

Ю.Т. Цай, В.М. Груманс

ВНИИПОМлесхоз

Цай Юрий Тимофеевич родился в 1946 г., окончил в 1968 г. Красноярский сельскохозяйственный институт, кандидат технических наук, профессор, заведующий отделом организации лесопожарных работ и экономических исследований ВНИИПОМлесхоза, академик МАНЭБ. Имеет более 160 печатных работ в области механизации сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства, охраны труда и безопасности жизнедеятельности лесных пожарных.
E-mail: vniipom@akadem.ru



Груманс Виктор Михайлович родился в 1951 г., окончил в 1974 г. Красноярский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела организации лесопожарных работ и экономических исследований ВНИИПОМлесхоза. Имеет около 100 печатных работ по проблеме охраны лесов от пожаров.
E-mail: vniipom@akadem.ru



ОЦЕНКА ЭНЕРГОЗАТРАТ РАБОЧИХ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Приведена методика расчета суточных энергетических затрат при выполнении основных видов работ по тушению лесных пожаров. Общие энергозатраты определены как сумма затрат на труд и обеспечение жизнедеятельности организма.

Ключевые слова: лесные пожары, тушение, энергозатраты.

Для расчета нормативов питания лесных пожарных необходимо знать суточные энергозатраты на тушение лесных пожаров. Энергия расходуется не только на выполнение работы, но и на поддержание температуры тела, восстановление структурных элементов клеток, обеспечение их жизнедеятельности, роста и развития организма. Количество теплоты, образовавшейся в организме, является мерой суммарной энергии химических связей, подвергшихся биологическому окислению [3]. Поэтому вся энергия, образовавшаяся в организме, может быть выражена в тепловых единицах – калориях или джоулях. Общие энергозатраты определяются как сумма энергозатрат на труд и обеспечение жизнедеятельности организма (основной обмен веществ). Основной обмен – величина постоянная, составляющая 1 ккал за 1 ч на 1 кг массы тела [4]. Для мужчин массой 75 кг затраты на обеспечение жизнедеятельности организма за сутки составляют $1 \cdot 24 \cdot 75 = 1800$ ккал.

Таблица 1

Энергозатраты для различных видов работ

Вид работ и отдыха	Затраты энергии, ккал/ч
Ходьба по ровной дороге без груза	До 150
То же со скоростью 4 км/ч с грузом 10 кг	До 200
Ходьба в лесных условиях со скоростью 4 км/ч без груза	240

Ходьба по ровной поверхности в лесу со скоростью 4 км/ч с заплечным грузом, кг:	
10	270
20	288
Ходьба по склону крутизной 10° со скоростью 4 км/ч с грузом, кг:	
10	306
20	366
Движение вверх по склону крутизной 10° со скоростью, км/ч:	
2	До 250
4	До 350
Работа топором (50 ударов в 1 мин)	276
Работа лопатой, нагрузка на лопату 8 кг, длина броска 1 м, высота броска 0,5 м, 15 бросков в 1 мин, 0,420 ккал на бросок	378
Выполнение утреннего и вечернего туалета, принятие пищи	120
Устройство полевого лагеря, активный отдых, физическая подготовка, личная гигиена и т. п.	150
Сон (основной обмен) при массе человека 75 кг	75
Подъем по склону на 100 м по тропе	До 100
Спуск «	До 25

Энергозатраты на тушение лесных пожаров зависят от тяжести и интенсивности труда. Степень энергетических затрат определяется коэффициентом физической активности, который представляет собой отношение общих затрат на все виды трудовой деятельности за сутки к величине основного обмена. Для рабочих, занятых легким физическим трудом, этот коэффициент составляет 1,6; трудом средней тяжести – 1,9; тяжелым – 2,2; особо тяжелым – 2,5.

В.Ф. Шимановский, В.И. Ганопольский и Л. Гунтер [1, 4] установили энергозатраты в зависимости от вида работ, рельефа местности, характера движения и состояния пути (табл. 1). В наших исследованиях суточные энергозатраты лесных пожарных определяют по основным видам работ: захлестывание ветками кромки лесного пожара; засыпка кромки лесного пожара грунтом (лопатой); создание опорной полосы шириной 0,75 м вручную (лопатой, граблями); то же пеной с использованием ВЛП-20; устройство заградительной полосы взрывчатыми веществами (ПШ-13-20, ПЖВ-20); тушение кромки лесного пожара водой (растворами химикатов) с помощью ВЛП-20.

Общие энергозатраты лесного пожарного в течение суток (E_c , ккал) определяют как сумму энергозатрат на определенные виды работ и отдых, т. е.

$$E_c = E_1 + E_2 + \dots + E_8, \quad (1)$$

где E_1 – на переходы к кромке лесного пожара и обратно;

E_2 – на подготовку орудия к работе и устранение неисправностей;

E_3 – на подноску и заправку орудия водой (огнетушащей смесью);

E_4 – на поднятие, перемещение и опускание груза при тушении лесного пожара;

E_5 – на перерывы во время тушения лесного пожара (отдых и личные надобности);

E_6 – на принятие пищи (завтрак, обед, ужин);

E_7 – на устройство полевого лагеря, активный отдых, личную гигиену и т. п.;

E_8 – на сон (основной обмен).

Затраты энергии лесного пожарного на поднятие, перемещение и опускание груза рассчитывают по формуле [2]

$$E_4 = k \left(PHn + \frac{Pl}{9} + \frac{PH_1n}{2} \right), \quad (2)$$

где P – масса перемещаемого груза, кг;

H, H_1 – высота подъема и опускания груза, м;

n – число подъемов и опусканий груза;

l – расстояние перемещения груза, м;

k – коэффициент, равный 6.

