

УДК 629.114

Причины и последствия буксования трактора, а также методы расчета и предотвращения данного явления

Фомин Вадим Игоревич

fvi19km207@student.bmstu.ru

Козлов Владислав Александрович

kva19km090@student.bmstu.ru

Шутов Андрей Александрович

shaa19km222@student.bmstu.ru

Сидоров Владимир Николаевич

sidorov-kaluga@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрены причины и последствия буксования трактора, а также методы расчета и предотвращения этого явления. Буксование представляет собой серьезную проблему, которая может привести к снижению производительности. Показаны основные причины буксования. Также представлены негативные последствия буксования для работы трактора и возможные пути решения проблемы. Статья представляет ценную информацию о причинах и последствиях буксования тракторов, а также методах его расчета и предотвращения.

Ключевые слова: буксование трактора, причины и последствия буксования, тяговое усилие, сопротивление грунта, расход топлива

В современном сельском хозяйстве тракторы являются одними из наиболее важных и широко используемых машин. Они выполняют множество функций, включая обработку почвы, посев, сбор урожая и транспортировку грузов. Однако одной из основных проблем, с которыми сталкиваются операторы тракторов, является буксование. Рассмотрим причины и последствия этого явления, а также методы его расчета и предотвращения [1].

Причины буксования трактора. Буксование — это процесс, при котором колеса трактора теряют сцепление с поверхностью земли и начинают проскальзывать. Это может происходить по нескольким причинам:

- недостаточное сцепление колес с грунтом. Если поверхность земли слишком мягкая или скользкая, колеса могут потерять сцепление и начать буксовать;
- перегрузка трактора. Если трактор перегружен, он может испытывать трудности с преодолением сопротивления грунта, что может привести к буксованию;
- неправильная регулировка сцепления. Неправильно отрегулированное сцепление может привести к тому, что трактор будет буксовать при попытке тронуться с места;
- износ шин. Изношенные шины могут иметь меньшее сцепление с грунтом, что увеличивает риск буксования.

Последствия буксования. Буксование может иметь ряд негативных последствий:

- снижение производительности. Буксование снижает скорость движения трактора и, следовательно, уменьшает его производительность. Увеличение

расхода топлива. Буксование требует больше энергии для преодоления сопротивления грунта, что приводит к увеличению расхода топлива. Повреждение шин. Постоянное буксование может привести к износу шин и их повреждению.

– ухудшение управляемости. Буксование может затруднить управление трактором, особенно на скользкой поверхности.

Методы расчета буксования. Для расчета буксования необходимо знать следующие параметры [2]:

– коэффициент сцепления колес с грунтом. Этот параметр зависит от типа грунта и состояния поверхности земли;

– тяговое усилие трактора. Это сила, которую трактор может приложить к земле для перемещения груза;

– сопротивление грунта. Это сила, которая препятствует движению трактора.

Расчет кривой буксования. Формулы для расчета буксования трактора МТЗ 2021 тяговой концепции выглядят следующим образом [3].

Зависимость буксования от коэффициента использования веса трактора с учетом типа двигателя и почвенного фона:

$$\delta = f(\varphi_{\text{кр}}). \quad (1)$$

Для расчетов аппроксимируем зависимость и выражение, которое допускает обращение в явном виде, где $a = 11$, $b = 0,8$ соответственно:

$$\delta_{\varphi} = \frac{a \varphi_{\text{кр}}}{b - \varphi_{\text{кр}}}; \quad (2)$$

$$\varphi_{\text{кр}} = \frac{P_{\text{кр}}}{G_{\text{тр}}}; \quad P_{\text{кр}} = \sum_{k=1}^K P_{\text{кк}} - \sum_{k=1}^J P_{\text{fk}}; \quad P_{\text{кк}} = \frac{M_{\text{кк}} i_{\text{трк}} \eta_{\text{трк}}}{r_{\text{кк}}}. \quad (3)$$

Расчет проводился в среде Microsoft Excel (см. таблицу и рисунок).

Если значение буксования превышает 15–20 %, это указывает на то, что трактор испытывает трудности с перемещением груза и может буксовать.

Методы предотвращения буксования. Существует несколько методов предотвращения буксования [4]:

– использование шин с глубоким протектором. Такие шины обеспечивают лучшее сцепление с грунтом и снижают риск буксования;

– распределение нагрузки на все колеса. Равномерное распределение нагрузки на все колеса помогает предотвратить перегрузку колес и буксование;

– регулировка сцепления. Правильная регулировка сцепления обеспечивает плавное трогание с места и предотвращает буксование;

– снижение скорости движения. Снижение скорости движения позволяет уменьшить нагрузку на колеса и снизить риск буксования.

