

Полученные регрессионные модели дают возможность прогнозировать конечные значения послепожарного отпада и возобновления с целью оценки ущерба от пожаров и перспектив восстановительной динамики лиственничников на многолетней мерзлоте.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.— М.: Наука, 1976.— 279 с. [2]. Кондратьева К. А., Кудрявцев В. А. Карта геокриологического районирования СССР.— М.: МГУ, 1977. [3]. Курбатский Н. П. Пожары тайги, закономерности их возникновения и развития: Дис... докт. с.-х. наук.— Красноярск: Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1964.— 600 с. [4]. Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес.— М.: Гослестехиздат, 1948.— 124 с. [5]. Поздняков Л. К. Даурская лиственница.— М.: Наука, 1975.— 312 с. [6]. Сукачев В. Н., Зонн С. В. Методические указания по изучению типов леса.— М.: АН СССР, 1961.— 144 с. [7]. Тябер А. П. Принципы исследований строения древостоев по толщине деревьев // Лесн. журн.— 1980.— № 1.— С. 5—9.— (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Усолцев В. А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев.— Красноярск: Краснояр. ун-т, 1985.— 191 с. [9]. Яновский Л. Н., Моисеев В. С. Лесная таксация: Методические указания по учету древесной зелени.— Л.: ЛТА, 1985.— 39 с.

Поступила 8 июня 1989 г.

УДК 631.311.51

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ТИПА РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОГО КАНАЛОКОПАТЕЛЯ

В. А. ЯКИМЧУК, В. В. ГОНЧАРОВ

ЛенНИИЛХ

Для прокладки осушительных каналов глубиной от 0,8 до 2 м как в нашей стране, так и за рубежом широкое применение нашли каналокопатели с двухфрезерными рабочими органами.

В СССР наиболее распространены двухфрезерные рабочие органы с плоскими фрезами. Такую конструкцию имеют рабочие органы каналокопателей ЭТР-125А, ЭТР-153, ЭТР-172 и др. Эти фрезы прорезают щели вдоль откосов канала, а клиновидный отвал, расположенный между фрезами, и рушители, установленные на фрезах, обрушивают центральную призму грунта на плоскость фрез. Такие рабочие органы имеют недостатки. Неравномерное обрушение грунта вызывает большие динамические нагрузки в трансмиссии каналокопателя. Клиновидный отвал, являясь пассивным элементом рабочего органа, создает соответствующее тяговое сопротивление. Этот рабочий орган неспособен разрабатывать древесные включения, что приводит к необходимости предварительной корчевки пней на трассе. Этот недостаток особенно сказывается при прокладке каналов в лесоболотных условиях, поскольку здесь наблюдается как большое количество пней, так и наличие грунта с низкой несущей способностью.

Указанные недостатки рабочих органов с плоскими фрезами могут быть устранены при использовании объемных фрез, которые разрабатывают грунт по всему сечению канала без обрушения, древесные включения разрабатываются одновременно с грунтом. Однако энергоемкость фрезерования грунта плоскими фрезами ниже, благодаря использованию эффекта обрушения [1—3].

При проведении теоретического анализа энергоемкости фрезерования грунта были сделаны следующие допущения:

- 1) грунт по всему сечению канала однороден;

- 2) удельное сопротивление грунта резанию постоянно;
- 3) для плоской фрезы весь грунт вначале падает на плоскость фрезы, а затем выносится из канала;
- 4) для объемной фрезы весь грунт фрезеруется без обрушения;
- 5) отбрасывание грунта происходит в момент его выноса из канала;
- 6) фрезы работают с постоянной угловой скоростью вращения ω .

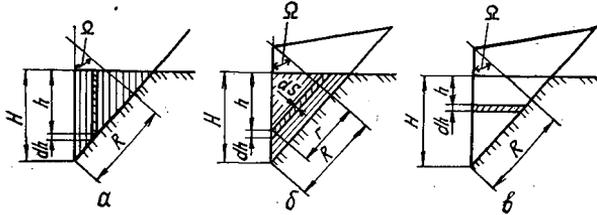


Рис. 1. Расчетные схемы: а — для плоской фрезы; б, в — для объемной фрезы

Расчетные схемы показаны на рис. 1, где сделаны следующие обозначения: R — радиус фрезы у основания; H — глубина канала; Ω — угол между осью вращения фрезы и вертикалью.

