

4. Абузов А.В., Рябухин П.Б. Аэростатические аппараты и их применение в лесной промышленности // Вопросы совершенствования технологий и оборудования в лесопромышленном комплексе и строительстве: юбил. сб. науч. тр. Дальневосточ. лесотехн. ин-та. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 1998. – С. 75–80.
5. Абузов А.В. Целесообразность применения аэростатов на лесозаготовках // Воздухоплаватель / Федерация Воздухоплавания России. – М., 2000. – Вып. 3(21). – С. 36–38.
6. Аэростатные системы трелевки – второе рождение // Лесн. вестн. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – Вып. 1 (43). – С. 78–84.
7. Абузов А.В., Рудица К.В. Экспериментальные исследования аэростатно-канатной системы // Вестн. ТОГУ. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2008. – Вып. 1(8). – С. 259–274.
8. Абузов А.В. Обоснование конструктивных параметров и режимов эксплуатации аэростатно-канатной системы для условий Дальнего Востока: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2008. – 241 с.
9. Меньшиков В.Н. Обоснование технологии заготовки леса при комплексном освоении лесных массивов: дис. ... д-ра техн. наук. – Л.: ЛТА, 1989. – 521 с.
10. Луценко Е.В. Функционирование лесосечных машин в горных лесных массивах: дис. ... канд. техн. наук, 2006 – 189 с.
11. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в MathCAD: учеб. курс // Лесн. пром-сть. – 1986. – №2 – С. 27–28.
12. Плис А.И., Сливина Н.А. MathCAD: математический практикум для экономистов и инженеров: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика. 1999. – 656 с.



УДК 630.432.31

Е.И. Максимов, А.А. Максимова

РАСЧЕТ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ КЛИНА ЛЕСОПОЖАРНОГО АГРЕГАТА ПРИ СОЗДАНИИ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОЛОС

Приведена методика расчета сил сопротивления движения клина лесопожарных агрегатов при создании противопожарных барьеров. Поэлементно рассмотрены вопросы взаимосвязи класса тяги энергетического средства с конечным суммарным значением общего сопротивления клина при копании и перемещении грунта. Теория расчета использована при проектировании многофункционального лесопожарного агрегата нового поколения ЛПА-521 Рубцовского машиностроительного завода.

Ключевые слова: лесной пожар, оборудование, бульдозер, теория расчета, отвал клина.

E.I. Maximov, A.A. Maximova

RESISTANCE FORCE CALCULATION OF THE FOREST-FIRE UNIT WEDGE WHILE CREATING MINERALIZED STRIP

Technique for calculation of the resistance force of the forest -fire unit wedge movement while fire barrier creating is given. The issues of interdependence between traction class of the power unit and the final total value of total wedge resistance during digging and moving the soil are considered element by element. The theory of calculation is applied in the design of multifunctional LPA-521 forest- fire unit of new generation at Rubtsovsk engineering plant.

Key words: forest fire, equipment, bulldozer, calculation theory, wedge breast.

Наиболее эффективным методом тушения лесных пожаров является создание минерализованных барьеров различными почвообрабатывающими орудиями, агрегируемыми с энергетическими средствами на базе колесной и гусеничной техники. К числу перспективных разработок относятся многофункциональные лесопожарные агрегаты (ЛПА), в состав которых входят бульдозерные и клиновые устройства [1].

Например, производительность клиновых устройств на базе тракторов ТТ4-М и конверсионной техники (танк Т-55, тягач АТ-Т) при прокладке минерализованных полос превосходят аналогичный параметр бульдозеров Т-130, Т-170 от двух до десяти раз. Это связано с особенностью конструкции, позволяющей за один

проход перемещать грунт и порубочные остатки в две стороны. Однако четкого методологического подхода при проектировании и определении силовых и мощностных параметров таких устройств в литературных источниках не прослеживается.

В большинстве случаев конструктивные решения клина достигнуты экспериментальным путем. В частности, основной параметр – угол клина у различных агрегатов составляет от 80 до 120°, что в значительной степени влияет на мощностные параметры лесопожарных агрегатов и их производительность [2].