Буксование трактора тяговой концепции

Точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-я передача,									
$M_K, \text{Нм}$	180,66	454,00	539,13	624,25	709,38	744,85	780,31	794,50	923,00
$P_{кр}, \text{кН}$	0	29,25	37,22	45,20	53,17	56,49	59,81	61,14	73,17
$j_{кр}$	0	0,2867	0,3649	0,4430	0,5211	0,5537	0,5862	0,5993	0,7172
d	0	6,145	9,223	13,650	20,556	24,727	30,169	32,839	95,300
2-я передача,									
$M_K, \text{Нм}$	203,54	454,00	539,13	624,25	709,38	744,85	780,31	794,50	923,00
$P_{кр}, \text{кН}$	0	24,47	31,55	38,62	45,70	48,65	51,60	52,77	63,46
$j_{кр}$	0	0,2399	0,3092	0,3786	0,4479	0,4768	0,5057	0,5173	0,6220
d	0	4,711	6,931	9,881	13,995	16,229	18,903	20,126	38,428
3-я передача,									
$M_K, \text{Нм}$	229,33	454,00	539,13	624,25	709,38	744,85	780,31	794,50	923,00
$P_{кр}, \text{кН}$	0	20,23	26,51	32,79	39,07	41,69	44,30	45,35	54,83
$j_{кр}$	0	0,1983	0,2598	0,3214	0,3829	0,4086	0,4342	0,4445	0,5374
d	0	3,625	5,291	7,387	10,100	11,483	13,060	13,754	22,513
4-я передача,									
$M_K, \text{Нм}$	258,38	454,00	539,13	624,25	709,38	744,85	780,31	794,50	923,00
$P_{кр}, \text{кН}$	0	23,45	28,52	33,59	38,66	40,77	42,88	43,72	51,37
$j_{кр}$	0	0,2299	0,2796	0,3292	0,3789	0,3996	0,4203	0,4286	0,5035
d	0	4,436	5,909	7,692	9,897	10,977	12,175	12,691	18,683
5-я передача,									
$M_K, \text{Нм}$	291,11	454,00	539,13	624,25	709,38	744,85	780,31	794,50	923,00
$P_{кр}, \text{кН}$	0	20,42	24,91	29,41	33,91	35,78	37,66	38,41	45,19
$j_{кр}$	0	0,2001	0,2442	0,2883	0,3324	0,3507	0,3691	0,3764	0,4430
d	0	3,669	4,833	6,197	7,818	8,587	9,422	9,776	13,649
6-я передача,									
$M_K, \text{Нм}$	327,98	454,00	539,13	624,25	709,38	744,85	780,31	794,50	923,00
$P_{кр}, \text{кН}$	0	17,72	21,71	25,70	29,69	31,36	33,02	33,69	39,71
$j_{кр}$	0	0,1737	0,2128	0,2519	0,2911	0,3074	0,3237	0,3302	0,3892
d	0	3,050	3,986	5,056	6,291	6,863	7,474	7,731	10,424
7-я передача,									
$M_K, \text{Нм}$	369,53	454,00	539,13	624,25	709,38	744,85	780,31	794,50	923,00
$P_{кр}, \text{кН}$	0	15,33	18,87	22,41	25,95	27,43	28,91	29,50	34,85
$j_{кр}$	0	0,1502	0,1849	0,2197	0,2544	0,2689	0,2833	0,2891	0,3415
d	0	2,543	3,308	4,164	5,129	5,568	6,032	6,225	8,195



Зависимость буксования от тягового усилия на крюке

Тема буксования тракторов актуальна, поскольку напрямую влияет на эффективность работы в сельском хозяйстве и других отраслях, где используются тракторы. Буксование может привести к снижению производительности, увеличению расхода топлива и износу шин, что, в свою очередь, увеличивает затраты на эксплуатацию техники и может негативно сказаться на качестве выполняемых работ. Понимание причин и последствий буксования, а также умение правильно рассчитывать и предотвращать это явление, позволяет операторам тракторов и механикам оптимизировать работу техники, снизить риски простоев и повысить общую эффективность производственных процессов.

Литература

- [1] Колобов Г.Г., Парфенов А.П. *Тяговые характеристики тракторов*. Москва, Машиностроение, 2017, 153 с.
- [2] Кутьков Г.М. *Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства*. Москва, Колос, 2019, 504 с.
- [3] Парфенов А.П. О номинальном тяговом усилии сельскохозяйственного трактора. *Тракторы и сельхозмашины*, 2015, № 2, 26 с.
- [4] Халанский В.М., Горбачев И.В. *Сельскохозяйственные машины*. Москва, Колос, 2019, с. 39–53.

The causes and consequences of tractor slipping, as well as methods for calculating and preventing this phenomenon

Fomin V.I.	fvi19km207@student.bmstu.ru
Kozlov V.A.	kva19km090@student.bmstu.ru
Shutov A.AL.	shaa19km222@student.bmstu.ru
Sidorov V.N.	sidorov-kaluga@yandex.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The article discusses in detail the causes and consequences of tractor slipping, as well as methods for calculating and preventing this phenomenon. Slipping is a serious problem that can lead to a decrease in performance. The main causes of stalling are shown. The article also presents the negative consequences of slipping for tractor operation and possible solutions to the problem. The article provides valuable information about the causes and consequences of tractor skidding, as well as methods of its calculation and prevention.

Keywords: tractor slipping, causes and consequences of slipping, traction, soil resistance, fuel consumption