

МИНИМИЗАЦИЯ ВЛИЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА УПЛОТНЕНИЕ ПОЧВЫ

А. В. Сарычев, Н. В. Перевозчикова

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается проблема уплотнения почвы тяжёлой сельхозтехникой и ее экономические последствия. Предлагаются меры по минимизации уплотнения, такие как использование шин с низким давлением, спаренных колёс и гусеничных движителей. Особое внимание уделяется преимуществам гусеничных тракторов перед колесными, включая большую площадь контакта с почвой и меньшее буксование. Также рассматриваются современные материалы для гусениц, экономия топлива и повышение качества работы при использовании гусеничной техники.

Ключевые слова: уплотнение почвы, гусеничный движитель, шины низкого давления, буксование.

MINIMIZING THE IMPACT OF AGRICULTURAL MOTOR TRANSPORT ON SOIL COMPACTION

A. V. Sarichev, N. V. Perevozchikova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. The article deals with the problem of soil compaction by heavy agricultural machinery and its economic consequences. Measures to minimize compaction are suggested, such as the use of low-pressure tires, dual wheels, and crawlers. Special attention is given to the advantages of tracked tractors over wheeled tractors, including greater ground contact area and less slippage. Modern track materials, fuel economy and improved quality of work with tracked equipment are also discussed.

Keywords: soil compaction, crawler, low-pressure tires, towing.

Уплотнение почвы является одним из ключевых факторов её деградации, особенно при использовании тяжёлой сельхозтехники в неблагоприятных погодных условиях. Этот процесс обусловлен природными свойствами почвы, уровнем её влажности, видами возделываемых растений и нагрузками, которые оказывают машины на почву. Регулярная эксплуатация тяжёлой техники приводит к уплотнению

грунта и смещению его слоёв, что ухудшает доступ кислорода и влаги к корням растений, затрудняя их рост.

Экономические последствия уплотнения почвы весьма значительны: снижается урожайность, увеличивается вероятность возникновения болезней у растений, а также возрастает необходимость проведения восстановительных мероприятий, таких как вспашка или рыхление. Это, в свою очередь, требует дополнительных расходов на топливо и трудозатраты.

Уплотнение почвы – это физический процесс ее деградации, приводящей к снижению пористости и, как следствие, усилению эрозии и уменьшению урожайности. Растения, выращенные на уплотненной земле, менее жизнеспособны и недоразвиты.

Уплотнение почвы представляет серьёзную угрозу для растений по нескольким причинам: ограниченное развитие корней, недостаток кислорода; снижение водопроницаемости. Все эти факторы вместе приводят к тому, что растения растут медленнее, становятся менее устойчивыми к болезням и дают меньший урожай.

Уплотнение почвы под воздействием автомобильного транспорта может привести к снижению её плодородия и ухудшению структуры. Чтобы минимизировать этот эффект, можно использовать метод снижения нагрузки путем распределения веса по большей площади.

Для минимизации уплотнения почвы возможно:

- использовать шины, предназначенные для эксплуатации при пониженном давлении. Применение технологий IF и VF, разработанных компанией ВКТ (индийская кампания, крупный производитель шин для сельскохозяйственной техники, в т.ч. Agrimax force) для нужд агропромышленного комплекса, позволит значительно снизить степень уплотнения грунта. Технология VF (Very High Flexion), основанная на принципах повышенной гибкости (Improved Flexion), обеспечивает возможность транспортировки больших грузов при сниженном давлении в шинах. Таким образом, данная технология обладает значительными преимуществами в контексте борьбы с уплотнением почвенных горизонтов.

- применять спаренные колеса в тех случаях, когда это допустимо с технической точки зрения.

- применять гусеничные движители. Различие в площади пятна контакта между колесными и гусеничными системами варьируется от 50 до 150 % (рисунок 1). По данным исследований компании «Мишлен», стандартная одинарная шина имеет контактную поверхность

примерно $1,2 \text{ м}^2$, сдвоенная шина – около $2,5 \text{ м}^2$, в то время как средняя гусеница контактирует с поверхностью площадью порядка $3,2 \text{ м}^2$.

