

## SECTION 8. Architecture and construction.

THE CALCULATION OF THE RESISTANCE OF TRANSESSUALE  
TURN

**Abstract:** Calculations based on the rolling resistance of the rollers, the friction rollers on the ground with the shift to perpendicular to the flow direction, the frictional resistance in the device of the formation of a cushion of soil over the trench, the Total moment of forces of resistance of the basic machine-turn.

**Key words:** transessuali, resistance, supply, construction, backfilling, trench, reliability, durability.

**Language:** Russian

**Citation:** Toksambaeva RK, Dykembayev TK (2016) THE CALCULATION OF THE RESISTANCE OF TRANSESSUALE TURN. ISJ Theoretical & Applied Science, 06 (38): 68-73.

**Soi:** <http://s-o-i.org/1.1/TAS-06-38-14> **Doi:**  <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2016.06.38.14>

## РАСЧЕТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРАНШЕЕЗАСЫПАТЕЛЯ ПОВОРОТУ

**Аннотация:** Выполнены расчеты по сопротивлению качению опорных катков, сопротивление трения катков о грунт при сдвиге в перпендикулярном подаче направлении, сопротивление трения в устройстве формирования валика грунта над траншеей, Общий момент сил сопротивления базовой машины повороту.

**Ключевые слова:** траншеезасыпатель, сопротивление, подача, конструкция, засыпка, траншея, надежность, долговечность.

Расчетная схема сопротивления повороту приведена на рисунках 1, 2 и 3. В процессе работы базовая машина испытывает действие бокового усилия, создаваемого внешним сопротивлением рабочему движению рабочего органа. Это сопротивление составляет сумма усилий резания грунта, сопротивления трения перемещению разработанного грунта в процессе его транспортирования в траншею и сопротивления разгрузки рабочего органа с формированием валика грунта над траншеей. Оно направлено перпендикулярно направлению движения подачи рабочего органа и противоположно – его рабочему движению.

Так как это усилие приложено к элементам траншеезасыпателя, расположенным на значительном расстоянии впереди базовой машины, оно создает вращающий момент ее поворота вокруг центра С.

Во избежание нарушения условий нормальной работы рабочего органа и всего оборудования в целом, возможность поворота траншеезасыпателя.

Проверка может быть выполнена расчетными методами. При этом тангенциальное усилие  $P_{TT}$  создающее вращающий момент поворота, определится по формуле:

$$P_{TT} = P_{P3} + P_{PL} + P_T + P_B \quad (1)$$

где  $P_{P3}$  – сопротивление резанию грунта зубцами. Его наибольшее значение получается при разработке грунта кавальера III категории.  $P_{P3} \approx 19,49кН$  [1, стр.54];

$P_{PL}$  – сопротивление резанию грунта лопастями рабочего органа,  $P_{PL} \approx 42,45кН$  [2, стр.70];

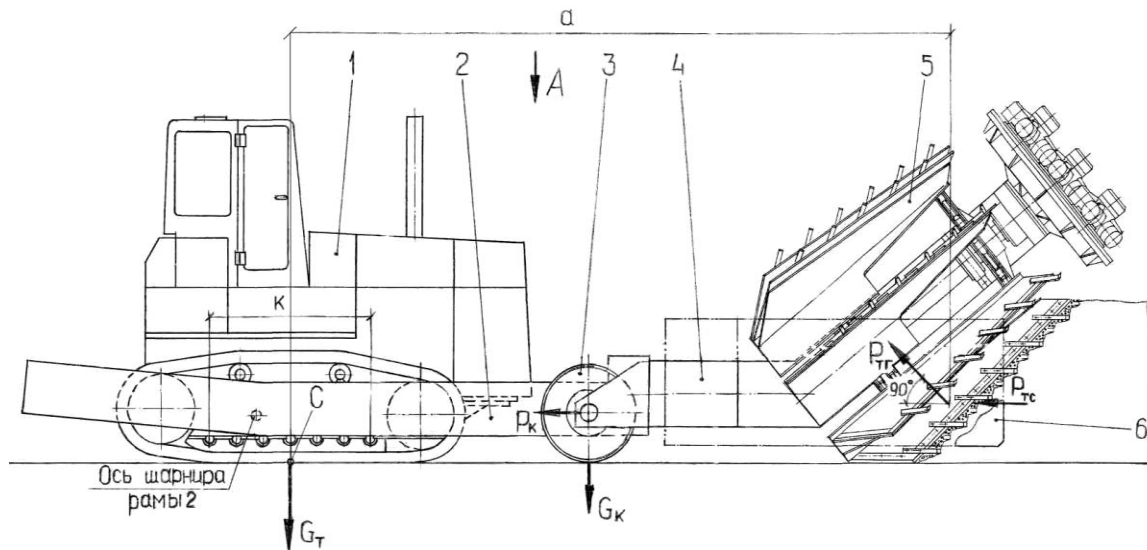
$P_m$  – сопротивление трения по грунту перемещаемого рабочим органом объема грунта,  $P_T \approx 16,61кН$  [2, стр.82];