Пример. Рассчитать энергозатраты лесного пожарного при тушении кромки лесного пожара воздушно-жидкостной струей с использованием воздуходувки ВЛП-20 за 1 ч работы.

Таблица 2

**Суточные энергозатраты лесного пожарного при тушении пожара
воздуходувкой ВЛП-20**

Вид работ и отдыха	Время работы, ч	Энергозатраты, ккал		
		на работу	на основной обмен веществ	суммар- ные
Переходы к кромке лесного пожара и обратно	0,5	125	37,5	162,5
Подготовка орудия к работе и устранение неисправностей	0,5	100	37,5	137,5
Подноска и заправка орудия водой (огнетушащей смесью)	0,5	125	37,5	162,5
Тушение кромки лесного пожара	5,0	2115	375	2490
Отдых во время работы	1,5	112,5	112,5	225
Прием пищи (завтрак, обед, ужин)	1,5	180	112,5	292,5
Устройство лагеря, активный отдых, личная гигиена и т. п.	6,5	975	487,5	1462,5
Сон	8,0	–	600	600
Итого	24	3732,5	1800	5532,5

Исходные данные для расчета энергозатрат за 1 ч работы:

- производительность при тушении кромки низового лесного пожара воздушно-жидкостной струей – 1,5...2,2 км/ч;
- масса конструкции с заправкой – 9,20+0,75=9,95 кг;
- масса емкости с водой – 1+20=21 кг;

- расстояние поднятия, опускания воздуходувки – 0,7 м;
- то же для емкости с водой – 1,45 м;
- число поднятий и опусканий воздуходувки, емкости с водой) – 3;
- масса лесного пожарного – 75 кг.

Энергозатраты рабочего за 1 ч на переходы, подготовку орудия к работе и устранения неисправностей, подноску воды (огнетушащих смесей), перерывы во время работы, принятие пищи, устройство лагеря, активный отдых, личную гигиену и сон определяют по табл. 2.

Энергозатраты лесного пожарного в течение 1 ч работы составляют: на поднятие емкости с водой за плечи:

$$E_{\text{п}}^{\text{с}} = kPHn = 6 \cdot 9,8 \cdot 21 \cdot 1,45 \cdot 3 = 5,37 \text{ кДж} = 1,30 \text{ ккал};$$

на поднятие воздуходувки в рабочее положение:

$$E_{\text{п}}^{\text{в}} = 6 \cdot 9,8 \cdot 9,95 \cdot 0,7 \cdot 3 = 1,23 \text{ кДж} = 0,29 \text{ ккал};$$

на переноску груза:

$$E_{\text{пер}}^{\text{г}} = k \frac{Pl}{9} = \frac{6 \cdot 9,8 \cdot (75 + 20) \cdot 1500}{9} = 931 \text{ кДж} = 222 \text{ ккал};$$

на переноску груза при возвращении обратно:

$$E_{\text{пер}}^{\text{в}} = \frac{kPl}{9} = \frac{6 \cdot 9,8 \cdot 85,2 \cdot 1500}{9} = 834,96 \text{ кДж} = 199 \text{ ккал};$$

на опускание емкости:

$$E_{\text{о}}^{\text{с}} = 6 \cdot 9,8 \cdot 1,45 \cdot 3 = 0,26 \text{ кДж} = 0,06 \text{ ккал};$$

на опускание воздуходувки:

$$E_{\text{о}}^{\text{в}} = 6 \cdot 9,8 \cdot 9,2 \cdot 0,7 \cdot 3 = 1,14 \text{ кДж} = 0,27 \text{ ккал}.$$

Тогда затраты энергии на поднятие, перенос и опускание груза (воздуходувка, вода) в течение 1 ч работы равны:

$$E_4 = 1,30 + 0,29 + 222 + 199 + 0,06 + 0,27 \approx 423 \text{ ккал}.$$

Общие суточные энергозатраты лесного пожарного при тушении пожара воздуходувкой ВЛП-20 составляют около 5,5 тыс. ккал (табл. 2).

Представленная методика позволяет рассчитать суточные энергозатраты при выполнении различных видов лесопожарных работ и установить нормативы питания для работающих на тушении лесных пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гунтер, Л. Практическая гигиена труда [Текст] / Л. Гунтер. – М: Медицина, 1967. – 280 с.
2. ОСТ 55-38-2000. Машины лесохозяйственные. Методы определения безопасности и эргономичности [Текст]. – М: ВНИИ и информационный центр по лесным ресурсам, 1994. – 46 с.
3. Покровский, В.М. Физиология человека [Текст] / В.М. Покровский, Г.Ф. Коротько. – М.: Медицина, 2003. – 501 с.
4. Шимановский, В.Ф. Питание в туристическом путешествии [Текст] / В.Ф. Шимановский, В.Н. Ганопольский. – М.: Профиздат, 1986. – 176 с.

Поступила 18.01.07

U.T. Tsay, V.M. Grumans

All-Russia Scientific-research Institute of Fireproof Forest Protection and Forestry
Mechanization

Estimation of Workers' Power Inputs in Forest Fire Extinguishing

The computation technique is provided for daily power inputs in performing the main types of fire extinguishing. Total inputs are defined as a sum of power inputs necessary for work and support of organism vital activity.

Keywords: forest fires, extinguishing, power inputs.