Энергоемкость фрезерования грунта плоской и объемной фрезами определяют по формулам

$$q_{\text{п}} = q_{\text{п1}} + q_{\text{п2}} + q_{\text{п3}} + q_{\text{п4}}; \quad (1)$$

$$q_{\text{о}} = q_{\text{о1}} + q_{\text{о2}} + q_{\text{о3}} + q_{\text{о4}}; \quad (2)$$

где $q_{\text{п1}}$ — энергоемкость резания и разрыхления грунта плоской фрезой;
 $q_{\text{о1}}$ — энергоемкость резания грунта объемной фрезой;
 $q_{\text{п2}}, q_{\text{о2}}$ — энергоемкость разгона грунта до скорости выброса;
 $q_{\text{п3}}, q_{\text{о3}}$ — энергоемкость трения грунта о грунт забоя;
 $q_{\text{п4}}, q_{\text{о4}}$ — энергоемкость подъема грунта из забоя.

Энергоемкость процесса определяют по формуле

$$q = \frac{N}{P} = \frac{N}{Fv_{\text{п}}}, \quad (3)$$

где N — необходимая мощность;
 P — производительность фрезы;
 F — площадь поперечного сечения разрабатываемого фрезой канала;
 $v_{\text{п}}$ — скорость поступательного движения рабочего органа.

Мощность на резание и разрыхление грунта плоской фрезой

$$N_{\text{п1}} = kFv_{\text{п}}p + k_{\text{р}}Fv_{\text{п}}(1 - p), \quad (4)$$

где k — удельное сопротивление грунта резанию;
 p — отношение площади поперечного сечения канала, разрабатываемого резами, ко всей его площади;
 $k_{\text{р}}$ — удельное сопротивление грунта разрыхлению.

Учитывая, что $k_{\text{р}} = (0,2 \dots 0,5) k$, получим:

$$N_{\text{п1}} = kPp + 0,2kP(1 - p) = kP(0,8p + 0,2), \quad (5)$$

тогда

$$q_{\text{п1}} = k(0,8p + 0,2). \quad (6)$$

Для объемной фрезы $p = 1$, следовательно,

$$q_{01} = k. \quad (7)$$

Очевидно, что энергоемкость резания и разрыхления грунта плоской фрезой меньше энергоемкости резания грунта объемной фрезой в $1/(0,8p + 0,2)$ раза, для $p = 0,25$ — в 2,5 раза.

Мощность на разгон грунта плоской фрезой до скорости выброса в соответствии с работой [3]

$$N_{n2} = \frac{\gamma_0}{g} P \omega^2 R^2, \quad (8)$$

где γ_0 — плотность грунта,
тогда

$$q_{n2} = \frac{\gamma_0}{g} \omega^2 R^2. \quad (9)$$

В соответствии с рис. 1, б

$$dN_{02} = \frac{\gamma_0}{g} v_n \omega^2 r^2 dF, \quad (10)$$

где

$$dF = \frac{h}{\sin \Omega} dS = \text{ctg } \Omega h dh. \quad (11)$$

Значение радиуса r выразим формулой

$$r = R - (H - h) \sin \Omega. \quad (12)$$

Подставляя dF и r в выражение (10) и интегрируя, находим:

$$N_{02} = \frac{\gamma_0}{g} v_n \omega^2 \text{ctg } \Omega \left(\frac{1}{2} R^2 H^2 - \frac{1}{3} R H^3 \sin \Omega + \frac{1}{12} H^4 \sin^2 \Omega \right). \quad (13)$$

Значение площади сечения канала определим по формуле

$$F = \frac{1}{2} H^2 \text{ctg } \Omega, \quad (14)$$

тогда

$$q_{02} = \frac{\gamma_0}{g} \omega^2 \left(R^2 - \frac{2}{3} R H \sin \Omega + \frac{1}{6} H^2 \sin^2 \Omega \right). \quad (15)$$

Сила трения грунта о грунт забоя

$$F_{\text{тр}} = \mu_2 m_1 \omega^2 r, \quad (16)$$

где μ_2 — коэффициент трения грунта о грунт;
 m_1 — масса грунта, находящегося на метательных элементах фрезы.

Значение массы m_1 определим по формуле

$$m_1 = \frac{\gamma_0}{g} \frac{F v_n}{n} k_k = 2\pi \frac{\gamma_0}{g} \frac{F v_n}{\omega} k_k, \quad (17)$$

где k_k — коэффициент, учитывающий, какая часть фрезы находится в контакте с грунтом в забое;
 n — частота вращения фрезы.

Мощность на трение грунта о грунт забоя

$$N_3 = F_{\text{тр}} v_{\text{ок}} = \mu_2 \frac{\gamma_0}{g} 2\pi F v_n k_k \omega^2 r^2, \quad (18)$$

где $v_{\text{ок}}$ — окружная скорость движения грунта по поверхности забоя.

