

САНКТ - ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНЖЕНЕРНО - СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

доцент, к.т.н. Галузин В.М., доцент, к.т.н. Данилов В.М.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим занятиям по строительным машинам

РАБОТА N 3

РАСЧЕТ ТЯГОВОГО БАЛАНСА ПРИ РАБОТЕ БУЛЬДОЗЕРА
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Указания разработаны на кафедре
«Технология, организация и экономика строительства»

Санкт - Петербург
2000 г.

РАБОТА N 3
РАСЧЕТ ТЯГОВОГО БАЛАНСА ПРИ РАБОТЕ БУЛЬДОЗЕРА
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

1. Исходные данные

Варианты исходных данных (приложение 1). Технические характеристики бульдозеров (приложение 2).

2. Состав задания

2.1 Определить сопротивление при копании грунта.

2.2 Определить эксплуатационную производительность бульдозера.

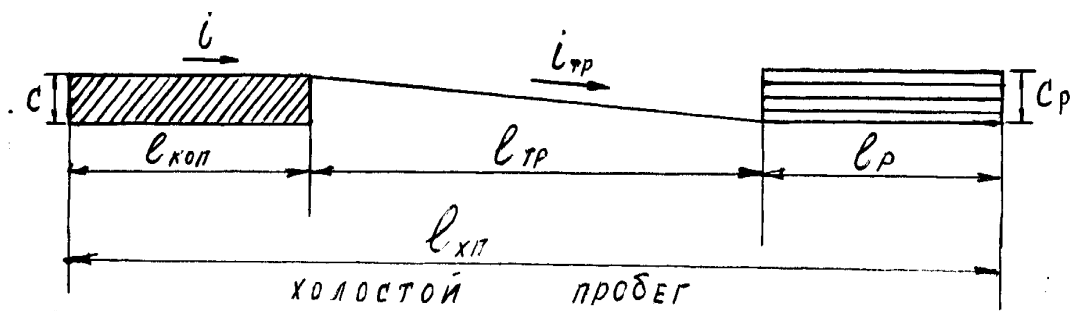
3. Рекомендации по выполнению

3.1. Определить сопротивление при копании грунта.

Рабочий цикл бульдозера состоит из следующих последовательных операций:

- резание (копание) грунта и набор грунтовой призмы;
- транспортировка грунта;
- раскладка грунтовой призмы слоем определенной толщины (возможна и сосредоточенная ее разгрузка);
- холостой пробег и возвращение к месту разработки.

Схему рабочего цикла можно представить в следующем виде:



Очевидно, что наибольшее сопротивление испытывает бульдозер на заключительной стадии резания и набора грунта в призму, когда еще велико сопротивление копанию и уже значительна величина сопротивления от перемещения грунтовой призмы. Усилие, которое необходимо развить бульдозеру, должно быть больше суммы сопротивлений:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \quad [\text{кг}] \quad (1)$$

W_1 - сопротивление копанию;

W_2 - сопротивление движению;

W_3 - сопротивление волочению грунтовой призмы отвалом;

W_4 - сопротивление внутреннему трению грунта.

Соппротивление копанию определяется по формуле:

$$W_1 = P_k * c * L * \sin \beta \quad [\text{кг}] \quad (2)$$

- где : P_k - удельное сопротивление копанию для данной группы грунта , кг/см², (принимаем по таб. 1);
 c - средняя толщина срезаемого слоя грунта (стружки),м (приложение 1);
 L - длина отвала бульдозера,м (приложение 2);
 β - угол поворота отвала в плане относительно оси трактора, град., (принимаем 90⁰).

Соппротивление движению :

$$W_2 = G (f \pm t) \quad [\text{кг}] \quad (3)$$

- где: G - вес бульдозера, кг (приложение 2);
 f - удельное сопротивление движению, величина которого для гусеничной машины и рыхлого грунта может быть принята равной 0,15;
 t - уклон участка копания (принимаем равным 0).

Соппротивление волочению грунтовой призмы отвалом :

$$W_3 = G_{гр} (\mu \pm t) \sin \beta \quad [\text{кг}] \quad (4)$$

- где : $G_{гр}$ - вес грунтовой призмы;
 μ - коэффициент трения грунта о грунт, принимает значения от 0,4 до 0,8 (меньшие значения соответствуют влажным и глинистым грунтам);

Вес грунтовой призмы определяется по формуле :

$$G_{гр} = q * \rho \quad [\text{кг}] \quad (5)$$

- где: q - объем грунтовой призмы, м³;
 ρ - плотность грунта, кг/м³ (таб. 1).

