ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

DOI: 10.35523/2307-5872-2022-41-4-89-95
УДК 631.362.3

СИЛЫ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ЗЕРНОВКУ ПРИ РАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ ВВЕРХ РЕШЕТА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Николаев В.А., ФГБОУ ВО Ярославский ТУ

Чтобы увеличить эффективность процесса очистки зерна от примесей, предложена высокопроизводительная полуавтоматическая зерноочистительная машина с решётами, представляющими в совокупности перевёрнутый усечённый конус, совершающий вертикальные колебания. Корпус полуавтоматической зерноочистительной машины вращается. В начале работы в зависимости от состава зернового вороха оператор на блоке управления и сигнализации включает режим автоматической настройки зерноочистительной машины. Во время сепарации осуществляется автоматическое регулирование воздушного потока. Поток зернового вороха на очистку поддерживается автоматически. В результате ранее произведённых расчётов определены: параметры траектории зерновки после первого касания решета полуавтоматической зерноочистительной машины, профиль дорожки, на которую решёта опираются посредством роликов, оптимальное время подъёма решёт с постоянной скоростью, время замедления решёт при подходе к верхней точке траектории, время ускорения решёт при движении в нижнее положение, время перемещения решёт в нижнее положение с постоянным ускорением, угловая скорость корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины, период колебания решёт. Анализ динамики зерновки на решете необходим для определения оптимального угла наклона решёт, соответствующего наклону к горизонтали образующей перевёрнутого усечённого конуса. После анализа перемещения зерновки вниз по решету в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении проанализированы силы, воздействующие на зерновку при равномерном движении решета вверх. В результате анализа выявлен критический угол наклона образующей конических решёт к горизонтали при равномерном движении решета из нижнего положения вверх.

Ключевые слова: *зерноочистительная машина, перевёрнутый усечённый конус, вертикально колеблющееся решето, взаимодействие зерновки с решетом, сила воздействия на зерновку, угол наклона решёт.*

***Для цитирования**: Николаев В.А. Силы, воздействующие на зерновку при равномерном движении вверх решета полуавтоматической зерноочистительной машины // Аграрный вестник Верхневолжья. 2022. № 4 (41). С. 89-95.*

Введение. Чтобы увеличить эффективность процесса очистки зерна от примесей, предложена высокопроизводительная полуавтоматическая зерноочистительная машина с решётами, представляющими в совокупности перевёрнутый усечённый конус, совершающий вертикальные колебания [1, с. 1-20]. В результате анализа взаимодействия зерновки с вертикально колеблющимся решетом [2, с. 92-102] выявлены параметры траектории зерновки после первого касания решета полуавтоматической зерноочистительной машины [3, с. 71-76]. Выявлен профиль дорожки [4, с. 64-70], на которую решёта опираются посредством роликов нижних [1, с. 1-20]. Определена угловая скорость корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины и период колебания решёт [5, с. 69-74].

Для определения оптимального угла наклона решёт, соответствующего наклону к горизонтали образующей перевёрнутого усечённого конуса, следует проанализировать силы, воздействующие на зерновку:

- в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении;
- при равномерном движении решета вверх;
- в период изменения направления движения решета в верхнем положении;
- при равноускоренном движении решёт вниз.

Поиск оптимального угла наклона к горизонтали образующей перевёрнутого усечённого конуса, который образуют решёта полуавтоматической зерноочистительной машины, продолжим, анализируя силы, воздействующие на зерновку при равномерном движении решета вверх.

Цель исследования. Целью исследования является выявление оптимального угла наклона к горизонтали образующей перевёрнутого усечённого конуса, который образуют решёта полуавтоматической зерноочистительной машины.

Метод исследования. Анализ взаимодействия зерновки с вертикально колеблющимся решетом.

Результаты исследования. В конце участка ускорения вниз по решету зерновка приобретёт скорость $v_{\text{н у}} \approx 0{,}02$ м/с [6, с. 188]. После изменения направления движения в нижнем положении решето движется вверх с постоянной скоростью $v_{\text{н р в}} = 0{,}17$ м/с. При этом сила инерции $F_j = 0$. На рисунке 1 показана схема сил, воздействующих на зерновку в момент начала равномерного движения решета из нижнего положения вверх.