$P_B$  – сопротивление разгрузки рабочего органа, в результате которой формируется валик грунта над траншеей,  $P_B \approx 4,87кН$  [2, стр.70].

Следовательно,  
 $P_{TT} = 19,45 + 42,45 + 16,61 + 4,87 = 83,42кН$

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	



1 – базовая машины – трактор Т-25.01Я; 2 – рама толкающая; 3 – каток опорный; 4 – траверса; 5 – рабочий орган; 6 – устройство формирования валика грунта над траншеей

Рисунок 1 – Траншеезасыпатель. Схема к расчету сопротивления повороту.

Повороту базовой машины препятствуют другие внешние нагрузки, создающие вращающие моменты противоположного направления – технологическое сопротивление внедрению режущих элементов рабочего органа в грунт  $P_{TC}$ , сопротивление качению опорных катков рабочего органа в направлении подачи  $P_K$ , сопротивление трения катков сдвигу от трения в перпендикулярном направлении  $P_{TK}$ , сопротивление трения в устройстве формирования валика грунта над траншеей  $P_{ФВ}$ .

При этом создаваемый внешними нагрузками суммарный момент сил поворота базовой машины определится по формуле:

$$M_{пов} = P_{TC} \cdot a - (P_{TC} + P_K) \cdot b - P_{TK} \cdot c - P_{ФВ} \cdot d \quad (2)$$

в которой  $a, b, c, d$  – плечи приложения соответствующих нагрузок относительно центра  $C$  потенциального поворота трактора. Как определено ранее,  $P_{TC} = 24,67 \text{ кН}$  [3, стр.77].

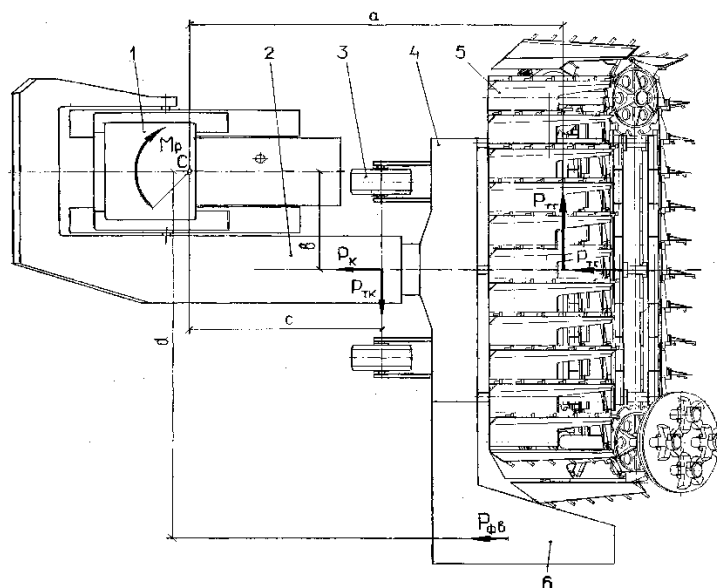


Рисунок 2 – Расчетная схема сопротивления повороту. Вид А на рисунке 1.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Сопротивление качению опорных катков

$$P_K = \mu_K \cdot G_K \quad (3)$$

где  $\mu_K=0,2$  – коэффициент сопротивления движению опорных катков траншеезасыпателя [1, стр.98].

$G_K$  - нагрузка на опорные катки

$$G_K = G'_{PO} \cdot \frac{l_1}{l_2} = 66 \cdot 2 = 132 \text{ кН}$$

$G'_{PO}$  - часть силы тяжести рабочего органа, воспринимаемая опорными катками. Принимается  $G'_{PO} = 0,6 \cdot G_{PO} = 0,6 \cdot 110 = 66 \text{ кН}$

$l_1, l_2$  – расстояние от оси шарнира толкающей рамы 2 до центра тяжести рабочего органа 5 и до оси вращения катков 3.

$$\frac{l_1}{l_2} \approx 2$$

$$M_{\text{пов}} = 83,42 \cdot 8,7 - (24,67 + 26,4) \cdot 2,34 - 92,4 \cdot 4,2 - 10 \cdot 8,6 = 725,75 - 119,5 - 388,08 - 86 = 132,17 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Препятствующей повороту момент реакции базовой машины  $M_p$  определяется из следующего (рисунок 2).

