

УДК 631.3.072

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ДВИЖЕНИЯ МТА

Непарко Т.А., канд. техн. наук,

Вороненко А.С., аспирант

*Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Беларусь*

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы подбора состава агрегата, который даст наименьшую площадь уплотнения при выполнении различных мобильных сельскохозяйственных операций.

Ключевые слова: поверхность, уплотнение, поле, агрегат, ходовые системы.

Постановка проблемы. Анализ существующих технологий возделывания различных сельскохозяйственных культур показывает, что количество выполняемых операций довольно большое и колеблется от 10-15 при возделывании зерновых культур до 20-30 для пропашных культур. Такие операция как предпосевная обработка почвы, внесение органических и минеральных удобрений, вспашка, выравнивание, культивация, боронование, посев, уход за посевами и уборка урожая осуществляется отдельно и к тому же некоторые из них многократно. Машинно-тракторные агрегаты, выполняющие эти операции, отличаются количественным составом, типами сельскохозяйственных машин, способами агрегатирования. Энергетические части агрегатов также могут быть различными. Всё это очень сильно сказывается на воздействии ходовой части агрегата на почву. Многократные циклические движения машинно-тракторных агрегатов по полю, приводят к тому, что оно покрывается

уплотненными полосами, суммарная площадь которых значительно превышает саму площадь поля (в расчетах использовалась площадь уплотнения 1 га – 10 тыс. м²).

Основные материалы исследования. Степень воздействия сельскохозяйственной техники на почву определяется полевой культурой, количеством выполняемых операций, их повторяемостью, типом трактора. Выбор последнего зависит от вида работы, размера поля, удельного сопротивления почвы и других факторов. В свою очередь тип трактора предопределяет ширину захвата агрегатов, следовательно, количество его проходов в расчете на единицу площади поля.

Для определения площади уплотнения получено уравнение, исходя из следующего. Известно, что площадь уплотнения поля зависит от ширины образованной ходовой частью трактора колеи, ширины захвата агрегата и количества его проходов n по полю. При этом последняя величина определяется как

$$n = \frac{Ck_0}{P_{кр}\eta}, \quad (1)$$

где n – количество проходов трактора;

C – ширина поля, м;

k_0 – удельное сопротивление сельскохозяйственных машин, Н;

$P_{кр}$ – тяговое усилие трактора на определенной передаче, Н;

η – коэффициент использования тягового усилия трактора, Н.

Площадь уплотнения поверхности за один проход агрегата без учета уплотнения почвы при холостом ходе на поворотных полосах вычисляется по формуле

$$S_0 = 2b(L - E), \quad (2)$$

а на всей площади поля

$$S = S_0 n = \frac{2bCk_0\varphi}{P_{кр}}, \quad (3)$$

где S_0 – площадь уплотнения поля за один проход агрегата, м²;
 S – площадь уплотнения всей площади поля, м²;
 L – длина поля, м;
 φ – коэффициент рабочих ходов тракторов;
 b – ширина ходовой части трактора (колеса или гусеницы), м;
 E – ширина поворотной полосы, м.

Минимальная площадь уплотнения ходовой частью тракторов при выполнении операции с учетом их тягового усилия определяется по формуле

$$S = \frac{2bLC^2k_0(L-2E)}{\left[(L-2E)C + (C+b_p)l_{xx} \right] P_{кр}}, \quad (4)$$

где l_{xx} – длина одного поворота, м;
 b_p – ширина захвата агрегата, м.

Под действием ходовых систем тракторов почва значительно уплотняется на поворотных полосах, так как на них машинно-тракторные агрегаты совершают двойной проход – при поворотах на холостых и на рабочих ходах.

Площадь уплотнения поворотной полосы составляет

$$S_{пп} = S_{xx} + S_p = 2bL \left(\frac{C}{b_p} - 1 \right) + \frac{2l_{xx}EC}{b_p}, \quad (5)$$

Тогда общую площадь уплотнения при выполнении одной операции можно выразить следующей формулой:

$$S_{общ} = \frac{2bLC^2k_0(L-2E)}{\left[(L-2E)C + (C+b_p)l_{xx} \right] P_{кр}} + 2bL \left(\frac{C}{b_p} - 1 \right) + \frac{2l_{xx}EC}{b_p}, \quad (6)$$

Таким образом, зная размеры поля и поворотной полосы, параметры ходовой части тракторов, тяговое усилие на рабочей передаче и удельное тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин, зависящее от удельного сопротивления почвы, можно определить площадь уплотнения поля при выполнении любой технологической операции.

Для ускорения вычислений построена специальная логарифмическая номограмма с 45-градусным ходом луча решения. Пределы значений всех шкал позволяют найти искомую величину для любых встречающихся на практике значений указанных выше переменных (рис. 1).