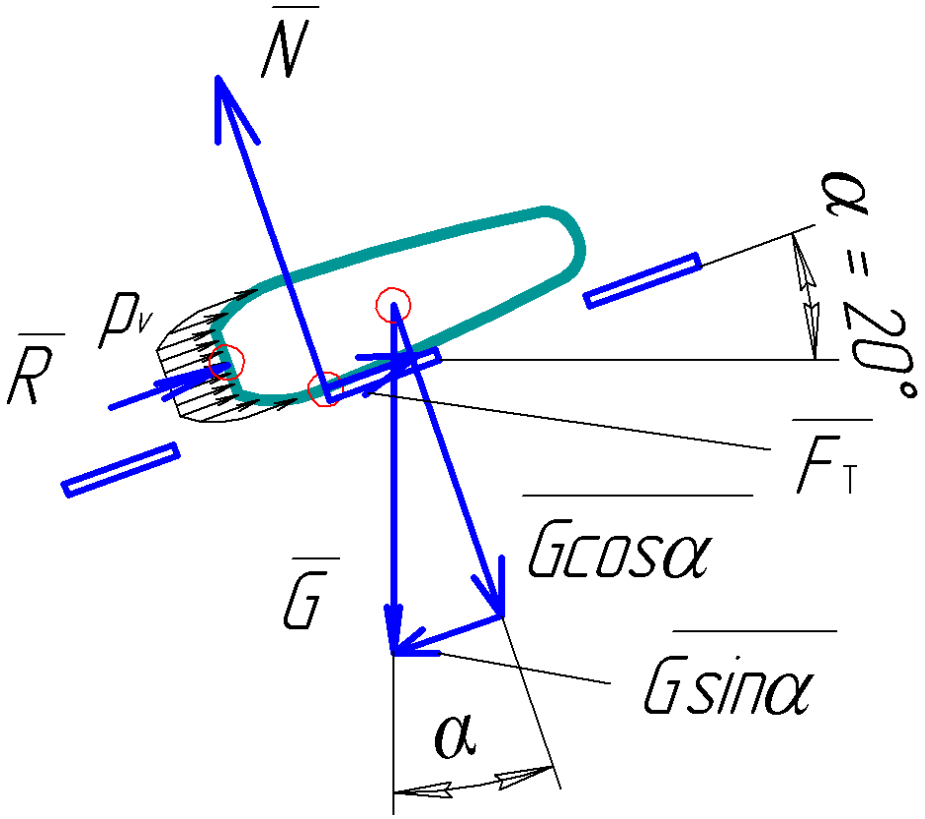


Рисунок 1 – Схема сил, воздействующих на зерновку в момент начала равномерного движения решета из нижнего положения вверх

Из построения: $N = G\cos\alpha = 2{,}84 \cdot 10^{-4}$ Н; $G\sin\alpha = 0{,}98 \cdot 10^{-4}$ Н.

Сила $F_т$ трения в момент начала равномерного движения решета из нижнего положения вверх направлена вправо-вверх:

$$F_т = 0{,}3 \cdot 2{,}84 \cdot 10^{-4} \approx 0{,}852 \cdot 10^{-4} \text{ Н}.$$

Сложим силы, параллельные поверхности решета, взяв за положительное направление вектор движущей силы, и определим результирующую силу:

$$F_\Sigma = G\sin\alpha - R - F_т; \qquad (1)$$

$$F_\Sigma = 0{,}98 \cdot 10^{-4} - 1{,}31 \cdot 10^{-4} - 0{,}852 \cdot 10^{-4} = -1{,}182 \cdot 10^{-4} \text{ Н}.$$

Результирующая сила противодействует движению зерновки вниз по решету:

$$a_{н\,з} = \frac{F_\Sigma}{m};\ a_{н\,з} = -\frac{1{,}182 \cdot 10^{-4}}{3 \cdot 10^{-5}} \approx -3{,}94 \text{ м/с}^2.$$

Так как конечную скорость зерновки на этом участке примем равной нулю, время замедления зерновки при её движении вниз по решету

$$\tau_{н\,з} = \frac{v_{у\,н}}{a_{н\,з}};\ \tau_{н\,з} = \frac{0{,}02}{3{,}97} = 0{,}0057 \text{ с}.$$

Путь перемещения зерновки вниз на участке её замедления

$$s_{н\,з} = \frac{a_{н\,з}\tau_{н\,з}^2}{2};\ s_{н\,з} = \frac{3{,}94 \cdot 0{,}0057^2}{2} = 0{,}00006 \text{ м} = 0{,}06 \text{ мм}.$$

Общее перемещение зерновки вниз составит сумму перемещения её вниз с ускорением и замедлением:

$$s_{н\Sigma} = s_{ну} + s_{н\,з};\ s_{н\Sigma} = 0{,}11 + 0{,}06 = 0{,}17 \text{ мм}.$$

Перемещение зерновки вниз в момент изменения направления движения решета в нижнем положении также незначительное, если угол $\alpha = 20°$. Поэтому произведём построения, аналогичные рисунку 1, увеличивая угол α. Результаты расчётов параметров в таблице.