Силы тяжести трактора  $G_T$ , равномерно распределенная между опорными катками гусениц, создает на гусенице под каждым из катков локальное усилие трения, препятствующее повороту.

$$P_1 = \mu \cdot G_1 = \mu \cdot \frac{G_T}{n_K} = 0,7 \cdot \frac{313}{14} = 15,65 \text{ кН} \quad (5)$$

где  $G_1$  - нагрузка на один каток от силы тяжести трактора;

$G_T$  - сила тяжести трактора;

Следовательно,  $P_K = 0,2 \cdot 132 = 26,4 \text{ кН}$ .

Сопротивление трения катков о грунт при сдвиге в перпендикулярном подаче направлении

$$P_{TK} = f_{TP} \cdot G_K = 0,7 \cdot 132 = 92,4 \text{ кН} \quad (4)$$

где:  $f_{TP}$  - коэффициент трения скольжения катков по грунту [1, стр. 257].

Сопротивление трения в устройстве формирования валика грунта над траншеей  $P_{ФВ}=10,0 \text{ кН}$ .

Плечи приложения нагрузок имеют следующие величины:

$$a=8,7; \text{ } \varphi=2,3 \text{ м}; \text{ } c=4,2 \text{ м}; \text{ } d=8,6 \text{ м};$$

После подстановки в формулу (2) этих данных получается:

$n_K$  - число опорных катков; Для трактора Т-25.01Я  $G_T = 313 \text{ кН}; n_K = 14$ ;

$\mu$  - коэффициент трения;  $\mu = (0,7 \div 1,0)$  [1, стр.257]

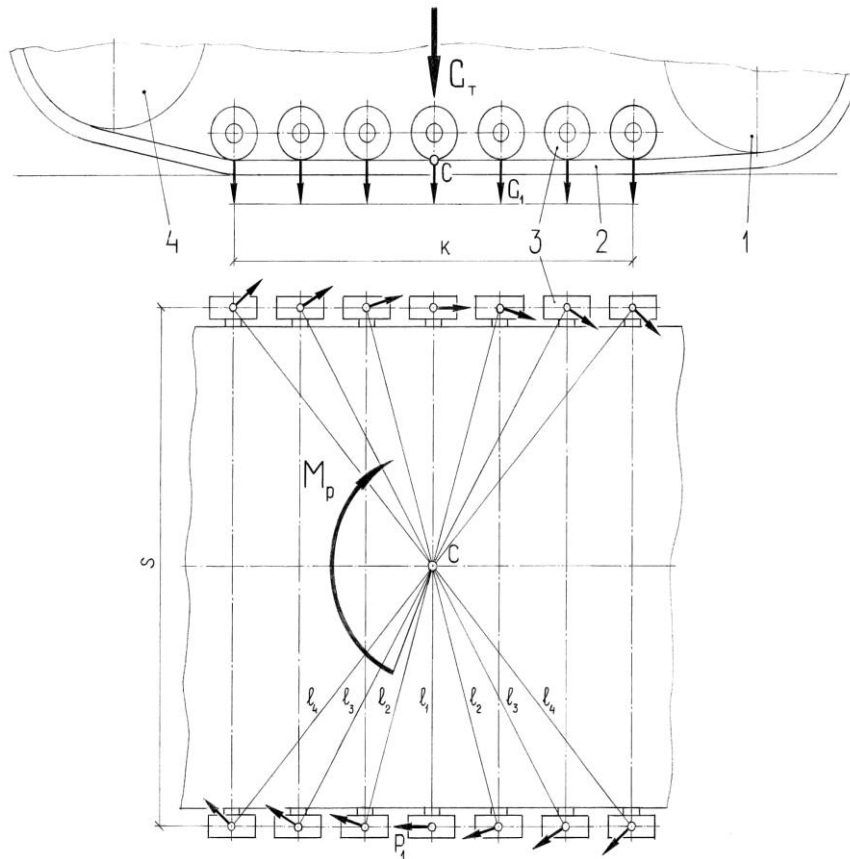
При этом каждым катком создается единственный момент силы трения относительно центра С

$$\mu = P_1 \cdot l_i \quad (5)$$

где  $l_i$  - плечо приложения силы трения, создаваемый каждым отдельным катком, относительно центра С.

