

О ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПАХОТНОГО АГРЕГАТА

Рыжих Н.Е. – к. т. н., доцент

Кубанский государственный аграрный университет

В работе обосновывается причина увода трактора от прямолинейного движения. Предлагается способ повышения стабилизации прямолинейного движения трактора и возможности составления асимметричных пахотных агрегатов с повышенными технико-экономическими показателями.

Вспашка в земледелии занимает особое место не только по агротехнической значимости, но и по своей энергоемкости: на нее расходуется около 30–35 % всех затрат энергии в полеводстве. Поэтому к вспашке предъявляются строгие агротехнические требования, одним из которых является прокладка прямолинейной борозды. Прямолинейное вождение асимметричного пахотного агрегата довольно сложно. Трактор постоянно уводит в сторону вспаханного поля, что заставляет тракториста выравнивать его, прилагая постоянное усилие к рулевому колесу, а на гусеничных тракторах воздействовать на рычаг управления фрикционом через каждые 4–6 п.м. хода агрегата [4].

Составление асимметричных пахотных агрегатов вызвано энергоемкостью процесса рыхления почвы и малой мощностью трактора, в основном класса тяги 14–40 кН, несоответствием ширины захвата плуга ширине трактора.

На прямолинейное движение агрегатов в значительной степени влияет смещение точки прицепа на тракторе от его осевой линии (рис. 1), в результате чего создается момент M_T продольной составляющей $P_{крх}$

силы тяги $P_{кр}$ на плече смещения a , разворачивающий трактор по часовой стрелке.

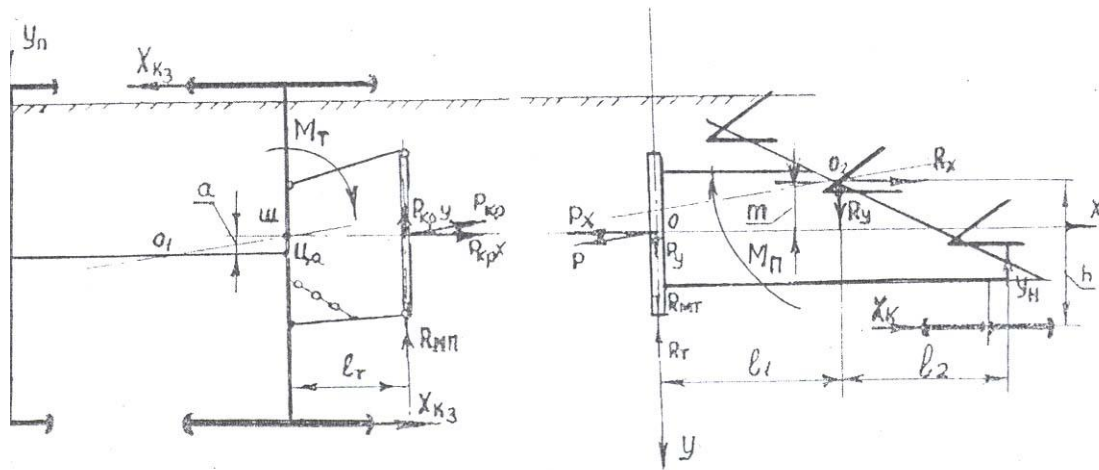


Рисунок 1 – Схема внешних и внутренних сил, действующих в горизонтальной плоскости на пахотный агрегат

Уменьшить этот момент возможно созданием момента $M_п$, разворачивающего плуг против часовой стрелки [1]. Момент $M_п$ образуется продольной составляющей P_x силы P сопротивления плуга и плечом m , равным величине смещения плуга вправо от продольной линии, проходящей через точку $ш$ прицепа. Это смещение точки прицепа на плугах со сцепкой СА-1 предусмотрено установкой последней на гряделях в определенном месте. Увод трактора, вызванный моментом силы тяги, является не единственной причиной.

В существующих конструкциях плугов режущие кромки лемехов и лобовые поверхности отвалов располагаются под углом к ходу движения, вызывая этим при движении агрегата боковые составляющие сопротивления R_y почвы, смещающие плуг от продольного расположения. Этому смещению плуга, которое вызвано силой R_y , – результирующей боковых сопротивлений почвы всех корпусов и приложенной в центре тяжести O_2 плуга, противодействует реакция почвы

