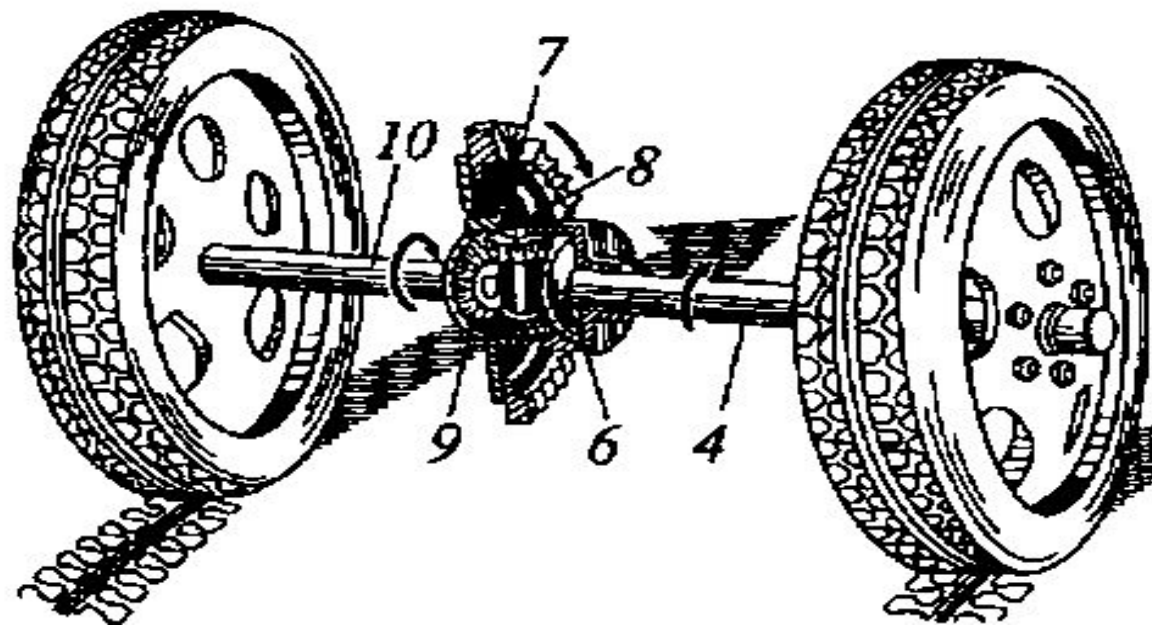


## Т.4.2. ТЯГОВЫЕ РАСЧЁТЫ



Презентация к уроку по дисциплине «Строительные машины и средства малой механизации» для 3 курса по теме «ТЯГОВЫЕ РАСЧЁТЫ»  
Специальность: 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений».

Разработала преподаватель Конева Л. М.  
Верхняя Пышма 2018

## *ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ В РАСЧЕТАХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН*

- Решение задач на уравнение движения. Внешнее сопротивление передвигению машины

$$W = W_{\text{ро}} + W_{\text{пер}} + W_{\text{пов}} \pm W_{\text{у}} \pm W_{\text{и}} + W_{\text{в}}$$

- где  $W_{\text{ро}}$  – сопротивление на рабочем органе машины, Н;  
 $W_{\text{пер}}$  – сопротивление передвигению движителей по горизонтальному пути, Н;  
 $W_{\text{пов}}$  – сопротивление повороту машины, Н;  
 $W_{\text{у}}$  – сопротивление движению на уклоне местности, Н;  
 $W_{\text{и}}$  – сопротивление инерции при разгоне и торможении, Н;  
 $W_{\text{в}}$  – сопротивление ветрового давления, Н.

- В этом уравнении сохраняются только те сопротивления, которые имеют место в конкретном транспортном режиме работы машины.