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	



1 – звездочка передняя; 2 – гусеница; 3 – каток опорный; 4 – звездочка задняя  
**Рисунок 3 – К расчету момента сил сопротивления базовой машины повороту.**

Общий момент сил сопротивления базовой машины повороту определяется по формуле:

$$M_p = \sum_{i=1}^{n_k} M_i = \sum_{i=1}^{n_k} P_i \cdot l_i \quad (6)$$

Плечи  $l_i$  приложения сил трения  $P_i$  определяются из соотношений:

$$l_1 = \frac{S}{2} = 1,15 \text{ м},$$

где  $S$  – межосевое расстояние гусениц трактора. Для трактора Т-25.01Я;  $S=2,3$  м;

$$l_2 = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + \left(\frac{K}{n_n}\right)^2} \quad (7)$$

где  $n_n$  – число промежутков между катками гусеницы:

$$n_n = \frac{n_k - 2}{2} = \frac{14 - 2}{2} = 6$$

$k$  – межосевое расстояние между крайними катками гусеницы. Для трактора Т-25.01 Я  $k=2,04$  м;

$$l_3 = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + \left(\frac{2K}{n_n}\right)^2} \quad (8)$$

$$l_4 = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + \left(\frac{3K}{n_n}\right)^2} \quad (9)$$

После подстановки данных получается, что

$$l_2 = \sqrt{1,15^2 + 0,34^2} \approx 1,2 \text{ м};$$

$$l_3 = \sqrt{1,15^2 + 0,68^2} \approx 1,34 \text{ м};$$

$$l_4 = \sqrt{1,15^2 + 1,02^2} \approx 1,54 \text{ м};$$

и  $M_p$  определяется по формуле:

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

$$M_p = z \cdot P_1 \cdot l_1 + 4P_1 \cdot l_2 + 4P_1 \cdot l_3 + 4P_1 \cdot l_4 = \mu G_1 \cdot (2l_1 + 4l_2 + 4l_3 + 4l_4) = \quad (10)$$

$$= 0,7 \frac{313}{14} (2 \cdot 1,15 + 4 \cdot 1,2 + 4 \cdot 1,34 + 4 \cdot 1,54) = 15,65 \cdot 18,62 = 291,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Следовательно,  $M_p$  больше, чем  $M_{нов}$  более, чем в 2 раза, что при постоянном контакте всех 14 катков трактора с гусеницами обеспечивает надежное сопротивление повороту.

Однако, в движении может оказаться, что при выезде на выпуклый участок пути два крайних катка каждой гусеницы приподнимутся и выйдут из контакта с гусеницей. При этом

$$M_p = P_1 \cdot (2l_1 + 4 \cdot l_2 + 4l_3) = 21,91(2,3 + 4,8 + 5,6) = 21,91 \cdot 12,46 = 273 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

В случае, если из контакта с гусеницами выйдут еще 2 пары катков

$$P_1 = \mu \frac{G_T}{6} = 0,7 \cdot \frac{313}{6} = 36,52 \text{ кН}$$

и

$$M_p = P_1 \cdot (2l_1 + 4 \cdot l_2) = 36,52(2,3 + 4,8) = 36,52 \cdot 7,1 = 259,29 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Следовательно, и в случаях нарушения контакта части катков с гусеницами сопротивление повороту надежно обеспечивается. И только при внезапном резком возрастании тангенциального усилия  $P_{TT}$  (например, при наличии в грунте кавальера крупных камней, металлических предметов или кусков древесины) восстановление сопротивления повороту потребует вмешательства машиниста.

Тракторы Т35.01Я, Т-40.01Я и Т-50.01К имеют значительно большие конструктивную массу, а также размеры узла опорных катков, чем у трактора Т-25.01Я. В связи с этим, их сопротивление повороту еще более велико, и его проверка не требуется.

Однако, трактор Т-11.01Я имеет конструктивную массу 14280 кг, силу тяжести  $G_T \approx 142,8 \text{ кН}$  при числе опорных катков  $n_k=12$  и параметрах опорного узла  $k=1,65$  и  $S=1,88$  м

и

$$M_p = P_1 \cdot (4l_1 + 4 \cdot l_2 + 4l_3) = 8,33(4 \cdot 0,95 + 4 \cdot 1,06 + 4 \cdot 1,25) = 8,33 \cdot 13,04 = 108,62 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Так как  $M_p < M_{нов}$  сопротивление этого трактора повороту не обеспечено, и его использование в качестве базовой машины траншеезасыпателя не может быть рекомендовано.