Плоская фреза всю массу грунта выносит из забоя на радиусе $r = R$, поэтому мощность

$$N_{п3} = \mu_2 \frac{\gamma_0}{g} 2\pi F v_n k_k \omega^2 R^2, \quad (19)$$

а энергоемкость

$$q_{п3} = \mu_2 \frac{\gamma_0}{g} 2\pi k_k \omega^2 R^2. \quad (20)$$

Для объемной фрезы в соответствии с рис. 1, б

$$dN_{о3} = \mu_2 \frac{\gamma_0}{g} 2\pi v_n k_k \omega^2 r^2 dF. \quad (21)$$

Подставляя значения dF и r в выражение (21) и интегрируя, получаем:

$$N_{о3} = \mu_2 \frac{\gamma_0}{g} 2\pi v_n k_k \omega^2 \operatorname{ctg} \Omega \left(\frac{1}{2} R^2 H^2 - \frac{1}{3} R H^3 \sin \Omega + \frac{1}{12} H^4 \sin^2 \Omega \right). \quad (22)$$

Тогда

$$q_{о3} = \mu_2 \frac{\gamma_0}{g} 2\pi k_k \omega^2 \left(R^2 - \frac{2}{3} R H \sin \Omega + \frac{1}{6} H^2 \sin^2 \Omega \right). \quad (23)$$

Работа, затраченная на подъем грунта из забоя, равна потенциальной энергии, приобретенной этим грунтом при подъеме:

$$A_4 = mgh, \quad (24)$$

тогда

$$dA = dmgh = \gamma_0 h F v_n dt. \quad (25)$$

Мощность на подъем грунта из забоя

$$dN_4 = \gamma_0 h v_n dF. \quad (26)$$

В соответствии с рис. 1, а

$$dF = h dh \operatorname{ctg} \Omega. \quad (27)$$

Подставляя значение dF в выражение (26) и интегрируя, получаем:

$$N_{п4} = \frac{1}{3} \gamma_0 v_n \operatorname{ctg} \Omega H^3, \quad (28)$$

а энергоемкость

$$q_{п4} = \frac{2}{3} \gamma_0 H. \quad (29)$$

Объемная фреза выносит грунт из забоя без его обрушения в соответствии с рис. 1, в

$$dF = (H - h) \operatorname{ctg} \Omega dh. \quad (30)$$

Подставляя это значение в выражение (26) и интегрируя, получим:

$$N_{о4} = \frac{1}{6} \gamma_0 v_n \operatorname{ctg} \Omega H^3, \quad (31)$$

а

$$q_{о4} = \frac{1}{3} \gamma_0 H. \quad (32)$$

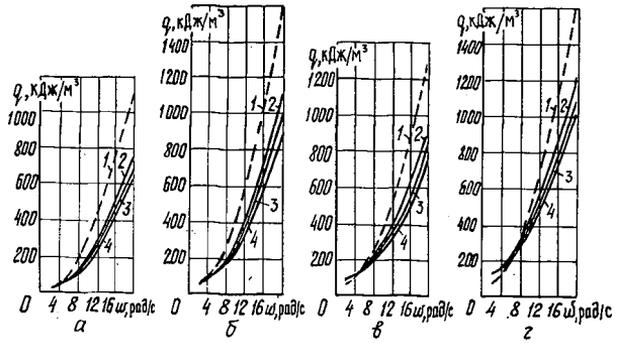
Очевидно, что энергоемкость подъема грунта плоской фрезой в 2 раза выше, чем объемной. Суммарная энергоемкость фрезерования грунта плоской и объемной фрезами

$$q_n = k(0,8p + 0,2) + \frac{\gamma_0}{g} \omega^2 R^2 (1 + \mu_2 2\pi k_k) + \frac{2}{3} \gamma_0 H; \quad (33)$$

$$q_0 = k + \frac{\gamma_0}{g} \omega^2 \left(R^2 - \frac{2}{3} RH \sin \Omega + \frac{1}{6} H^2 \sin^2 \Omega \right) (1 + \mu_2 2\pi k_k) + \frac{1}{3} \gamma_0 H. \quad (34)$$

На рис. 2 показаны зависимости энергоемкости фрезерования грунта от угловой скорости вращения для плоской и объемных фрез с радиусом $R = 1$ м и коэффициентом $k_k = 0,35$ при прокладке канала глубиной $H = 1$ м на торфяном и минеральном грунтах I, II и III категории.

Рис. 2. Зависимость энергоемкости фрезерования грунта от угловой скорости вращения фрез: а — для торфяного грунта; б, в, г — для минерального грунта соответственно I, II и III категорий; 1 — для плоской фрезы; 2, 3, 4 — для объемных фрез соответственно $\Omega = 35^\circ$, $\Omega = 40^\circ$, $\Omega = 55^\circ$



Характеристики свойств грунтов сведены в таблицу.

