УДК 631.431.73

**Оценка влияния параметров ходовой системы тракторного поезда на уровень уплотняющего воздействия на почву**

***К.В. Понимасов***

*студент*

*Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, инженерный факультет, Кемерово, Россия*

*e-mail:* [*kondorivkirill@gmail.com*](mailto:kondorivkirill@gmail.com)

Выполнение транспортных работ в сельскохозяйственном производстве имеет ряд отличительных особенностей, связанных с многообразием грузов, различными расстояниями перевозок и сложностью дорожных условий, что требует применения гибкого подхода к выбору параметров транспортного средства.

Значительный объем технологических перевозок (до 40-60%) в сельском хозяйстве выполняется тракторными транспортными агрегатами, при этом в транспортном парке сельского хозяйства России значительный удельный вес занимают колесные тракторы, среди которых наибольшее распространение получили универсально-пропашные тракторы МТЗ-80/82 [1]. Удельное давление на почву ходовых систем тракторных прицепов при движении по сельскохозяйственным фонам значительно превышает установленные нормы по уровню допустимого воздействия на почву [4].

Снижение механического воздействия ходовых систем тракторов, сельскохозяйственных машин и различных транспортно-технологических средств на почву и доведение его до оптимальных уровней является первоочередной задачей и обеспечит сохранение ее потенциального и эффективного плодородия, позволит избежать недоборов урожая и непроизводительных затрат энергии [1-3].

Одним из эффективных способов снижения техногенной нагрузки на почву со стороны ходовых систем сельскохозяйственных транспортно-технологических машин, является оснащение последних шинами с увеличенной шириной профиля и повышенной грузоподъемностью (рис. 1). Это позволяет увеличить полезную нагрузку на ходовую часть прицепа при снижении внутреннего давления в шинах, тем самым обеспечивая более щадящее воздействие на опорную поверхность.



|  |  |
| --- | --- |
| *а* | *б* |

Рис. 1. Тракторные сельскохозяйственные прицепы:

*а* - 2ПТС-4,5 с шинами 9,00-16; *б* - 2ПТС-6,5 с шинами 11,5/80-15,3

Широкое применение в сфере АПК тракторные сельскохозяйственных прицепов типа ПТС в различном исполнении и под различными марками, подтверждает актуальность вопроса повышения их агротехнических показателей.

С учетом весовых характеристик тракторного транспортного агрегата в составе трактора МТЗ-82 и прицепа 2ПТС-4М определяем нагрузку на единичный движитель.

Определяем нагрузку на единичный колесный движитель агрегата, кН

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

где - эксплуатационный (конструкционный) вес трактора (прицепа), кН.

- количество колесных движителей.

Результаты расчета сводим в таблицу 1.

Таблица 1.Вертикальная нагрузка на единичный движитель агрегата, кН

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трактор МТЗ-82 | | | | Прицеп 2ПТС-4М | | | |
| задний мост | | передний мост | |  | при загрузке прицепа, % | | |
|  |  |  |  | 0 | 50 | 100 |
| 2 | 12,45 | 2 | 7,55 | 4 | 4,30 | 9,30 | 14,30 |

При выборе модели и типоразмера пневматической шины, кроме грузоподъемности, руководствуемся также посадочным диаметром диска для возможности установки выбранных шин на прицеп 2ПТС-4М без конструктивного изменения его ходовой части [5].

Для оценки уровня механического воздействия на почву ходовых систем трактора и прицепа используем универсальный критерий оценки техногенного воздействия на почву со стороны ходовых систем сельскохозяйственных агрегатов – показатель уплотняющего воздействия , предложенный в трудах И.П. Ксеневича [3]. Предельно допустимое значение данного критерия устанавливается автором ≤75 кН/м и определяется исключением влияния уплотняющего воздействия движителя агрегата на биологическую урожайность возделываемой культуры.