Объем грунтовой призмы определяем по формуле :

$$q = \frac{L * H^2}{2} * \frac{1}{K_{гр}} \quad [\text{м}^3] \quad (6)$$

где: **L** - длина отвала, м (приложение 2);
H - высота отвала, м (приложение 2);
K_{пр} - коэффициент заполнения грунтовой призмы,
(принимается по таблице 2).

Сопротивление внутреннему трению грунта

$$W_4 = L * H^2 * \gamma * \chi \quad [\text{кг}] \quad (7)$$

где: **χ** - коэффициент, учитывающий внутреннее трение
грунта, принимается :
для глины : 0,31; суглинок – супесь : 0,37- 0,41;
песок – гравий : 0,46 – 0,50.

Пользуясь приведенными выше формулами (1-7), таблицами 1,2 и приложениями 1, 2, необходимо определить сумму сопротивлений **W** (форм.1) и установить возможность разработки грунта бульдозером, при этом должно быть удовлетворено условие :

$$W \leq T$$

где **T** – наибольшее тяговое усилие (при наименьшей скорости движения), принимаемое по приложению 2. При неудовлетворении неравенства необходимо наметить пути снижения сопротивления при копании (уменьшение толщины стружки, работа под уклон и т.д.) или принять более мощный бульдозер.

Таблица 1

Сопротивление копанию грунта

Группа грунта по трудности разработки	Вид Грунта	Удельное сопротивление копанию P_k при работе бульдозера, $\text{кг}/\text{см}^2$	Плотность грунта, $\text{кг}/\text{м}^3$
I	Песок ,супесь, суглинок мягкий	0,3	1300
II	Суглинок без включений, гравий мелкий и средний, глина мягкая влажная или разрыхленная	0,8	1500
III	Суглинок крепкий, глина средней крепости	1,4	1700
IV	Суглинок крепкий со щебнем или галькой, глина крепкая	2,0	2000

Значения коэффициента $K_{пр}$

H / L	Значения коэффициента $K_{пр}$	
	грунт связный	грунт несвязный
0,25	0,70	1,15
0,30	0,80	1,20
0,35	0,85	1,20
0,40	0,90	1,30
0,45	0,95	1,50

3.2 Определить эксплуатационную производительность бульдозера.

Эксплуатационная производительность бульдозера определяется по формуле:

$$P_{\text{ч}}^{\text{э}} = q * \frac{3600}{t_{\text{ц}}} * K_{\text{п}} * \frac{1}{K_{\text{р}}} * K_{\text{в}} \quad [\text{м}^3/\text{час}] \quad (8)$$

где: $t_{\text{ц}}$ - длительность цикла (учитывает перерывы и затраты времени , связанные с выполнением технологических операций),сек.;

$K_{\text{п}}$ - коэффициент потерь грунта (схода грунта с отвала) при транспортировке грунтовой призмы;

$K_{\text{р}}$ - коэффициент разрыхления грунта (отношение объема рыхлого грунта к объему того же грунта в плотном состоянии);

$K_{\text{в}}$ - коэффициент использования рабочего времени, учитывающий организационные перерывы .

Длительность технологического цикла работы бульдозера можно определить по формуле:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{коп}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{р}} + t_{\text{хп}} + t_{\text{доп}} \quad [\text{с}] \quad (9)$$

где: $t_{\text{коп}}$ - длительность копания (набора грунтовой призмы);

$t_{\text{тр}}$ - длительность транспортировки грунта;

$t_{\text{р}}$ - длительность раскладки грунтовой призмы;

$t_{\text{хп}}$ - длительность холостого пробега;

$t_{\text{доп}}$ - дополнительное время на переключение передач, установку отвала, повороты.

При этом:

$$t_{\text{коп}} = \frac{\text{время копания } L_{\text{коп}}}{V_{\text{коп}}} \quad [\text{с}] \quad (11)$$

$$L_{\text{коп}} = \frac{\text{длина участка копания } q}{L * c * K_{\text{р}}} \quad [\text{м}] \quad (12)$$

В формулах **11, 12** :

q - объем грунтовой призмы, м³;

L- длина отвала бульдозера, м;

c - толщина стружки грунта, м;

K_p - коэффициент разрыхления грунта;

V_{коп} - скорость копания, м/с (приложение 2).

