

МАДИ (ГТУ)

Кафедра сервиса дорожно-строительных машин

Утверждаю

Зав.кафедрой СДСМ

проф., к.т.н. Локшин Е.С.

доцент, к.т.н. Даугелло В.А.

*Методические указания к
лабораторной работе*

**"Выявление применимости бульдозеров
в конкретных условиях эксплуатации"**

Москва 2009

- **Цель работы: Изучение устройства, назначения и принципа действия бульдозеров. Выявление применимости конкретных бульдозеров для проведения работ в заданных условиях эксплуатации, в том числе грунтовых, путем проведения тягового расчета. Определение технической производительности бульдозеров при разработке и перемещении грунта**

Тяговый расчет бульдозера

Тяговое усилие
бульдозера по
мощности заданного
трактора

$$T_N = \frac{N_E \cdot k_{заг} \cdot \eta}{v \cdot (1 - \delta)}$$

- N_E – номинальная мощность двигателя
- $k_{заг}$ – коэффициент загрузки двигателя трактора ($k_{заг} = 0.7$ для тракторов с механической трансмиссией)
- v – скорость движения трактора без загрузки (принимать наименьшее значение)
- δ – среднее значение коэффициента буксования при рабочем ходе бульдозера ($\delta=0.18...0.22$ для бульдозера на базе гусеничного трактора)
- η – КПД трансмиссии и движителя ($\eta=0.7...0.95$)

Тяговый расчет бульдозера

Тяговое усилие по сцеплению

$$T_{\varphi} = m \cdot g \cdot \varphi$$

- m – масса бульдозера (эксплуатационная масса базового трактора и бульдозерного оборудования, т);
- g – ускорение свободного падения ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);
- φ – коэффициент использования сцепного веса ($\varphi = 0,7 \dots 0,9$ – для гусеничных бульдозеров).

- Из двух расчетных значений тягового усилия для последующих расчетов принимается наименьшее значение

$$T = \min(T_{\varphi}; T_N)$$

Уравнение тягового баланса

$$T \geq W_f + W_p + W_{np} + W_{тр}$$

- W_f – сопротивление перемещению бульдозера
- W_p – сопротивление грунта резанию;
- W_{np} – сопротивление перемещению призмы волочения;
- $W_{тр}$ – сопротивление от трения грунта перед отвалом.

Уравнение тягового баланса

Сопротивление перемещению бульдозера

$$W_f = m \cdot g \cdot (f \pm i)$$

- f - коэффициент сопротивления перемещению бульдозера (для гусеничных бульдозеров при движении по свежесрезанному грунту $f = 0,06 \dots 0,1$);
- i - уклон местности (при работе под уклон принимается со знаком минус, при работе на подъем - со знаком плюс).

Уравнение тягового баланса

Сопротивление перемещению призмы
волочения

$$W_{np} = \frac{V_{np} \cdot k_{np}}{k_{px}} \cdot g \cdot \gamma \cdot (\mu \pm i)$$

- V_{np} – объем призмы волочения;
- k_{np} – поправочный коэффициент к объему призмы волочения, зависящий от соотношения высоты и ширины отвала, а также физико-механических характеристик разрабатываемого грунта;
- μ - коэффициент трения грунта по грунту ($\mu = 0,4 \dots 0,8$ возрастает с уменьшением связности).

Уравнение тягового баланса

Объем призмы волочения

$$V_{np} = \frac{B \cdot H^2 \cdot k_y}{2 \operatorname{tg} \varphi_1}$$

- φ_1 – угол естественного откоса грунта в движении ($\varphi_1 = 20^\circ \dots 50^\circ$ - меньшее число для сыпучих грунтов, большее – для связных);
- k_y – коэффициент учета влияния уклона местности.

Уравнение тягового баланса

Сопротивление от трения грунта перед отвалом

$$W_{тр} = \frac{V_{np} \cdot k_{np}}{k_{px}} \cdot g \cdot \gamma \cdot \mu_1 \cdot \cos^2 \alpha$$

α – угол резания (регулируется винтовыми или гидравлическими раскосами и выбирается в пределах $\alpha = 45^\circ \dots 60^\circ$);
 μ_1 - коэффициент трения грунта по отвалу.

Уравнение тягового баланса

Усилие резания грунта в конце процесса

$$W_p = T - (W_f + W_{np} + W_{mp})$$

Усилие резания грунта в начале процесса

$$W_p = T - W_f$$

Уравнение тягового баланса

Определение средней толщины стружки в процессе копания

$$h_{min} = \frac{T - (W_f + W_{np} + W_{mp})}{B \cdot k}; \quad h_{max} = \frac{T - W_f}{B \cdot k}$$



$$h_{cp} = \frac{h_{max} + h_{min}}{2}$$

Продолжительность цикла рабочего процесса бульдозера

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

- t_1 – время, затрачиваемое на набор грунта;
- t_2 - время, затрачиваемое на его перемещение;
- t_3 – время на холостой(обратный) ход;
- t_4 – время вспомогательных операций.