Таблица – Результаты расчётов пути перемещения зерновки вниз при различных углах наклона образующей решёт к горизонтали

Угол α	Норм. реак., N	Сила тр., Fт	Движ. сила	Сумм. сила, F_{Σ}	Нач. скор., v	Уск., $a_{нз}$	Время, $\tau_{нз}$	Путь, $s_{нз}$	Общий путь, $s_{н\Sigma}$
град.	Н·10^{-4}	Н·10^{-4}	Н·10^{-4}	Н·10^{-4}	м/с	м/с·с	с	м	м
20	2,84	0,852	0,98	-1,182	0,0223	-3,94	0,005	0,00006	0,00017
21	2,82	0,846	1,03	-1,126	0,0416	-3,753	0,011	0,00023	0,00043
22	2,8	0,84	1,07	-1,08	0,0623	-3,6	0,017	0,00053	0,00085
23	2,78	0,834	1,12	-1,024	0,0825	-3,413	0,024	0,00099	0,00141
24	2,76	0,828	1,17	-0,968	0,1022	-3,226	0,031	0,00162	0,00213
25	2,74	0,822	1,22	-0,912	0,121	-3,04	0,039	0,00240	0,00301
26	2,72	0,816	1,27	-0,856	0,1423	-2,853	0,049	0,00355	0,00426
27	2,69	0,807	1,32	-0,797	0,1616	-2,65	0,060	0,00491	0,00572
28	2,67	0,801	1,36	-0,751	0,1816	-2,503	0,072	0,00658	0,00749
29	2,65	0,795	1,41	-0,695	0,2010	-2,31	0,086	0,00872	0,00973
30	2,62	0,786	1,45	-0,646	0,2203	-2,15	0,102	0,01127	0,01237
31	2,6	0,78	1,5	-0,59	0,24	-1,96	0,122	0,01464	0,01584
32	2,57	0,771	1,55	-0,531	0,2596	-1,77	0,146	0,01904	0,02034
33	2,54	0,762	1,59	-0,482	0,2793	-1,60	0,173	0,02428	0,02567
34	2,51	0,753	1,64	-0,423	0,2994	-1,41	0,212	0,03178	0,03328
35	2,48	0,744	1,68	-0,374	0,3163	-1,24	0,253	0,04013	0,04171
36	2,45	0,735	1,72	-0,325	0,336	-1,083	0,310	0,05210	0,05378
37	2,43	0,729	1,76	-0,279	0,3566	-0,93	0,383	0,06839	0,07017
38	2,4	0,72	1,81	-0,22	0,373	-0,733	0,508	0,09486	0,09672
39	2,36	0,708	1,85	-0,168	0,3923	-0,56	0,700	0,13743	0,13939
40	2,33	0,699	1,9	-0,109	0,41	-0,363	1,128	0,2313	0,23338

При дальнейшем движении решёт вверх на зерновку действует сила $R = 1{,}31 \cdot 10^{-4}$ Н потока воздуха. Силу G тяжести зерновки приложим к центру масс и разложим на составляющую, параллельную поверхности решета $G \sin\alpha$, и составляющую, перпендикулярную этой поверхности $G \cos\alpha$. Составляющая $G \cos\alpha$ вызывает нормальную реакцию N решета (рисунок 2).