$W_{\text{пр}}$  зависит от назначения и типа машины, характера выполняемых работ, конструкции рабочего органа и других факторов. Его расчет ведут для конкретных типов технологических машин.

$$W_{\text{пер}}(3) \approx f \cdot G$$

где  $f$  – коэффициент сопротивления передвижению движителя (табл. 1);

$G$  – вертикальная составляющая внешней нагрузки на движители (сила тяжести машины).

$W_{\text{пов}}$  не учитывают для колесных машин при движении по твердому основанию. Для колесных машин при езде по рыхлому грунту:

$$W_{\text{пов}} = (0,25 \text{ (4) } 0,5) \cdot W_{\text{пер}}$$

**Таблица 1 - Коэффициенты сопротивления передвижению  
двигателя  $f$  и сцепления  $\varphi_2$**

Вид опорной поверхности	Шинноколесный двигатель				Гусеничный движетель	
	Шины высокого давления		Шины низкого давления			
	$f$	$\varphi_2$	$f$	$\varphi_2$	$f$	$\varphi_2$
Асфальт сухой	0,015...0,02	0,7... 0,8	0,02	0,7... 0,8	-	-
Грунтовая дорога	0,02... 0,06	0,6... 0,7	0,025...0,035	0,4... 0,6	0,06...0,07	0,8...1,0
сухая укатанная	0,02... 0,06	0,6... 0,7	0,025...0,035	0,4... 0,6	0,06...0,07	0,8...1,0
Грунт рыхлый свежесыпанный	0,2... 0,3	0,3... 0,4	0,1... 0,2	0,4... 0,6	0,07... 0,1	0,6...0,7
слежавшийся уплотненный	0,1... 0,2	0,4... 0,6	0,1... 0,15	0,5... 0,7	0,08	0,8...1,0

# Продолжение таблицы 1

Вид опорной поверхности	Шинноколесный двигатель				Гусеничный двигатель	
	Шины высокого давления		Шины низкого давления			
	f	$\varphi_2$	f	$\varphi_2$	f	$\varphi_2$
Песок влажный	0,1... 0,4	0,3... 0,6	0,06... 0,15	0,4... 0,5	0,05... 0,1	0,6...0,7
сухой	0,4... 0,5	0,25... 0,3	0,2... 0,3	0,2... 0,4	0,15... 0,2	0,4...0,5
Снег рыхлый	0,4... 0,5	0,15... 0,2	0,1... 0,3	0,2... 0,4	0,1... 0,25	0,25... 0,35
укатанный	0,05... 0,1	0,25... 0,3	0,03... 0,05	0,3... 0,5	0,04...0,06	0,4...0,6
Болото	-	-	0,25	0,1	0,3	0,15
				0,7		0,5 0,6

$W_H$  и  $W_E$  - учитывают только для шинноколесных, для гусеничных машин пренебрегают.

Движение машины возможно, если выполняется условие (условие движения)  $T_{max} \geq W$

т.е максимальное тяговое усилие должно быть не меньше суммарного сопротивления движению  $W$ . Усилие ограничено двумя факторами: мощностью привода и условиями сцепления движителя с опорным основанием, с которыми оно связано следующими зависимостями:

$$T_{max}(P_x) = \frac{1000 \cdot P_x \cdot \eta_x}{v}$$

$$T_{max}(\phi) = G \cdot \phi_2$$

- где  $P_x$  - суммарная мощность двигателей, Вт;  
 $\eta_x$  - общий КПД ходового оборудования машины;  
 $v$  - скорость передвижения, м/с;  
 $\phi_2$  - коэффициент сцепления движителя с основанием (табл.1)

- Если условие не выполняется по  $T_{max}(P_x)$  : не хватает мощности, машина не может двигаться (переход на низкие передачи). Если условие не выполняется по  $T_{max}(\phi)$  : нет движения из-за буксования движителей (подкладывают материал с большим  $\phi_2$ )

- **Сопротивление повороту** колесных машин, передвигающихся по твердому основанию, обычно мало и в расчетах не учитывается.
- При езде по рыхлому грунту можно принять

$$W_{n0B} = (0,25 \dots 0,5) Ж_{пер}.$$

Сопротивление повороту гусеничных машин определяется затратами энергии на срезание и смятие грунта гусеницами и на преодоление сил трения гусениц о грунт. При движении по вязкому рыхлому грунту  $W_{n0B} = (0,4 \dots 0,7) Ж_{пер}$ , по твердому грунту —  $W_{пов} = (0,3 \dots 0,5) W_{пер}$ .