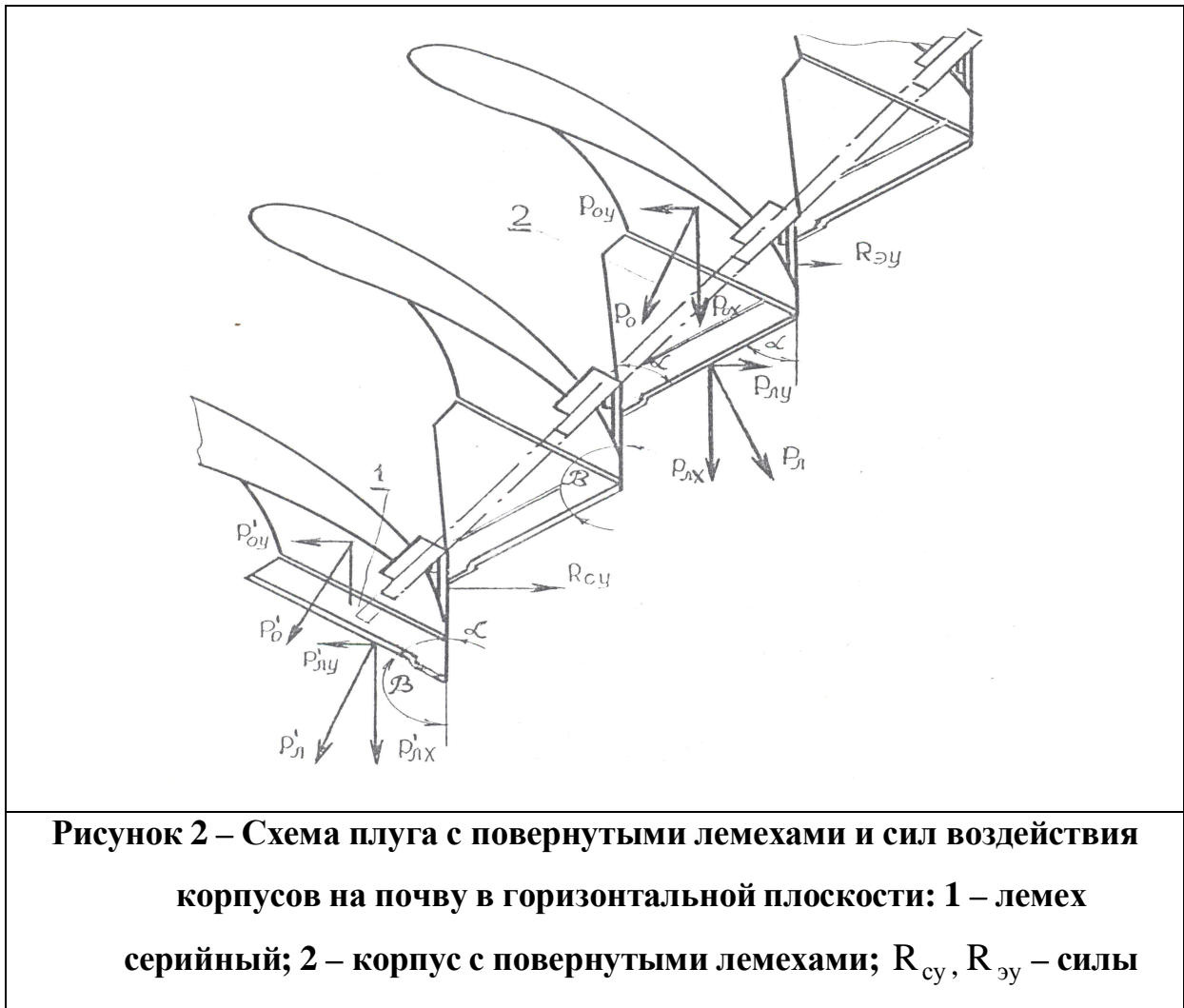
(Y_n) на полевые доски и со стороны навески реакция трактора (R_T) в точке прицепа. При боковом смещении плуга трактор для него представляет значительно большую опору (реакцию R_T) в сравнении с почвой под полевыми досками, потому что полевые доски, стоящие на разном расстоянии от точки прицепа, смещаются в стенку борозды по дугам разной длины ($l_n > l_{n-1} > l_1$). Поэтому полевая доска последнего корпуса значительно деформирует почву, уплотняет ее, воспринимая от нее реакцию значительно большую, чем у стоящих впереди полевых досок.