Уплотняющее воздействие одиночного колеса, движущегося первым в агрегате (или нескольких одинаковых колес, расположенных в ряд с зазором между ними ), кН/м

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2) |

где - ширина следа колеса, м

|  |  |
| --- | --- |
| - для одиночного колеса |  |
| - для нескольких одинаковых колес, расположенных в ряд с зазором | ; |

- коэффициент, зависящий от размера и формы опорной поверхности движителя (для колесного движителя =1,25 [3]).

Величина зазора между установленными в ряд колесами на одной оси трактора, в случае их сдваивания, находится на основании схемы графического определения величины перекрытия следов агрегата.

Уплотняющее воздействие в следе движителя возрастает, если рядом с ним проходит другой движитель с зазором (), на следующую величину, кН/м

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (3) |

где , - показатель уплотняющего воздействия на почву соответственно в i-м и (i+1)-м следе, до прохода соседнего движителя, кН/м;

- ширина следа (i+1)-го движителя, м.

Если зазор больше , то (i+1)-й движитель не оказывает влияния на уплотняющее воздействие на почву в следе i-го движителя.

Уплотняющее воздействие на почву в следе после прохода движителя по следу предыдущего с расстоянием между продольными осями движителей () возрастает на величину, кН/м

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4) |

где и - показатели воздействия в следах движителей соответственно при и . Значение рассчитывается по формуле (3), а значение – по формуле (5).

Расстояние между продольными осями движителей находится на основании схемы графического определения величины перекрытия следов агрегата.

При движении колес по схеме «след-в след» (при ) уплотняющее воздействие колес, следующих за передним, определяется по формуле, кН/м

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (5) |

где - коэффициент интенсивности накопления необратимой деформации почвы при повторных нагружениях (в ориентировочных расчетах принимается =1,0) [3];

- коэффициент, учитывающий увеличение воздействия на почву, при нарастающих по значению последующих давлениях,

|  |  |
| --- | --- |
|  | при |
|  | при |
|  | при |
|  | при |

- порядковый номер движителя, следующего по следу переднего колеса.

Уплотняющее воздействие на почву в каждом следе движителя после прохода агрегата определяется путем суммирования воздействий, кН/м

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (6) |

где - число движителей, перемещающихся с зазорами относительно первого;

- число движителей, перемещающихся по следу первого.

Результаты расчета сводим в таблицу 2.

Таблица 2. Результаты расчета уплотняющего воздействия (кН/м) на почву движителей агрегата

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состав агрегата | № движителя | Загрузка прицепа, % | | | | | |
| Стандартная шина | | | Широкопрофильная шина | | |
| 0 | 50 | 100 | 0 | 50 | 100 |
| Трактор МТЗ-82 | 1(2) | 60,01 | 60,01 | 60,01 | 60,01 | 60,01 | 60,01 |
| 3(4) | 79,86 | 79,86 | 79,86 | 79,86 | 79,86 | 79,86 |
| Прицеп 2ПТС-4М | 5(6) | 77,78 | 84,56 | 88,87 | 35,02 | 36,76 | 37,75 |
| 7(8) | 13,41 | 14,90 | 15,73 | 11,39 | 12,60 | 13,28 |
| След агрегата | | 231,06 | 239,33 | 244,47 | 186,28 | 189,23 | 190,90 |

|  |  |
| --- | --- |
| *а* | *б* |

Рис. 2. Сравнительная оценка суммарного уплотняющего воздействия на почву транспортного агрегата МТЗ-82+2ПТС-4М при оснащении тракторного прицепа разными типами шин:

*а* – по следам агрегата; *б* – по следам прицепа

Полученное значение суммарного уплотняющего воздействия сравниваем с установленной допустимой нормой и по критерию делаем вывод об общем уровне уплотняющего воздействия на почву, оказываемого движителями тракторного транспортного агрегата.