С уменьшением радиуса поворота

- Сопротивление движению от уклона местности **определяют по формуле**

$$W_y = \pm mg \cdot \sin a,$$

где  $m$  — масса машины, кг;

$g$  — ускорение свободного падения ( $g=9,81 \text{ м/с}^2$ );

$a$  — угол подъема пути машины.

Знак (+) соответствует движению машины на подъем, (-) — под уклон.



- **Сопротивление сил инерции** при разгоне и торможении в предположении равноускоренного (равнозамедленного) движения

$$W_{\text{п}} = \pm mv / t_{\text{p(j)}}$$

где  $V$  — "скорость в конце разгона или начале торможения, м/с;

$t_{\text{p(т)}}$  — продолжительность разгона (торможения), с.

Знак (+) принимается при разгоне, (-) — при торможении.

- **Сопротивление ветрового давления**

$$W_{\text{в}} = Sq_{\text{в}}$$

где  $S$  — площадь, воспринимающая давление ветра, м<sup>2</sup>;

$q_{\text{в}}$  — распределенная ветровая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> воспринимающей поверхности, Па.

# Сопротивление ветрового

## давления

Сопротивление ветрового давления

$$W_B = Sq_B$$

где  $S$  — площадь, воспринимающая давление ветра, м<sup>2</sup>;

$q_B$  — распределенная ветровая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> воспринимающей поверхности, Па.

Два последних сопротивления учитывают, в основном, в тяговых расчетах шинноколесных машин, передвигающихся со сравнительно большими скоростями. Гусеничные машины передвигаются с малыми скоростями и для них указанные сопротивления оказываются малыми, в связи с чем ими обычно пренебрегают. В проектных тяговых расчетах гусеничных машин из двух сопротивлений подъему и повороту учитывают лишь одно, имеющее большее значение, поскольку для этих машин одновременного подъема и поворота всегда можно избежать.

Движение машины возможно, если максимальное тяговое усилие машины  $P_{max}$  будет не меньше суммарного сопротивления движению:  $P_{max} > W$ .

Усилие  $P_{\max}$  ограничено двумя факторами — мощностью привода ходового устройства и условиями сцепления движителя с опорным основанием, с которыми оно связано зависимостями:

$$P_{\max}(N_x) = 1000 N_x \eta_{x/v}, \quad P_{\max}(\Phi) = G \Phi_2,$$

где  $N_x$  — суммарная мощность двигателей механизма передвижения, кВт;

$\eta_x$  — общий КПД механизма передвижения;

$v$  — скорость передвижения, м/с;

$\Phi_2$  — коэффициент сцепления движителя с основанием (см. табл.1).

- Неудовлетворение указанному выше условию по тяговому усилию  $P_{\max}(N_x)$  означает недостаток мощности для движения машины с заданной скоростью  $v$ .
- Движение возможно с переходом на более низкие скорости передвижения, если они не ограничены кинематикой привода. Если то же условие не удовлетворяется по усилию  $P_{\max}(\quad)$ , то это означает, что машина не сможет двигаться из-за буксования двигателей. Движение ее возможно при увеличении нормальной к поверхности передвижения нагрузки  $G$  или увеличении коэффициента сцепления  $\mu$ . Для повышения значения данного коэффициента под буксующий двигатель обычно подкладывают материал с большим коэффициентом сцепления.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [http://studopedia.ru/5\\_92061\\_tyagovie-rascheti-so-protivleniy-peredvizheniyu-mashini.html](http://studopedia.ru/5_92061_tyagovie-rascheti-so-protivleniy-peredvizheniyu-mashini.html)
- <http://www.studfiles.ru/preview/3934874/page:12/>
- [https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fbgsptk.bobr.by%2Fzagruzki%2Fmetodichka\\_stroitelnie\\_mashini.doc&name=metodichka\\_stroitelnie\\_mashini.doc&lang=ru&c=5742f6aac901](https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fbgsptk.bobr.by%2Fzagruzki%2Fmetodichka_stroitelnie_mashini.doc&name=metodichka_stroitelnie_mashini.doc&lang=ru&c=5742f6aac901)