В связи с этим возникла необходимость теоретического обоснования параметров лесопожарного клина, работа которого на разделке лесных почв с содержанием пней и порубочных остатков значительно отличается от производства работ на других типах грунтов.

Таким образом, зная класс тяги энергетического средства, представляется возможным по разработанной методике спроектировать клин лесопожарного агрегата. Вновь создаваемый лесопожарный агрегат на базе шасси 521М1 Рубцовского машиностроительного завода, относящийся к классу тяги 70–80 кН при его оборудовании клином позволяет повысить производительность ЛПА на прокладке минерализованных полос в 1,5–2 раза по сравнению с агрегатами на базе тракторов ТТ-4М.

При копании грунта прямым отвалом (угол захвата $\varphi = 90^\circ$) режущая кромка ножа подрезает пласт грунта, который в виде стружки продвигается вверх по отвалу. В верхней части отвала стружка разрушается и грунт, падая вниз, образует так называемую призму волочения. Величина подъема стружки определяется как ее прочностью, так и профилем отвала. При несвязных и малосвязных сухих грунтах разрушение стружки начинается сразу же по ее отделении от массива. При перемещении стружки по ножу и отвалу можно выделить три зоны: формирование стружки, движение ее по отвалу и разрушение.

При копании грунта косо установленным отвалом (угол захвата $\varphi < 90^\circ$) дополнительно имеет место движение грунта вдоль в сторону. Здесь при повышении скорости движения грунта в сторону призма волочения уменьшается.

Обычно при расчетах общее сопротивление принято разделять на элементы. В общем случае (при косо поставленном отвале) можно выделить следующие элементы общего сопротивления W :

- резанию W_1 ;
- перемещению грунта вверх по отвалу W_2 ;
- перемещению призмы грунта перед отвалом W_3 ;
- перемещению грунта в сторону W_4 ;
- перемещению клина по грунту W_5 .

Проектируемый клин состоит из двух симметрично установленных косых отвалов.

Сопротивление грунта резанию определяется в соответствии с рисунком 1.

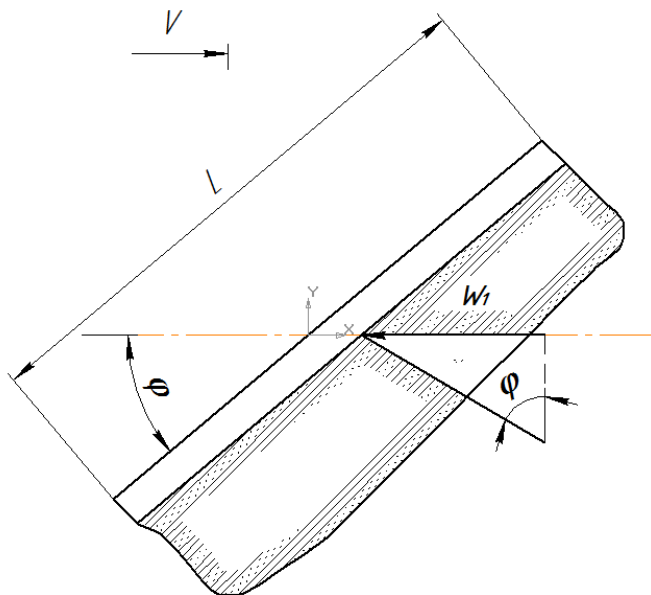


Рис. 1. Схема сопротивления грунта резанию

$$W_1 = k_0 \cdot L \cdot h \cdot \sin \varphi, \quad (1)$$

где k_0 – удельное сопротивление грунта лобовому резанию, $k_0 = 70 \text{ кПа}$;
 L – длина отвала или ширина вырезаемой стружки грунта, $L = 2,49 \text{ м}$;
 h – толщина стружки, $h = 0,1 \text{ м}$;
 φ – угол захвата, $\varphi = 40^\circ$.

Сопротивление от перемещения грунта вверх по отвалу, в соответствии с рисунком 2, представляет собой проекцию на горизонтальную ось той силы трения, которая развивается от движения грунта по отвалу.