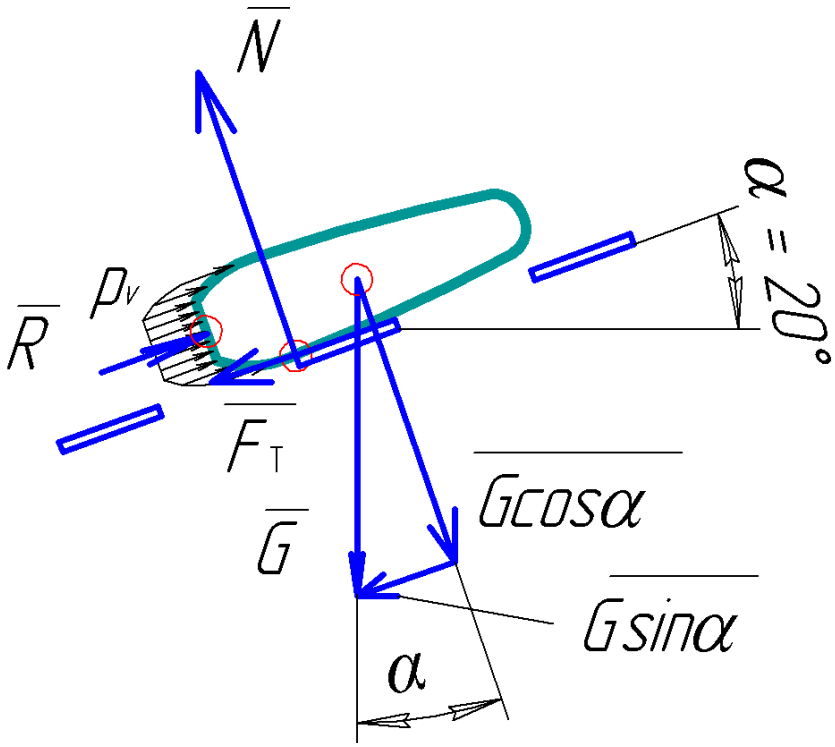


Рисунок 2 – Схема сил, воздействующих на зерновку при дальнейшем равномерном движении решета из нижнего положения вверх

Из построения значения сил остались неизменными:

$N = G\cos\alpha = 2{,}84 \cdot 10^{-4}$ Н; $G\sin\alpha = 0{,}98 \cdot 10^{-4}$ Н; $F_т = 0{,}852 \cdot 10^{-4}$ Н.

Так как $G\sin\alpha < R$, сила $F_т$ трения направлена влево-вниз. Сложим силы, параллельные поверхности решета, взяв за положительное направление вектор силы трения, и определим результирующую силу:

$$F_\Sigma = F_т + G\sin\alpha - R. \quad (2)$$

$$F_\Sigma = 0{,}852 \cdot 10^{-4} + 0{,}98 \cdot 10^{-4} - 1{,}31 \cdot 10^{-4} = 0{,}522 \cdot 10^{-4} \text{ Н}.$$

Зерновка останется неподвижной на поверхности решета. Определим критический угол, при превышении которого зерновка начнёт перемешаться вниз по решету при равномерном движении решета из нижнего положения вверх из условия:

$$G\sin\alpha = F_т + R; \quad (3)$$

$$G\sin\alpha = fG\cos\alpha + R;$$

$$G(\sin\alpha - f\cos\alpha) = R;$$

$$\sin\alpha - f\cos\alpha = \frac{R}{G}. \quad (4)$$

Подставив численные значения параметров, получим:

$$\sin\alpha - 0{,}3\cos\alpha = 0{,}437.$$

Для определения критического угла наклона образующих конических решёт к горизонтали проведём преобразования:

$$\sin\alpha - 0{,}3\sqrt{1 - \sin^2\alpha} = 0{,}437;$$

$$\sin\alpha - 0{,}437 = 0{,}3\sqrt{1 - \sin^2\alpha};$$

$$\sin^2\alpha - 0{,}874\sin\alpha + 0{,}437^2 = 0{,}09(1 - \sin^2\alpha);$$
$$1{,}09\sin^2\alpha - 0{,}874\sin\alpha + 0{,}190969 - 0{,}09 = 0;$$
$$1{,}09\sin^2\alpha - 0{,}874\sin\alpha - 0{,}100969 = 0;$$
$$\sin\alpha = \frac{0{,}874 \pm \sqrt{0{,}874^2 + 4\cdot 1{,}09\cdot 0{,}100969}}{2\cdot 1{,}09} = \frac{0{,}874 \pm 1{,}097}{2{,}18}.$$

Так как синус угла не может быть отрицательным,

$$\sin\alpha = \frac{0{,}874 + 1{,}097}{2{,}18} \approx 0{,}904.$$

Критический угол наклона образующей конических решёт к горизонтали при равномерном движении решета из нижнего положения вверх $\alpha = \arcsin 0{,}904$; $\alpha = 64{,}7°$.

Вывод.

Если на зерновку действует вся сила $R = 1{,}31 \cdot 10^{-4}$ Н потока воздуха, при равномерном движении решета из нижнего положения вверх критический угол наклона образующей конических решёт к горизонтали очень большой. Результаты расчётов сил, воздействующих на зерновку при равномерном движении решета вверх при различных углах наклона образующей решёт к горизонтали, не позволяют выявить оптимальный угол наклона к горизонтали образующей конических решёт. Для его выявления следует проанализировать динамику зерновки в период изменения направления движения решета в верхнем положении и при равноускоренном движении решёт вниз.

Список используемой литературы

1. Николаев В.А. Патент РФ №2623473. Полуавтоматическая зерноочистительная машина. Заявка № 2016108555; заявл. 23.04.2015; опубл. 20.06.2017, бюл. № 18.

2. Николаев В.А. Определение параметров траектории зерновки при её падении на решето полуавтоматической зерноочистительной машины // Аграрный вестник Верхневолжья. № 4. 2019. С. 92-102.

3. Николаев В.А. Параметры траектории зерновки после касания решета полуавтоматической зерноочистительной машины // Аграрный вестник Верхневолжья. № 2. 2020. С. 71-76.