Продолжительность цикла

Длина участка резания

$$l_1 = \frac{V_{np}}{F \cdot k_{px}} = \frac{V_{np}}{(B \cdot h_{cp}) \cdot k_{px}}$$

Время, затрачиваемое на набор грунта

$$t_1 = \frac{l_1}{V_I} = \frac{l_1}{V_I(1 - \delta)}$$

V_I – скорость резания грунта (на первой передаче).

Продолжительность цикла

Скорость перемещения грунта

$$V_{пер} = V_{II} \cdot (1 - \delta)$$

V_{II} – скорость передачи при перемещении грунта.

Время, затрачиваемое на перемещение грунта

$$t_2 = \frac{L - l_1}{V_{пер}}$$

Продолжительность цикла

Время обратного хода

$$t_3 = \frac{L}{V_{III}}$$

V_{III} – скорость передачи при обратном ходе.

Техническая производительность бульдозера

$$P_T = \frac{3600 \cdot V_{np} \cdot k_{np}}{T_{ц} \cdot k_{px}} \cdot k_k \cdot k_c \cdot k_{фо}$$

- k_k - коэффициент учета квалификации машиниста;
- k_c - коэффициент сохранения грунта при транспортировании;
- $k_{фо}$ - коэффициент влияния на производительность формы отвала.

Исходные данные

Параметры бульдозеров

Вариант	1	2	3	4	5	6
Бульдозер	ДЗ-54	ДЗ-35	D8R	D10R	D58P-1	D575A-2SR
Мощность, кВт	79,40	132,40	228,00	425,00	97,00	784,00
Скорость, 1 пер., м/с	0,66	0,70	0,97	1,11	0,81	1,03
Скорость, 2 пер., м/с	1,05	1,28	1,72	1,97	1,47	1,89
Скорость, 3 пер. назад, м/с	1,50	1,81	3,86	4,33	2,81	3,83
Масса трактора, т	12,00	15,00	28,50	55,20	14,00	118,00
Масса агрегата, т	13,71	17,06	32,63	61,90	16,00	132,00
Ширина отвала, м	3,22	3,36	3,94	4,86	3,35	5,80
Высота отвала, м	1,10	1,20	1,69	2,12	1,06	3,10
Коэффициент загрузки двигателя	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80
КПД трансмиссии	0,95	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90

Исходные данные

Условия эксплуатации

Вариант	Тип грунта	Путь перемещения грунта, м	Уклон местности
1	песок	15	0,05
2	суглинок легкий	20	0
3	суглинок легкий	30	-0,05
4	суглинок плотный	40	0,05
5	суглинок плотный	50	0
6	глина ломовая	60	-0,05

Исходные данные

Физико - механические параметры грунтов

	Объемная масса, т/м ³	Коэффициент разрыхления	Удельное сопротивление резанию кН, м ²	Коэффициент трения грунта по металлу	Угол естественного откоса, град	Коэффициент трения грунта по грунту
1 песок	1,50	1,15	65	0,35	30	0,80
2 суглинок легкий	1,60	1,2	120	0,40	37	0,60
3 суглинок легкий	1,70	1,2	160	0,45	40	0,55
4 суглинок плотный	1,85	1,25	230	0,50	43	0,50
5 суглинок плотный	1,90	1,25	300	0,60	45	0,45
6 глина ломовая	1,95	1,3	400	0,80	50	0,40

Примечание. Студенту выдается задание в виде двух вариантов. Например, 2-5. Первая цифра означает номер варианта параметров бульдозеров, вторая – условия эксплуатации.

Перечень констант

Величина	Значение	Величина	Значение
δ	0,2	φ	0,9
g	9,81	f	0,06
K_y (при $i>0$)	0,75	K_y (при $i<0$)	1,5
t_4	15	$K_{пр}$	1,2
K_k	0,85	$K_c = K_{фо}$	1,0

Задание

- Дать изображение бульдозера в соответствии с предложенным вариантом. Обозначить на рисунке основные элементы конструкции машины. Описать назначение машины и ее конструктивные особенности.
- Рассчитать в соответствии с предложенным вариантом параметры рабочего цикла и производительность бульдозера.
- Сделать выводы по проделанной работе.

Отчет по работе

- Отчет по работе должен состоять из:
 - Титульного листа ;
 - Варианта задания;
 - Методических указаний;
 - Результатов выполнения задания.
- Отчет может быть представлен в виде:
 - Текстового документа, отпечатанного из файла Microsoft Word;
 - Файла презентации Microsoft PowerPoint.