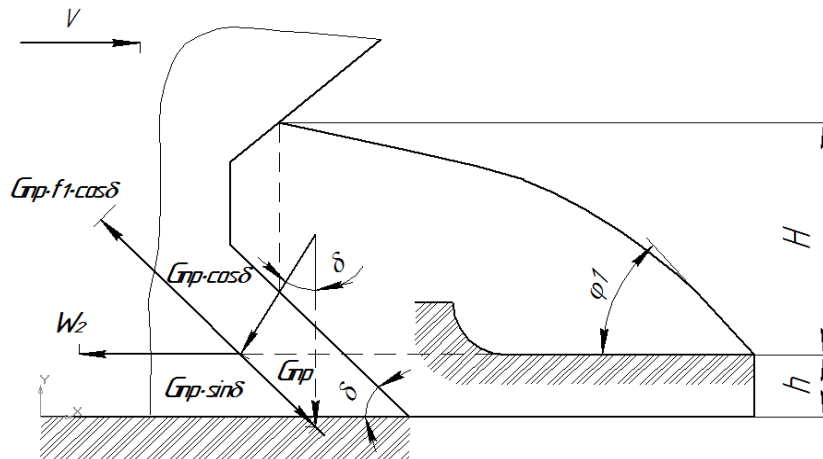


Рис. 2. Силы, действующие на отвал клина

$$W_2 = G_{np} \cdot f_1 \cdot \cos^2 \delta \cdot \sin \varphi, \quad (2)$$

где G_{np} – вес грунта в призме волочения, кН ;
 f_1 – коэффициент трения грунта о сталь, $f_1 = 0,5$;
 δ – угол резания, $\delta = 45^\circ$.

Очевидно, что вес призмы волочения определится как

$$G_{np} = V_{np} \cdot \delta_0, \quad (3)$$

где V_{np} – объем призмы волочения, м^3 ;
 δ_0 – объемный вес грунта, равен $13\text{--}18 \text{ кН/м}^3$.

Объем призмы волочения может быть найден в предположении, что грунт перед отвалом располагается в виде призмы высотой H , длиной L и углом φ_1 , равным углу естественного откоса в соответствии с рисунком 2.

Однако такое предположение не является точным и потому в формулу следует ввести поправочный коэффициент k_{np} , тогда объем призмы определится по формуле

$$V_{np} = \frac{L \cdot H^2}{2} \cdot k_{np}. \quad (4)$$

Опытами установлено, что в зависимости от вида грунта и отношения H/L коэффициент k_{np} может иметь различные значения в пределах $k_{np} = 0,75\text{--}0,9$.

Сопротивление от перемещения призмы волочения грунта перед отвалом определяется по формуле

$$W_3 = G_{np} \cdot f_2 \cdot \sin \varphi, \quad (5)$$

где f_2 – коэффициент трения грунта о грунт, $f_2 = 0,8 - 1,0$.

В процессе перемещения призма волочения грунта прижимается к отвалу силой W_3' в соответствии с рисунком 3.

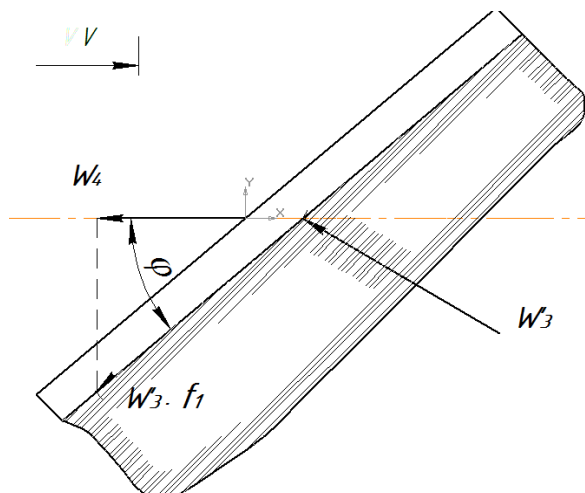


Рис. 3. Схема сил, действующих на отвал клина

$$W_3' = G_{np} \cdot f_2 \cdot \quad (6)$$

В результате действия этой силы при перемещении грунта вдоль поверхности отвала развиваются силы трения, проекция которых на ось, совпадающую с направлением движения, и будет представлять собой сопротивление от перемещения грунта в сторону. Поэтому

$$W_4 = G_{np} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \cos \varphi. \quad (7)$$

Сопротивление перемещению клина по грунту

$$W_5 = G_k \cdot (f_1 + \sin \alpha), \quad (8)$$

где G_k – вес клина, $G_k = 17 \text{ кН}$;

α – угол наклона местности, $\alpha = 5^\circ$.