4. Николаев В.А. Определение параметров дорожки полуавтоматической зерноочистительной машины // Аграрный вестник Верхневолжья. № 1. 2021. С. 64-70.

5. Николаев В.А. Определение угловой скорости корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины // Аграрный вестник Верхневолжья. № 3. 2021. С. 69-74.

6. Николаев В.А., Кряклина И.В. Очистка зерна от примесей и его предварительная сушка. Ярославль. Изд-во ФГБОУ ВО ЯГСХА, 2017.

References

1. Nikolaev V.A. Patent RF № 2623473. Poluavtomaticheskaya zernoochistitelnaya mashina. Zayavka №2016108555; zayavl. 23.04.2015; opubl. 20.06.2017, byul. № 18.

2. Nikolaev V.A. Opredelenie parametrov traektorii zernovki pri ee padenii na resheto poluavtomaticheskoy zernoochistitelnoy mashiny // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. № 4. 2019. S. 92-102.

3. Nikolaev V.A. Parametry traektorii zernovki posle kasaniya resheta poluavtomaticheskoy zernoochistitelnoy mashiny // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. № 2. 2020. S. 71-76.

4. Nikolaev V.A. Opredelenie parametrov dorozhki poluavtomaticheskoy zernoochistitelnoy mashiny // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. № 1. 2021. S. 64-70.

5. Nikolaev V.A. Opredelenie uglovoy skorosti korpusa poluavtomaticheskoy zernoochistitelnoy mashiny // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. № 3. 2021. S. 69-74.

6. Nikolaev V.A., Kryaklina I.V. Ochistka zerna ot primesey i ego predvaritelnaya sushka. Yaroslavl. Izd-vo FGBOU VO YaGSKhA, 2017.

DOI: 10.35523/2307-5872-2022-41-4-96-102
УДК 631.171

К ВОПРОСУ СНИЖЕНИЯ ИЗНОСА ШАРОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Семынин М. В., ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»;
Костенко М.Ю., ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Эксплуатация транспортных средств в сельском хозяйстве происходит круглогодично в условиях разнообразия погодных условий и внешней среды. Высокоточные технологии и ресурсосбережение являются основными направлениями развития современного сельского хозяйства. Увеличение износостойкости шаровых соединений транспортных средств сельскохозяйственного назначения имеет важное значение, поскольку управление транспортными средствами сельскохозяйственного назначения при передвижении по деформируемому грунту требует высоких эксплуатационных свойств, в том числе тягово-скоростных свойств и проходимости. Производственная эксплуатация транспортных средств сельскохозяйственного назначения сопровождается процессами изнашивания, амортизации, старения и изменения технических характеристик вследствие нештатных ситуаций, аварий при производстве сельскохозяйственных работ. Управление транспортными средствами сельскохозяйственного назначения при передвижении по деформируемому грунту требует высоких эксплуатационных свойств, в том числе тягово-скоростных свойств и проходимости. Взаимодействие движителей с грунтом не только определяет динамику транспортных средств сельскохозяйственного назначения и их производительность, но и влияет на агротехнику возделывания определенной культуры. При неровности дорожного полотна усиливается давление и повышается износ шаровых наконечников за счет усиления трения, которое возникает в узле при повороте колес. Наиболее распространенной неисправностью рулевого управления выступает износ шарнира наконечника рулевой тяги. Снижение износа шаровых соединений транспортных средств сельскохозяйственного назначения может быть достигнуто снижением нагрузки на основе конструктивных изменений деталей моста поворотных колес. Увеличение прочности поверхностного слоя шарового пальца может применяться как дополнительное технологическое решение повышения стабильности рулевого управления при передвижении по деформируемому грунту транспортных средств сельскохозяйственного назначения.

***Ключевые слова**: износостойкость, угол развала колес, напряжённо–деформированное состояние, шаровое соединение, деформированный грунт, транспортные средства сельскохозяйственного назначения*

***Для цитирования**: Семынин М. В., Костенко М.Ю. К вопросу снижения износа шаровых соединений транспортных средств сельскохозяйственного назначения // Аграрный вестник Верхневолжья. 2022. № 4 (41). С. 96-102.*

Введение. Высокоточные технологии и ресурсосбережение является основными направлениями развития современного сельского хозяйства. Данное утверждение обосновано в первую очередь высокими затратами материально–технических средств в процессе сельскохозяйственного производства и получения конечного продукта.

Проблема исследования. Проблема повышения производительности в сельскохозяйственном производстве в настоящее время решается посредством применения современной техники, наблюдается активное обновление парка транспортных средств сельскохозяйственного назначения, происходит модернизация и производственная оптимизация технических средств сельскохозяйственного назначения.