- Расчёты можно посмотреть на сайте
- [https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fbgsptk.bobr.by%2Fzagruzki%2Fmetodichka\\_stroitelnie\\_mashini.doc&name=metodichka\\_stroitelnie\\_mashini.doc&lang=ru&c=5742f6aac901](https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fbgsptk.bobr.by%2Fzagruzki%2Fmetodichka_stroitelnie_mashini.doc&name=metodichka_stroitelnie_mashini.doc&lang=ru&c=5742f6aac901)

- Определить параметры для крана при монтаже плит перекрытия размером 6500 x 3000x 220 (мм); весом 2,8 т; срезка растительного грунта 0,2; пролет 6,5 м; масса такелажной оснастки 0,195 т; верх стены 4,8 м; высота балки 220 мм.

- **Решение:**

1. Определяем высоту подъема крюка:

$$H_{кр} = h_o + h_3 + h_э + h_c \text{ м.} = 5,22 + 0,5 + 0,22 + 3 = 8,94 \text{ (м)}$$

Расстояние от уровня строповки крана до опоры монтажного элемента при монтаже плит перекрытия

$$h_o = H_{в.стены.} + H_{балки, фермы} + H_{ср} \text{ (м).} = 4,8 + 0,22 + 0,2 = 5,22 \text{ (м)}$$

$h_3$  – запас по высоте, необходимый для установки элемента, принимаемый от 0,5 до 2 м;  $h_э$  – высота элемента в положении подъёма;  $h_c$  – высота строповки в м, при монтаже фундамента принимается = 3.

2. Определяем высоту подъема стрелы крана:

$$H_{ст} = H_{кр} + h_n \text{ м.} = 8,94 + 2 = 10,94 \text{ (м)}$$

где  $h_n$  – высота полиспаста в максимально растянутом положении = 2 м.

3. Определяем минимальный требуемый вылет стрелы крана (без гуська):

$$l_{ст(мин)} = \frac{(H_{ст} - h_{ш}) \times (d + 0,5 + e)}{h_{c+} + h_n} + a = \frac{(10,94 - 1,5) \times (6,5 \sqrt{2} + 0,5 + 0,25)}{3 + 2} + 1,5 = 9,0 \text{ (м)}$$

где  $d$  – половина длины плиты покрытия (м);  $e$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента = 0.25 м,  $h_{ш}$  – расстояние от уровня стоянки крана до шарнира пяты стрелы 1,5 м.,  $a$  расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы = 1.5 м;

- 4. Определяем требуемый вылет стрелы:

$$l_{ст.} = = = 10.4 \text{ (м)}$$

где  $l_{п}$  – пролет здания (м),  $вп$  – ширина плиты покрытия

- 5. Определяем длину стрелы крана:

$$l_{стр} = = = 12,75 \text{ (м)}$$

- 6. Определяем требуемую грузоподъемность крана:

$$Q = q_э + q_т = 2,8 + 0,195 = 2,995 = 3 \text{ (т)}$$

где  $q_э$  – масса элемента, т;  $q_т$  – масса такелажной оснастки, т.

- **Ответ:** необходимо подбирать кран с параметрами не менее: высота подъема стрелы: 10,94 м;  
длина стрелы: 12,75 м; грузоподъемность крана 3 т.