Суммарное сопротивление движению определится как

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5. \quad (9)$$

Влияние скорости агрегата на сопротивление резанию грунта рассчитывается по формуле [3]

$$W_v = k_v \cdot W + \Delta W_{кин}, \quad (10)$$

где W – сопротивление резанию при скорости рабочего органа, близкой к нулю, кН ;

k_v – опытный коэффициент учета влияния физических факторов резания, $k_v = 1,05$;

$\Delta W_{кин}$ – дополнительная сила резания для сообщения движения отбрасываемым кускам грунта,

$$\Delta W_{кин} = \frac{F \cdot \delta_0 \cdot v^2}{g} \cdot \frac{\sin \delta \cdot \cos \theta}{\sin (\delta + \theta)}, \quad (11)$$

где F – площадь среза, m^2 ;
 δ_0 – объемный вес грунта $\delta_0 = 15 \text{ кН} / m$;
 v – скорость резания $v = 0,9 \text{ м} / c$;
 δ – угол резания, $\delta = 45^\circ$;
 θ – угол между траекторией ножа и направлением движения отбрасываемых кусков грунта $\theta = 80^\circ$;
 g – ускорение свободного падения.

Полученные расчетные параметры соответствуют тяговой характеристике вновь изготавливаемого лесопожарного агрегата ЛПА-521.

Литература

1. Техника, технологии и организация лесопожарных работ ВНИИПОМлесхоз лесному хозяйству / Е.И. Максимов [и др.]. – Красноярск: Гротеск, 2003. – С.31–51.
2. Система технологий и машин (СТМ) для профилактики и тушения лесных пожаров / В.А.Беляев [и др.] // Лесн. информ. – 2004. – №11. – С.10–23.
3. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. – М.: Машиностроение, 1971. – 72 с.



УДК 630.37:001.891

В.Н. Холопов, В.А. Лабзин

МОТОРНАЯ ТЕЛЕЖКА МОДУЛЬНОЙ СОЧЛЕНЕННОЙ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

Разработана, спроектирована и изготовлена экспериментальная гусеничная машина. Приведены результаты экспериментальных исследований моторной тележки сочлененной гусеничной машины при ее движении по склону без деревьев в условиях горной лесосеки в летний и зимний периоды.

Ключевые слова: гусеничная машина, тележка, лесосека, горная лесосека, склон, движение, скольжение, управляемость, исследования, результаты.

V.N. Kholopov, V.A. Labzin

MOTOR CART OF THE MODULAR ARTICULATED TRACK MACHINE

The experimental track machine is developed, designed and made. The experimental research results of the motor cart of the articulated track machine at its movement down the slope without trees in the conditions of mountain cutting area during the summer and winter periods are given.

Key words: track machine, cart, cutting area, mountain cutting area, slope, movement, sliding, controllability, research, results.

Модульная сочлененная гусеничная машина, предназначенная для выполнения различных технологических операций, должна иметь при одной энергетической (моторной) тележке, на которой монтируется двигатель, силовая передача, кабина и системы управления, несколько прицепных тележек с различным технологическим оборудованием. Отсюда следует, что моторная тележка должна иметь возможность перемещаться и без технологической тележки.

Экспериментальное исследование моторной тележки сочлененной гусеничной машины, имеющей межгусеничный дифференциал, преследовало цель: изучение движения ее по склону в летний и зимний периоды.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- оценка возможности моторной тележки перемещаться по склону без деревьев и в условиях горной лесосеки;
- оценка воздействия гусениц моторной тележки на опорную поверхность;