Данные процессы требуют значительных финансовых инвестиций, поэтому крайне важно осуществлять дифференцированный поиск методов и технологий, способствующих повышению износостойкости деталей технических конструкций, оборудования и машин различной функциональной направленности.

Цель исследования. Целью исследования является обоснование целесообразности одновременного изменения угла развала колес и расположения шарового пальца для увеличения износостойкости шаровых соединений автомобилей сельскохозяйственного назначения, что повысит стабильность рулевого управления при передвижении по деформируемому грунту.

Методология исследования. Методологической основой исследования послужил анализ показателей, группировки, сравнение, наблюдение, а также как общенаучные методы: диалектический, логический, системного анализа, индукции и дедукции, аналогии, так и частно-научные методы: структурно-функциональный, сравнительный.

Обсуждение. Механизация большинства процессов в сельском хозяйстве происходит круглогодично, в условиях разнообразия погодных условий и внешней среды.

Производственная эксплуатация транспортных средств сельскохозяйственного назначения сопровождается процессами изнашивания, амортизации, старения и изменения технических характеристик вследствие нештатных ситуаций, аварий при производстве сельскохозяйственных работ.

Управление транспортными средствами сельскохозяйственного назначения при передвижении по деформируемому грунту требует высоких эксплуатационных свойств, в том числе, тягово-скоростных свойств и проходимости. Как отмечают Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, при движении транспортных средств на повышенных скоростях имеет место виляние прицепа из стороны в сторону, постоянно сопровождающее тракторный транспорт при его эксплуатации [4, с. 180–198].

Тормозная система и рулевое управление выступают в качестве ключевых систем, которые обеспечивают управление транспортным средством, при неисправности какого–либо механизма или детали, эксплуатация транспортных средств сельскохозяйственного назначения становится высоко рискованной.

Взаимодействие движителей с грунтом не только определяет динамику транспортных средств сельскохозяйственного назначения и их производительность, но и влияет на агротехнику возделывания определенной культуры.

Вариативный критерий несущей способности грунта показывает возможность поверхности создавать опорную реакцию без потери устойчивости транспортного средства. Модуль деформации грунтов является функцией напряжений, которые действуют на грунт. Несущая способность в большей степени зависит от влажности, а модуль деформации грунта выступает обобщенной характеристикой деформируемости грунта [1].

Поэтому модуль деформации одного и того же грунта изменяется при степени уплотнения и колебания влажности. Тягово-сцепные свойства транспортных средств сельскохозяйственного назначения зависят от физических характеристик почвы, конструктивных параметров, сцепного веса и колесной формулы трактора, размеров движителей, давления воздуха в шинах, рабочей скорости и иных факторов.

В данных условиях усиливаются напряженно–деформированные состояния деталей и узлов транспортных средств, что увеличивает частоту технического обслуживания и ремонта транспортных средств сельскохозяйственного назначения. Так, с целью снижения давления на почву и буксования применяются шины широкого профиля и низкого давления. Для увеличения сцепного веса применяют балласт и дополнительную нагрузку ведущих колес.

В качестве балласта используют грузы, навешиваемые на ведущие колеса, и балластную жидкость, которую заливают в камеры ведущих колес.

Однако следует отметить отрицательные стороны балластировки, поскольку при снижении тяговых усилий и повышении скорости движения транспортного средства сельскохозяйственного назначения балласт способствует увеличению потерь на качение и уменьшению коэффициента полезного действия.

Углы установки колес выступают определяющими факторами обеспечения управляемости и устойчивости транспортных средств сельскохозяйственного назначения по деформируемому грунту.

При больших отрицательных значениях наклона колес к плоскости дороги снижается устойчивость транспортного средства при прямом движении, но улучшается при совершении поворотных действий. При значительном положительном отклонении угла наклона колес к плоскости дороги при совершении поворота происходит зачастую занос, но при прямом движении устойчивость увеличивается, обеспечивая стабильное рулевое управление.

В подвеске транспортных средств сельскохозяйственного назначения ее элементы соединяются с помощью креплений (шаровый шарнир, сайлент-блок, втулка резино-металлическая, болтовое соединение жесткое), которые являются фактически дорогостоящими расходными материалами.

Шаровые шарниры должны соответствовать утвержденным стандартам [2] и конструкторской документации, иметь маркировку, и на шаровых шарнирах должны отсутствовать трещины, коррозии, вмятины, забоины, следы черноты на обработанных поверхностях.

Впадины дорожного полотна, характерные для сельскохозяйственной местности, оказывают большее динамическое влияние на несущие детали моста, чем выступы такой же высоты. При

движении автомобиля на поворотах поперечные силы, возникающие от боковой составляющей реакции дороги, приводят к напряжению в шаровых соединениях [6, с.142].