Величина коэффициента разрыхления **K_p** может быть принята равной:

- для гравия и песка - 1,10
- для супеси - 1,15
- для суглинков - 1,20
- для глин - 1,30

Далее:

время транспортирования

$$t_{\text{тр}} = \frac{L_{\text{тр}}}{V_{\text{тр}}} \quad [c] \quad (13)$$

L_{тр} - длина участка транспортирования м,(приложение 1),

V_{тр} - скорость при транспортировке грунта, м/с, (приложение 2).

время раскладки

длина участка раскладки

$$t_p = \frac{L_p}{V_p} \quad [c] \quad (14)$$

$$L_p = \frac{q * K_{\text{п}}}{L * c_p} \quad [m] \quad (15)$$

В формулах **14, 15** :

q - объем грунтовой призмы, м³;

L - длина отвала бульдозера, м;

C_p- толщина слоя раскладки,м;

V_p - скорость при раскладке грунта, м/с

равна скорости транспортировки (приложение 2);

K_п= 1 – 0,005 **L_{тр}**.

Величина **K_п** зависит от дальности перемещения грунта, от степени его связности и влажности, а также от конструкции отвала и способа транспортировки.

$$t_{\text{хп}} = \frac{L_{\text{коп}} + L_{\text{тр}} + L_p}{V_{\text{хп}}} \quad [c] \quad (16)$$

V_{хп} - скорость при холостом пробеге, м/с (приложение 2)

t_{доп} = 20с (величина ,обычно принимаемая на практике)

Величина **K_в** (коэффициент использования рабочего времени)при разработке грунта может быть принята равной 0,85.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грубник Г.А. Методические указания к лабораторной работе “Определение сопротивлений при разработке грунта бульдозером и его технической производительности”. Л., 1977, 15 с.
2. Дроздов Н.Е. , Фейгин Л.А. Курсовое и дипломное проектирование по специальности строительные машины и оборудование. М., Стройиздат, 159 с.
3. Галузин В.М., Телешев В.И. “Выбор строительных машин для производства земляных работ”. Л., 1987, 81 с.

Варианты исходных данных

Вариант	Вид грунта	Бульдозер	Толщина стружки С, см.	Толщина слоя раскладки С _р , см.	Длина участка транспортирования L _{тр} , м
1	Песок	ДЗ-53	20	30	30
2	Суглинок	ДЗ-18	25	30	50
3	Супесь	ДЗ-28	25	20	60
4	Гравий мелкий	ДЗ-18	20	35	40
5	Глина разрыхленная	ДЗ-53	20	25	50
6	Суглинок крепкий	ДЗ-19	10	30	55
7	Глина средней креп.	ДЗ-28	15	20	40
8	Суглинок мягкий	ДЗ-18	20	30	60
9	Супесь	ДЗ-53	30	20	30
10	Суглинок крепкий	ДЗ-28	20	30	45
11	Глина крепкая	ДЗ-19	15	20	50
12	Суглинок со щебнем	ДЗ-28	15	30	40
13	Гравий средний	ДЗ-53	20	30	35
14	Песок	ДЗ-18	30	30	50
15	Глина средняя	ДЗ-53	20	20	40
16	Суглинок крепкий	ДЗ-28	15	25	60
17	Глина мягкая	ДЗ-19	20	30	70
18	Глина крепкая	ДЗ-28	15	30	50
19	Супесь	ДЗ-18	30	25	45
20	Песок	ДЗ-19	30	30	60

Приложение 2

Технические характеристики бульдозеров

Показатели	ДЗ - 53	ДЗ - 18	ДЗ - 19	ДЗ - 28
Наибольшее тяговое усилие, кгс	10 000			
Размеры отвала, м				
длина - L	3,2	3,9	4,0	3,9
высота - H	1,2	1,0	1,0	1,0
Скорость перемещения, км/час				
при копании грунта	2,4	2,4	2,4	3,6
при транспортировке и раскладке	6,4	6,4	6,4	8,8
при холостом пробеге	10,0	10,0	10,0	12,2
Вес бульдозера с рабочим оборудованием, т	14,11	13,80	17,10	16,32