Трактор Т-20.01Я имеет конструктивную массу 24650 кг, силу тяжести  $G_T \approx 246,5 \text{ кН}$  при

сопротивление повороту обеспечивают только 10 катков.

Тогда

$$P_1 = \mu \frac{G_T}{10} = 0,7 \cdot \frac{313}{10} = 21,91 \text{ кН}$$

и

Для этого трактора

$$P_1 = \mu \frac{G_T}{n_k} = 0,7 \cdot \frac{142,8}{12} = 8,33 \text{ кН}$$

$$l_1 = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + \left(\frac{K}{2n_n}\right)^2} n_n = \frac{12-2}{2} = 5$$

$$l_1 = \sqrt{\left(\frac{1,88}{2}\right)^2 + \left(\frac{1,65}{2 \cdot 5}\right)^2} = \sqrt{0,94^2 + 0,165^2} \approx 0,95 \text{ м};$$

$$l_2 = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + \left(\frac{1,5K}{n_n}\right)^2} = \sqrt{0,94^2 + 0,495^2} \approx 1,06 \text{ м};$$

$$l_3 = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + \left(\frac{2,5K}{n_n}\right)^2} = \sqrt{0,94^2 + 0,825^2} \approx 1,25 \text{ м};$$

числе опорных катков  $n_k=14$  и параметрах опорного узла  $k=1,98$  и  $S=2,1$  м.

Для этого трактора

$$P_1 = \mu \frac{G_T}{n_k} = 0,7 \cdot \frac{246,5}{14} = 12,325 \text{ кН}$$

## Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИИ (Russia) = 0.234	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

$$l_1 = \frac{S}{2} = \frac{2,1}{2} = 1,05_M; \quad n_n = 6; \quad \frac{K}{n_n} = \frac{1,98}{6} = 0,33_M$$

$$l_3 = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + \left(\frac{2K}{n_n}\right)^2} = \sqrt{1,05^2 + 0,66^2} \approx 1,24_M;$$

$$l_2 = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + \left(\frac{K}{n_n}\right)^2} = \sqrt{1,05^2 + 0,33^2} \approx 1,1_M;$$

$$l_4 = \sqrt{\left(\frac{S}{2}\right)^2 + \left(\frac{3K}{n_n}\right)^2} = \sqrt{1,05^2 + 0,99^2} \approx 1,42_M;$$

и

$$M_p = P_1 \cdot (2l_1 + 4 \cdot l_2 + 4l_3 + 4l_4) = 12,325(2 \cdot 1,05 + 4 \cdot 1,1 + 4 \cdot 1,24 + 4 \cdot 1,42) = 12,325 \cdot 17,14 = 211,25 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Для этого трактора  $M_p, M_{нов}$ , в связи с чем его сопротивление повороту обеспечено. Трактор может использоваться в качестве базовой машины траншеезасыпателя.

## References:

1. (1972) Dorozhnye mashiny, chast'1. Mashiny dlya zemlyanykh работ / Alekseeva T.V. i dr. – Moscow: Mashinostroenie, 1972.
2. Remyantsev VA, Figlin IZ (1980) Transheyne ekskavatory – Moscow: Mashinostroenie, 1980.
3. Spivakovskiy AO, D'yachkov VK (1983) Transportiruyushchie mashiny. – Moscow: - Mashinostroenie, 1983.
4. Anur'ev VI (1978) Spravochnik konstruktora – mashinostroitelya. Tom 1 – Moscow: Mashinostroenie, 1978.
5. Balovnev VI (1981) Modelirovanie protsessov vzaimodeystviya so sredoy rabochikh organov dorozhno-stroitel'nykh mashin. – Moscow: Vysshaya shkola, 1981.
6. (1987) Bul'dozery i rykhlyteli / Zakharchuk B.Z. i dr. – Moscow: - Mashinostroenie, 1987
7. Vayskrants VM (1983) Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mashin dlya zemlyanykh работ v usloviyakh zharkogo klimata - -: Stroyizdat, 1983.
8. (1978) Mashiny dlya stroitel'stva i sodержaniya dorog i aerodromov/Sharts A.Z. i dr. – Moscow: Mashinostroenie, 1978.
9. (1986) Mashiny i oborudovanie dlya stroitel'stva meliorativnykh sistem. Otrasevyy katalog – Moscow: TsNIITStroyMash, 1986.
10. Mentyukov VP (1971) Zemlyanye работы na stroitel'stve magistral'nykh truboprovodov. – Moscow: Nedra, 1971.