Одним из наиболее важных узлов транспортных средств сельскохозяйственного назначения являются шаровые шарниры, качество которых обеспечивается высоким уровнем металлоперерабатывающих процессов.

Наиболее распространенной неисправностью рулевого управления выступает износ шарнира наконечника рулевой тяги.

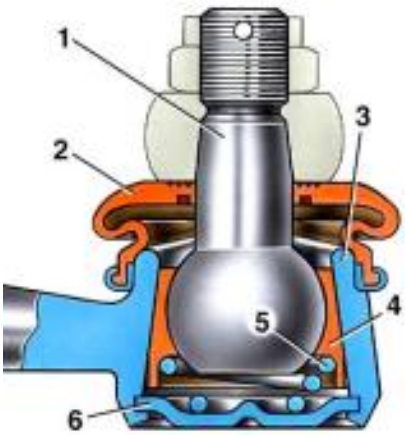
Как отмечают О.Д. Букреев и А.М. Буглаев, шаровые пальцы теряют работоспособность вследствие поломки хвостовика или сферической головки [3].

В процессе эксплуатации шаровые наконечники испытывают высокую нагрузку, которая возникает от механических движений поворотного кулака в процессе движения транспортного средства сельскохозяйственного назначения, в том числе по деформируемому грунту.

При этом при неровности дорожного полотна усиливается давление и повышается износ шаровых наконечников за счет усиления трения, которое возникает в узле при повороте колес.

Напряженно-деформированное состояние шаровых соединений выступает результатом взаимодействия различных по физическим свойствам материалов, так, полимер вкладыша взаимодействует со стальным корпусом и пальцем. Подвижность в поперечной и продольной плоскостях обеспечивается наличием шарового шарнира [7, с. 215].

Конструкция шарнира рулевых тяг представлена на рисунке 1. Шаровая сфера размещается в одной тяге, а стержень шарового пальца закрепляется в коническом отверстии другой тяги. Шаровой палец представляет собой стальной стержень с резьбовым наконечником и шаровой головкой, который соединяет детали рулевого привода и тяги, образуя шаровый шарнир.



1 – шаровой палец; 2 – грязезащитный колпачок; 3 – корпус шарнира; 4 – вкладыш; 5 – пружина; 6 – заглушка

Рисунок 1 – Конструктор шарнира рулевых тяг

Вкладыши шарниров и шаровые пальцы изнашиваются наиболее быстро.

Снижение износа шаровых соединений транспортных средств сельскохозяйственного назначения может быть достигнуто при конструктивных изменениях деталей, которые приводят к незна-

чительной нагрузке детали, но степень концентрации напряжения в критической зоне снижается [9, с. 139]. При этом одновременное изменение угла развала колес и расположения шарового пальца может повлечь значительное увеличение износостойкости шаровых соединений автомобилей сельскохозяйственного назначения.

Исследование прочности фланцевого соединения шаровых опор с картером моста полноприводного автомобиля – самосвала 250 - приводит П.П. Павленко, обосновывая методику исследования напряженно–деформированного состояния картеров ведущих мостов большегрузных автомобилей [9, с. 142].

Ю.А. Захаров и А.А. Войнов отмечают, что состояние, при котором осевой и радиальный зазоры пальца достигают величины 0,7 мм при положении к пальцу осевой и радиальной нагрузок ±981 Н, является предельным состоянием для шаровой опоры [5, с. 98].

Также необходимо отметить, что увеличение прочности поверхностного слоя шарового пальца может применяться как дополнительное технологическое решение повышения стабильности рулевого управления при передвижении по деформируемому грунту и снижение износа шаровых соединений транспортных средств сельскохозяйственного назначения. С учетом режимов эксплуатации автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения и конкретных условий эксплуатации проводится расчет шаровых пальцев на статическую прочность для выявления рациональности конструкции детали, определяя параметры усталостной прочности.

Вывод исследования. В завершение настоящей статьи следует указать, что эксплуатация автотранспортных средств сельскохозяйственного назначения в неисправном состоянии шаровых соединений недопустима, поскольку при определенных положениях пальцев может произойти отрыв колеса, что повлечет финансовые последствия для сельскохозяйственного производителя, в т.ч. по причине порчи загруженного, к примеру, в грузовой автомобиль продукта.

Таким образом, при эксплуатации автомобилей сельскохозяйственного назначения на деформируемом грунте напряженно-деформированное состояние шаровых соединений будет постоянным, поэтому повышение стабильности рулевого управления и снижение износа шаровых соединений автомобилей сельскохозяйственного назначения при передвижении по деформируемому грунту посредством модернизации детали шарового шарнира рулевого привода является перспективным направлением развития ресурсосберегающих технологий механизации сельского хозяйства.