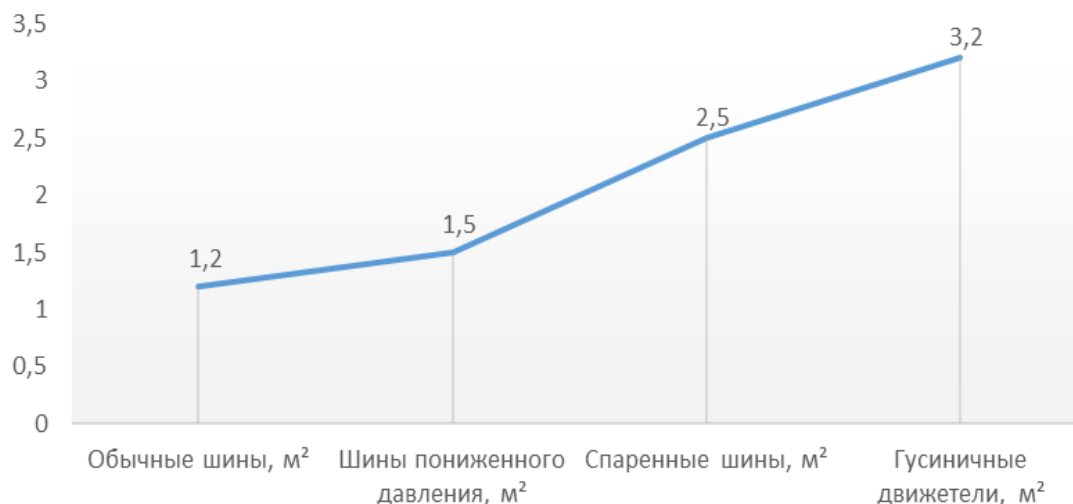


Рисунок 1 – Площади контакта различных движителей

Следовательно, при одинаковой мощности гусеничная техника оказывает давление на грунт практически в три раза меньше, чем ее колесные аналоги. Так, например, колесный шарнирно-сочленённый трактор RSM 2375 мощностью 380 л.с. создает давление на почву в размере 650 г/см^2 (при использовании спарки), в то время как более тяжёлый и мощный Delta Track 620DT (575 л.с.), оснащённый гусеницами, воздействует на грунт с силой всего 450 г/см^2 . Гусеничный трактор John Deere 9-й серии на широких гусеницах демонстрирует увеличение площади пятна контакта на 47 % по сравнению с той же моделью, но оборудованной самыми широкими спаренными колесами IF800/70R38.

Кроме того, гусеницы обеспечивают значительное уменьшение буксования, характерное для колесных машин, которые углубляют колеи, способствуя усиленному уплотнению почвы. Благодаря большой площади контакта, буксование гусеничных тракторов обычно не превышает 2 %, тогда как у колесных аналогов она может достигать до 18 % даже при наличии спаренных колес. Исследования компании Fendt показывают, что переход на гусеничную технику при соблюдении всех остальных условий (технологии обработки, уборочных операций и пр.) приводит к увеличению урожайности на 4 %.

Вместо металлических гусениц всё чаще используются современные материалы, обладающие высокой эластичностью и прочностью. В

Республике Беларусь производятся тракторы и комбайны на гусеничном ходу с резиновой гусеницей (трактор BELARUS-3625 и КЗС-812С).

Сельскохозяйственная техника, включая автомобильный транспорт, на резиновых гусеницах – это экономия топлива: от 4 % на сухой почве и 30 % при дожде. Давление на почву снижается от 2,5 до 8 раз в зависимости от операции. При этом повышается качество работы за счёт увеличенной площади поверхности контакта для оптимальной тяги без повреждения грунта и гладкого хода по неровной поверхности поля.

Один из недавних революционных трендов среди гусеничных тракторов – это переход на «дельта траки» – треугольные гусеницы, которые располагаются аналогично колесам по паре с каждой стороны самоходной машины.

Применение дельта траков среди российских производителей сельскохозяйственной техники ввел комбайновый завод Ростсельмаш, представив в 2022 году гусеничный трактор RSM 3575 DT с шарнирно-сочлененной рамой с уникальным дельтавидным движителем, вместо колес у которого установлены дельта траки. Такая схема позволяет не только существенно снизить нагрузку на грунт, но и увеличить тягово-сцепные свойства, не говоря уже о новых возможностях проходимости на топкой почве.

Однако, на данный момент не представлено применение дельта траков на автомобильном транспорте сельскохозяйственного назначения, в связи с чем существует необходимость проведения исследования по указанному вопросу, а также обоснование финансово-экономической модели.

Выводы: таким образом, уплотнение почвы является одной из главных причин её деградации, что приводит к снижению урожайности, ухудшению здоровья растений и дополнительным затратам на восстановление почвенного покрова. Для минимизации негативных последствий рекомендуется применять специальные шины с пониженным давлением, спаренные колеса и гусеничные системы, которые позволяют уменьшить давление на почву и сохранить её структуру. Современные разработки, такие как резиновые гусеницы и дельта траки, показывают значительные перспективы в снижении уплотнения почвы и повышении производительности сельскохозяйственной техники. Однако требуются дополнительные исследования возможности

применения подобных решений в автомобильный транспорт сельскохозяйственного назначения, а также оценка их экономической целесообразности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агроэкологическая оценка уплотнения почв / О. Е. Ефимов, В. И. Савич, В. В. Гукалов, К. С. Бородина // Плодородие. – 2021. – №1. – С. 54-56.
2. Перегудов, Н. Е. Исследование уплотняющего воздействия гусеничного движителя сельскохозяйственного трактора на почву и разработка метода его оценки : специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» : дис. ... канд. техн. наук / Перегудов Николай Евгеньевич. – Мичуринск, 2016. – 172 с.
3. ГОСТ Р 58656-2019 Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву. – М. : Изд-во Стандартиформ, 2019. – 20 с.
4. Как предотвратить машинную деградацию почв [Электронный ресурс] // ГлавПахарь. – Режим доступа: <https://glavpahar.ru/> (дата обращения: 11.01.2025).
5. Эйдис, А. Л. Менеджмент техники и технологии сельскохозяйственных машин : учебное пособие / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк, В. И. Еремеев. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. – 196 с.
6. Уплотнение почвы: причины, влияние на урожайность и методы предотвращения [Электронный ресурс] // МТрактор. – Режим доступа: <https://mtraktor.ru/> (дата обращения: 14.01.2025).
7. Эйдис, А. Л. Управление техническими системами / А. Л. Эйдис, Е. П. Парлюк. – М. : Издательство ООО «ВНИПР», 2010. – 72 с.

Об авторах:

Сарычев Алексей Владимирович, студент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», sari4el@gmail.com.

Перевозчикова Наталия Васильевна, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», perevoz68@mail.ru.

About the authors:

Aleksey V. Sarichev, student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, sari4el@gmail.com.

Natalya V. Perevozchikova, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, perevoz68@mail.ru.