



Расчетно-графическая работа №1 (часть 2)

При выполнении рабочих операций бульдозером скорость движения базового трактора зависит от сопротивлений, возникающих при работе машины. Для определения скорости движения бульдозера в той или иной операции технологического цикла - при резании грунта, его перемещении необходимо определить суммарное сопротивление ΣW_i всех внешних сил, воздействующих на бульдозер во время этих операций и сравнить его с тяговым усилием T_i трактора, подобрать скорость таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$\Sigma W_i < T_i, \quad (6)$$

где T_i - тяговое усилие трактора в кН, развиваемое при соответствующей скорости его перемещения.

Суммарное сопротивление всех внешних сил, воздействующих на бульдозер при выполнении операций технологического цикла, определяется :

$$\Sigma W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4, \quad (7)$$

где W_1 - сопротивление грунта резанию, кН;

W_2 - сопротивление перемещению призмы грунта волочением перед отвалом, кН;

W_3 - сопротивление, возникающее при движении грунта вверх по поверхности отвала, кН;

W_4 - сопротивление, возникающее при движении бульдозера, как транспортной машины, кН.

Сопротивление грунта резанию во время операции по набору грунта в призму волочения определяется по зависимости:

$$W_1 = B * h_p * K_1 * 10^3, \text{ кН}, \quad (8)$$

где B - длина отвала бульдозера, м;

h_p - толщина срезаемой стружки грунта, м;

K_1 - удельное сопротивление грунта резанию ножевой кромкой бульдозера, МПа, (табл. 2).

Сопротивление перемещению призмы грунта волочением перед отвалом:

$$W_2 = V_{\text{пр.вал.}} * \gamma * g(\mu \pm i) * 10^{-3}, \text{ кН} \quad (9)$$

где $V_{\text{пр.вал.}}$ - объем грунта в призме волочения, м^3 ;

γ - плотность грунта $\text{кг}/\text{м}^3$;

g - ускорение силы тяжести, $\text{м}/\text{с}^2$ ($g = 9,81$);

μ - коэффициент трения грунта по грунту;

i - уклон пути движения бульдозера, $i = \text{tg}\alpha$ - коэффициент сопротивления движению бульдозера на уклон (или подъем), α - угол наклона пути движения принимается со знаком "+" для движения на подъем и со знаком "-" при движении под уклон.

Коэффициент трения грунта по грунту принимается $\mu = 0,4 \dots 0,8$, при этом меньшие значения принимают для влажных и глинистых грунтов.

Сопротивление, возникающее при движении грунта вверх по поверхности отвала определяется:

$$W_3 = V_{\text{пр.вал.}} * \gamma * g * \text{Cos}^2\delta * \mu' * 10^{-3}, \text{ кН}, \quad (10)$$

где δ - угол резания грунта ножевой кромкой отвала ($\delta = 50 \dots 55^\circ$), град.;

μ' - коэффициент трения грунта по металлу, принимается для суглинка и супеси -

$\mu' = 0,5 \dots 0,6$, для глины - $\mu' = 0,7 \dots 0,8$, для песка - $\mu' = 0,35 \dots 0,50$.

Сопротивление, возникающее при движении бульдозера, как транспортной машины, определяется:

$$W_4 = G_m * g(f * \text{Cos}\alpha \pm \text{Sin}\alpha) * 10^{-3}, \text{ кН}, \quad (11)$$

где G_m - масса бульдозера, кг;

g - ускорение силы тяжести, $\text{м}/\text{с}^2$;

f - коэффициент удельного сопротивления движению транспортного средства по поверхности пути, определяется по табл. 4;

α - угол наклона транспортного пути к горизонту, град.

Таблица 4

Коэффициент удельного сопротивления движению, f

Дорожные условия	Пневмоколесный ход	Гусеничный ход	Колесная прицепная машина
Свеженасыпанный грунт (песок, супесь)	0,3	0,15	0,1
Плотный грунт (суглинок, глина)	0,2	0,12	0,1
Щебеночное покрытие	0,04	0,05	0,05

Для определения суммарного времени всего рабочего цикла бульдозера необходимо определить расчетную длину набора грунта в призму волочения, выбрать скорости движения бульдозера на различных технологических операциях. Для этого сначала необходимо определить тяговое усилие трактора на максимальной мощности двигателя при движении на первой передаче коробки скоростей. Характеристики гусеничных тракторов приведены в табл. 14.

$$T_N = N_{дв} * \eta_M / v_1, \text{кН} \quad (12)$$

Где, T_N - тяговое усилие трактора, кН;

$N_{дв}$ - максимальная мощность двигателя, кВт;

η_M - коэффициент полезного действия трансмиссии (= 0,85);

v_1 - скорость движения трактора на первой передаче, м/сек.