Список используемой литературы

1. Межгосударственный стандарт грунты Классификация Soils. Classification.URL: https://docs.cntd.ru/document/1200095052 (дата обращения 06.11.2022)

2. Национальный стандарт Российской Федерации «Автомобильные транспортные средства шарниры шаровые» Технические требования и методы испытаний Vehicles. Ball–and–socket hinges. Technical requirements and test methods, URL: https://docs.cntd.ru/document/1200043530 (дата обращения 06.11.2022)

3. Букреев О.Д., Буглаев А.М. Повышение износостойкости шарниров рулевых тяг самоходного колесного шасси. URL: http://www.science–bsea.bgita.ru/2020/mashin_2020_32/bukreev_pov.htm, (дата обращения 06.11.2022)

4. Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А. [и др.] Особенности применения современного тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 126.

5. Захаров Ю.А., Войнов А.А. Влияние эксплуатации автомобиля на модернизацию шаровых опор. Современные проблемы и направления развития автомобильно–дорожного комплекса в Российской Федерации // сб. докладов Всерос. (Национ.) науч.–практич. конф. 23–25 ноября 2017 г. Пенза: ПГУАС, 2017.

6. Маслов Г.Г. Техническая эксплуатация МТП. (Учебное пособие) Кубанский государственный аграрный университет, 2008.

7. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XI Всероссийской научно–практической конференции, Иваново, 16 апреля 2020 г. Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно–спасательная академия ГПС МЧС России, 2020.

8. Павленко П.Д. Методология разработки рациональных конструкций несущей системы и ходовой части большегрузных строительных автомобилей–самосвалов : Дис. ... д–ра техн. наук : 05.05.03 Набережные Челны, 2005, 400 с. РГБ ОД, 71:05–5/647

9. Филькин Н.М., Шаихов Р.Ф., Буянов И.П. Теория транспортных и транспортно–технологических машин. Пермь: ФГБОУ ВО Пермская ГСХА, 2016.

References

1. Mezhgosudarstvennyy standart grunty Klassifikatsiya Soils. Classification.URL: https://docs.cntd.ru/document/1200095052 (data obrashcheniya 06.11.2022)

2. Natsionalnyy standart Rossiyskoy Federatsii «Avtomobilnye transportnye sredstva sharniry sharovye» Tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy Vehicles. Ball–and–socket hinges. Technical requirements and test methods, URL: https://docs.cntd.ru/document/1200043530 (data obrashcheniya 06.11.2022)

3. Bukreev O.D., Buglaev A.M. Povyshenie iznosostoykosti sharnirov rulevykh tyag samokhodnogo kolesnogo shassiURL: http://www.science–bsea.bgita.ru/2020/mashin_2020_32/bukreev_pov.htm, (data obrashcheniya 06.11.2022)

4. Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskiy I.A. [i dr.] Osobennosti primeneniya sovremennogo traktornogo transporta v tekhnologicheskikh protsessakh po vozdelyvaniyu selskokhozyaystvennykh kultur // Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 126.

5. Zakharov Yu.A., Voynov A.A. Vliyanie ekspluatatsii avtomobilya na modernizatsiyu sharovykh opor. Sovremennye problemy i napravleniya razvitiya avtomobilno–dorozhnogo kompleksa v Rossiyskoy

Federatsii // sb. dokladov Vseros. (Natsion.) nauch.–praktich. konf. 23–25 noyabrya 2017 g. Penza: PGUAS, 2017.

6. Maslov G.G. Tekhnicheskaya ekspluatatsiya MTP. (Uchebnoe posobie) Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2008.

7. Nadezhnost i dolgovechnost mashin i mekhanizmov: sbornik materialov XI Vserossiyskoy nauchno–prakticheskoy konferentsii, Ivanovo, 16 aprelya 2020 g. Ivanovo : FGBOU VO Ivanovskaya pozharno–spasatelnaya akademiya GPS MChS Rossii, 2020.

8. Pavlenko P.D. Metodologiya razrabotki ratsionalnykh konstruktsiy nesushchey sistemy i khodovoy chasti bolshegruznykh stroitelnykh avtomobiley–samosvalov : Dis. ... d–ra tekhn. nauk : 05.05.03 Naberezhnye Chelny, 2005, 400 s. RGB OD, 71:05–5/647

9. Filkin N.M., Shaikhov R.F., Buyanov I.P. Teoriya transportnykh i transportno–tekhnologicheskikh mashin. Perm: FGBOU VO Permskaya GSKhA, 2016.