Карпова Н.В. Классическая теория удара и ее применение к решению прикладных задач. – СПб.: ООО Изд-во ОМ-Пресс, 2003. – 184 с.
7. Лебедев, В.А. Действие удара на механическую систему / В.А. Лебедев, Б.К. Михайлов, И.С. Дерябин. – ЛИСИ: Ленинград, 1981. – 63 с.
8. Лемешко М.А., Дикий Р.В., Волков Р.Ю. Электрогидравлическая бурильная машина с автоматическим регулированием усилия подачи // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции / под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2014. – 212 с.
9. Лозовой, Д.А. Механизация разработки мерзлых грунтов: учебное пособие. – Саратов: СПИ, 1979. – 56 с.

Рецензенты:

Першин В.А., д.т.н., профессор кафедры «Технические системы ЖКХ и сферы услуг» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) «Донского государственного технического университета», г. Шахты;

Адигамов К.А., д.т.н., профессор кафедры «Технические системы ЖКХ и сферы услуг» Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) «Донского государственного технического университета», г. Шахты.