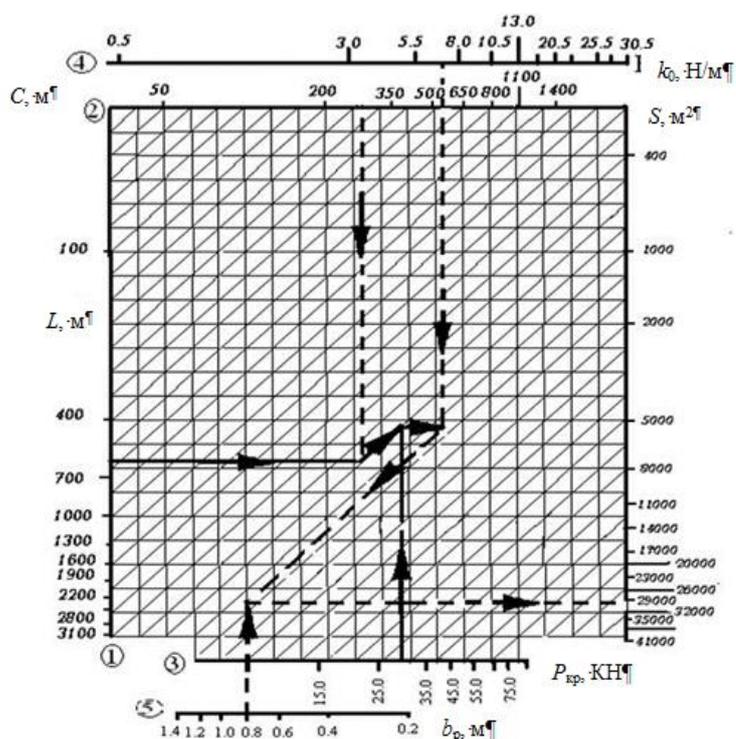


Рис. 1. – Номограмма для расчета площади уплотнения поля

Ход решения осуществляется с помощью луча, пересекающегося с линиями, проведенными от соответствующих шкал. Пользуясь уравнением и номограммой, определили общую площадь уплотнения поля при возделывании кукурузы и озимой пшеницы по существующим технологиям. Как и следовало ожидать, у пропашных

культур, т.е. у кукурузы она оказалась существенно выше, чем у культур сплошного сева.

Анализ формулы (1) позволяет наметить некоторые пути минимизации площади уплотнения поля. Решающее значение при этом имеет энергетическая характеристика трактора. По возможности следует отдавать предпочтение энергонасыщенным тракторам, агрегируя их с широкозахватными орудиями, уменьшая количество проходов по полю. При этом не следует допускать проходов энергонасыщенных тракторов по переувлажненной почве. Следует отметить, что исследование кинематики движения МТА позволяет уменьшить площадь уплотнения поля при возделывании основных сельскохозяйственных культур.

Способы (маршрутизация) движения энергонасыщенных тракторов содействует устранению лишних проходов по полю, улучшает организацию полевых работ, снижает затраты горючего и повышает урожайность сельскохозяйственных культур

Несмотря то, что рациональный способ движения (маршрутизация) – достаточно простой и эффективный способ снижения отрицательного воздействия МТА на почву, его внедрение сопряжено с рядом факторов, зависящих от различия ширины захвата существующих сельскохозяйственных машин. Поэтому для широкого внедрения маршрутизации необходимо предусматривать такой комплекс машин, который имел бы одинаковую ширину захвата либо сделать захват некоторых орудий кратным ширине захвата базовых машин. То и другое не требует значительных затрат, так как конструкции машин при этом не изменяются, изменяется только ширина их захвата. При выполнении этих условий маршрутизация МТА (кинематика) будет осуществляться при возделывании любой культуры автоматически, то есть, МТА будет передвигаться в поле только по постоянным колеям. Тогда площадь уплотнения поля

уменьшится, локализуется в объеме поля в постоянных колеях и проще устранится при периодическом глубоком рыхлении.

Выводы. Локализация уплотнения за счет выбора эффективного способа движения машинно-тракторных агрегатов – эффективный способ снижения отрицательного воздействия их ходовых систем на почву. Правильное составление агрегатов и уменьшение количества их проходов по полю обеспечивает минимальное уплотнение почвы. Приведенные формулы и номограмма позволяют правильно подобрать состав агрегата, который даст наименьшую площадь уплотнения при выполнении различных мобильных сельскохозяйственных операций.

Список использованных источников

1. Система перспективных машин и оборудования для реализации эффективных технологий производства и первичной переработки основных видов продукции растениеводства и животноводства на 2021-2025 годы и на период до 2030 года: (методические рекомендации)/ Нац. Акад. Наук Беларуси [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2024. 118 с.

2. Непарко Т.А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие. Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», Кафедра ЭМТП и А. Минск: БГАТУ, 2023.

3. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Практикум: учеб. пособие / Т.А. Непарко [и др.]; под ред. Т.А. Непарко. Минск: ИВЦ Минфина, 2018. 220 с.

4. Непарко Т.А., Жданко Д.А., Шило И.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка. Практикум: учеб. пособие / под ред. Т.А. Непарко. Минск: БГАТУ, 2021. 192 с.

5. Новиков А.В., Жданко Д.А., Непарко Т.А. Новые подходы к разработке методики потребности в сельскохозяйственной технике // Агропанорама. 2019. № 3 (133). С. 10-14.