Сила тяги бульдозера по сцеплению с грунтом определяется:

$$T_{сц} = m_б * g * \varphi * 10^{-3}, \text{кН} \quad (13)$$

$T_{сц}$ - сила тяги бульдозера по сцеплению, кН;

$m_б$ - масса бульдозера с навесным оборудованием, кг;

φ - коэффициент сцепления ходовой части бульдозера с грунтом, определяется по табл. 5.

Для определения суммарного времени всего рабочего цикла бульдозера необходимо определить расчетную длину набора грунта в призму волочения, выбрать скорости движения бульдозера на различных технологических операциях. Для этого сначала необходимо определить тяговое усилие трактора на максимальной мощности двигателя при движении на первой передаче коробки скоростей. Характеристики гусеничных тракторов приведены в табл. 14.

$$T_N = N_{дв} * \eta_m / v_1, \text{кН} \quad (12)$$

Где, T_N - тяговое усилие трактора, кН;

$N_{дв}$ - максимальная мощность двигателя, кВт;

η_m - коэффициент полезного действия трансмиссии (= 0,85);

v_1 - скорость движения трактора на первой передаче, м/сек.

Сила тяги бульдозера по сцеплению с грунтом определяется:

$$T_{сц} = m_б * g * \varphi * 10^{-3}, \text{кН} \quad (13)$$

$T_{сц}$ - сила тяги бульдозера по сцеплению, кН;

$m_б$ - масса бульдозера с навесным оборудованием, кг;

φ - коэффициент сцепления ходовой части бульдозера с грунтом, определяется по табл. 5.

Таблица 5

Коэффициент сцепления с поверхностью пути, φ

Характеристика пути	Пневмоколесный ход	Гусеничный ход	
		без шпор	со шпорами
глина сухой	0,6	0,9	1
глина влажный, суглинок	0,3	0,8	0,9
супесь	0,21	0,4	0,8
песок	0,15	0,2	0,4

Условие движения бульдозера без буксования:

Свободная сила тяги бульдозера (или запас тягового усилия) по сцепному весу определяется по зависимости:

$$T_1 = T_{\text{сц.}} - (W_2 + W_3 + W_4) \quad , \text{ кН.} \quad (14)$$

Свободная сила тяги бульдозера по мощности определяется:

$$T_2 = T_N - (W_2 + W_3 + W_4) \quad , \text{ кН} \quad (15)$$

Для дальнейших расчетов необходимо, сравнив полученные значения T_1 и T_2 , принять меньшее значение.

Далее определяем расчетное значение глубины резания в конце набора грунта, используя формулу 14:

$$h'_p = T_1 (\text{или } T_2) / B * K_1 * 10^3, \text{ м.} \quad (16)$$

В начале процесса резания грунта, когда все тяговое усилие расходуется только на резание грунта и перемещение бульдозера, свободная сила тяги будет равна:

$$T_3 = T_N - W_4 \quad , \text{ кН.} \quad (17)$$

Поэтому отвал бульдозера в начале процесса резания может быть опущен на глубину:

$$h''_p = T_3 / B * K_1 * 10^3, \text{ м.} \quad (18)$$

Тогда средняя величина толщины срезаемой стружки грунта будет равна:

$$h^2_p = (h'_p + h''_p) / 2, \text{ м.} \quad (19)$$

Объем грунта в призме волочения можно определить, и исходя из величины средней площади сечения снимаемой стружки грунта и длины участка набора грунта, т.е.

$$V_{\text{пр.вол.}} = l_p * B * h_p^c, \text{ м}^3 \quad (20)$$

В этом случае длина участка набора (резания) грунта определится:

$$l_p = V_{\text{пр.вол.}} / B * h_p^c \text{ м.} \quad (21)$$