Тип грунта	μ_2	k_k , Н/м ²	γ_0 , Н/м ³
Торфяной	0,7	17 920	11 000
Супесь I категории	0,58	16 608	18 000
Суглинок II »	0,34	57 798	18 000
» III »	0,46	120 412	20 000

Удельное сопротивление грунта резанию определяли в соответствии с работой [4] для острых резцов, без учета их трения о грунт.

Теоретический анализ позволяет сделать следующие выводы.

По способу разработки грунта объемные фрезы не являются более энергоемкими, чем плоские, энергоемкость фрезерования грунта зависит от параметров фрез и режимов их работы.

Плоские фрезы имеют меньшую энергоемкость резания и разрыхления грунта, однако при равных режимах работы объемные фрезы расходуют меньше энергии на разгон грунта, трение его о грунт забоя и подъем из забоя.

При одинаковых режимах работы на слабых грунтах объемные фрезы имеют меньшее значение энергоемкости фрезерования грунта по сравнению с плоскими фрезами.

Таким образом, для прокладки осушительных каналов глубиной от 0,8 до 2 м в лесоболотных условиях наиболее рациональным является двухфрезерный рабочий орган с объемными фрезами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гарбузов З. Е., Барановская В. И. Проектирование каналостроительных машин.— М.: Машиностроение, 1984.— 136 с. [2]. Ламин В. И. Каналокопатели, выпускаемые в СССР и за рубежом: Обзор.— М.: ЦНИИЭстроймаш, 1970.— 56 с. [3]. Мащенко А. А. Энергонасыщенные машины в мелиорации.— Минск: Наука и техника, 1985.— 288 с. [4]. Фомичев В. П. Методика расчета оптимальных режимов работы траншейных экскаваторов.— Ростов-на-Дону: Ростов. инж.-строит. ин-т, 1971.— 118 с.

Поступила 30 ноября 1987 г.

УДК 630*5 : 630*2

ЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИПНЯКОВ*П. А. СОКОЛОВ*

Марийский политехнический институт

В силу биологических особенностей липа, представляющая большую ценность как медонос, служит объектом получения продуктов пчеловодства, древесины и луба. Невозможно создать насаждения, отвечающие требованиям максимального получения одновременно всех этих продуктов. Даже по отношению к ствольной древесине не существует оптимальной густоты, обеспечивающей во всех возрастах липняков наивысший прирост древесины и самое высокое ее качество. Тем более, не согласуются цели хозяйства для получения продуктов пчеловодства и выращивания древесины высокого качества. В первом случае преследуется цель формирования хорошо развитых крон деревьев, через которые проникали бы солнечные лучи, что создает условия максимальной нектаропродуктивности; во втором — быстрое очищение от сучьев и формирование полнодревесных стволов. Следовательно, цели и пути их достижения различны в древостоях этих двух категорий, и речь должна идти о способах формирования оптимальных древостоев двух специализированных секций хозяйства: нектарной и товарной, так как разные цели требуют и разного подхода к их решению.

Для конкретных почвенно-климатических условий липняки нектарной секции должны отвечать требованиям максимальной нектаровыделительной способности, обладать устойчивостью против неблагоприятных внешних факторов, наилучшим образом выполнять водоохранно-защитные и санитарно-гигиенические функции.

Основное назначение липняков товарной секции, помимо водоохранно-защитных и санитарно-гигиенических функций, — в получении древесины определенных размеров и качества в соответствии с потребностями народного хозяйства и с учетом не только сегодняшнего спроса, но и отдаленной перспективы.

Условия формирования древостоев, обуславливающих целевое назначение, различны. Рабочей гипотезой при обосновании оптимальной полноты липняков нектарной секции послужило общепринятое положение, что наиболее активные физиологические процессы в древесном ярусе насаждений происходят при максимуме фитомассы живой листвы деревьев. В этих условиях наиболее активно протекают фотосинтез, транспирация, поглощение и задержание кроной атмосферных осадков. Это, в свою очередь, создает благоприятные условия для образования цветочных почек и усиления нектаровыделения в период цветения.

Насаждение — это саморегулирующая система. Саморегуляция происходит, с одной стороны, при уменьшении числа деревьев на единице площади, с другой, при увеличении размеров крон (их относительной протяженности по стволу и горизонтальной проекции), а в конечном счете — в результате увеличения фитомассы. До определенного возраста древостоев размеры кроны не компенсируются увеличением числа деревьев для достижения максимума фитомассы листвы на единице площади. Оптимальная же полнота обеспечивает этот максимум.