На основании проведенных расчетов и графического анализа параметров ходовой системы агрегата МТЗ-82+2ПТС-4М, можно сделать вывод о том, что суммарный уровень уплотняющего воздействия на почву (рис. 3а), при максимальной загрузке прицепа, значительно превышает установленную норму – при оснащении стандартными шинами в 3,25 раза, широкопрофильными – в 2,5 раза. При этом, в общей сумме механического воздействия на почву ходовых систем агрегата, доля, приходящаяся на движители прицепа, снижается от 43% - для стандартных шин до 27% для широкопрофильных (рис. 3б).

Таким образом, оснащение ходовой системы прицепа 2ПТС-4М широкопрофильными шинами 340/55-16, обеспечивает выполнение нормы по критерию уплотняющего воздействия на почву , демонстрируя снижение уплотнения в 2 раза в пределах всего диапазона эксплуатационных нагрузок на движитель (4,3-14,3 кН) по сравнению с серийными шинами.

**Список литературы:**

1. Бережнов, Н.Н. Повышение эффективности использования тракторного транспортного агрегата / Н.Н. Бережнов, А.П. Сырбаков // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: материалы XI региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова (11-12 ноября 2019 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Ин-женер. ин-т. – Новосибирск, 2019. – с. 30-34.
2. Compaction and sowing date change soil physical properties and crop yield in a loamy temperate soil [Electronic resource] / [Obour P. B](https://apps.webofknowledge.com/DaisyOneClickSearch.do?product=WOS&search_mode=DaisyOneClickSearch&colName=WOS&SID=C2pnw3JPBcydbJVhnde&author_name=Obour,%20PB&dais_id=4646960&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage)., [Kolberg D](https://apps.webofknowledge.com/DaisyOneClickSearch.do?product=WOS&search_mode=DaisyOneClickSearch&colName=WOS&SID=C2pnw3JPBcydbJVhnde&author_name=Kolberg,%20D&dais_id=5064597&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage)., [Lamande M](https://apps.webofknowledge.com/DaisyOneClickSearch.do?product=WOS&search_mode=DaisyOneClickSearch&colName=WOS&SID=C2pnw3JPBcydbJVhnde&author_name=Lamande,%20M&dais_id=838412&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage)., [Borresen T](https://apps.webofknowledge.com/DaisyOneClickSearch.do?product=WOS&search_mode=DaisyOneClickSearch&colName=WOS&SID=C2pnw3JPBcydbJVhnde&author_name=Borresen,%20T&dais_id=1365458&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage)., [Edwards G](https://apps.webofknowledge.com/DaisyOneClickSearch.do?product=WOS&search_mode=DaisyOneClickSearch&colName=WOS&SID=C2pnw3JPBcydbJVhnde&author_name=Edwards,%20G&dais_id=1319618&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage)., [Sorensen C. G](https://apps.webofknowledge.com/DaisyOneClickSearch.do?product=WOS&search_mode=DaisyOneClickSearch&colName=WOS&SID=C2pnw3JPBcydbJVhnde&author_name=Sorensen,%20CG&dais_id=520089&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage)., [Munkholm L. J](https://apps.webofknowledge.com/DaisyOneClickSearch.do?product=WOS&search_mode=DaisyOneClickSearch&colName=WOS&SID=C2pnw3JPBcydbJVhnde&author_name=Munkholm,%20LJ&dais_id=530007&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage). // Soil and Tillage Research, 2018. Vol. 184, P. 153-163. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198718304689> (accessed: Apr. 09, 2023).
3. Ксеневич, И.П., Скотников, В.А., Ляско, М.И. Ходовая система - почва - урожай. М.: Агропромиздат, 1985. 304 с.
4. ГОСТ 26955-86 и др. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву (сборник). М.: Издательство стандартов, 1986. 22 с.
5. ГОСТ 25641-84. Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Основные параметры и размеры. Взамен ГОСТ 25641-83; Введ. 30.03.1984. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 25 с.
6. Каталог продукции [Электронный ресурс] // Belshina [сайт]. – Режим доступа: <http://www.belshinajsc.by/catalog/shiny-dlya-traktorov-i-selskokhozyaystvennykh-mashin/6l-12/> (дата обращения 08.04.2023 г.).