Восприятие полевой доской последнего корпуса плуга боковой реакции почвы значительной величины подтверждается быстрым истиранием, частой сменой и применением досок увеличенной длины [2]. Следовательно, плуг от бокового смещения при установившемся движении ограничивается в основном полевой доской последнего корпуса и трактором. Г.Н. Синеоковым замечено, что полевые доски на передних корпусах не являются существенной боковой опорой, но их полное упразднение невозможно, так как это вызвало бы сильное смещение плуга при его заглублении в почву в начале борозды и искривление борозды при прекращении контакта полевой доски заднего корпуса со стенкой борозды, что и происходит при работе плуга поперек разъемных борозд [5]. Если рассматривать движение агрегата как равномерное, не учитывая силы инерции, которые возникают при не установившемся режиме, то увод трактора за точку, расположенную на вылете от центра Π_a поворота агрегата, происходит под воздействием на него поперечных сил R_y от плуга и моментов M_T силы тяги и M_{Π} силы сопротивления плуга.

Боковое воздействие плуга на трактор через точку прицепа является существенной причиной поворота пахотного агрегата [3]. Это предположение подтвердилось испытаниями пахотного агрегата с экспериментальным плугом с повернутыми лемехами [5]. Особенностью

этого плуга является то, что на нем устанавливаются лемехи, режущие кромки которых повернуты на 90° относительно лобовой поверхности отвалов (рис. 2).

Боковое воздействие $R_{лу}$ почвенного пласта на лемехи противоположно воздействию $R_{оу}$ на отвалы. За счет их встречного направления они частично компенсируются, оставляя небольшое давление $R_{эу}$ на стенку борозды, ограничивающую плуг от смещения. Смещение такого плуга возможно и от стенки борозды при постановке на всех корпусах повернутых лемехов, и при обработке плотных каменистых почв на значительную глубину, когда боковые усилия на повернутых лемехах превышают усилия на отвалах.



давления полевых досок на стенки борозд
--

При работе пахотного агрегата трактора Т-4 с 4-корпусным плугом, в котором поставили экспериментальные лемехи только в трех корпусах, наблюдали сравнительно устойчивое прямолинейное движение с редкой поправкой правым фрикционом. При работе этого трактора с 4-корпусным плугом со стандартными лемехами на этом же поле (в учхозе "Кубань" на поле после уборки гороха в засушливое время, глубина пахоты – 28–30 см) приходилось поддерживать прямолинейность как обычно, левым фрикционом, но значительно чаще пользуясь им. Трактор тянуло в борозду, потому что плуг стремился сместиться в стенку борозды и, удерживаясь прицепным устройством, разворачивал за него трактор во вспаханное поле. При пахоте плугом, в котором поставили на все 4 корпуса экспериментальные лемехи, трактор уводило от борозды, поправлять прямолинейное движение приходилось правым фрикционом.

Уводило от вспаханного поля и трактор МТЗ-80 при испытании агрегата с 3-х корпусным плугом с экспериментальными лемехами.

Вспашка поля стандартным плугом, ассиметрично соединенным с трактором для обеспечения необходимой прямолинейности борозд, осуществлялась за счет движения трактора "бочком", с подвернутыми передними колесами. При этом реакция почвы сбоку на передние колеса передает давление на плуг (реакция R_T).

Можно улучшить прямолинейное движение агрегата создав на плуге поворачивающий момент M_{Π} . Для этого необходимо сместить прицепное устройство на нем так, чтобы линия тяги проходила от центра O_2 тяжести плуга на расстоянии m .

Ориентировочную величину смещения m можно определить принимая движение агрегата равномерным, воспользовавшись схемой

стандартного пахотного агрегата с условно рассоединенным в сцепке СА-I (рис. 1). Учитывая действующие на плуг силы, получим уравнение равновесия:

$$\sum F_{iy} = 0, \quad R_y - Y_n - R_T + P_y + R_{MT} = 0, \quad (1)$$

где R_y – результирующая поперечных составляющих сопротивления почвы всех корпусов плуга;

Y_n – боковая реакция почвы на полевую доску последнего корпуса, полагая, что на остальные действуют реакции;

R_T – необходимое боковое воздействие трактора на переднюю часть плуга, обеспечивающее прямолинейное движение;

P_y – поперечная составляющая силы сопротивления плуга;

R_{MT} – сила воздействия трактора вылетом l_T навески от момента M_T ,

$$R_{MT} = (P_{крх} a) / l_m,$$

$$\sum M_{O_2} = 0, \quad R_T l_1 - R_{MT} l_1 - P_y l_1 - X_k h - Y_n l_2 + P_x m = 0, \quad (2)$$

где плечи берутся из расчетной схемы, размеры – из конструкции пахотного агрегата, а силы рекомендованы литературными источниками или определены вычислением.

Из уравнения (2) определим значение m :

$$m = (R_T l_1 + P_{крх} a l_1 / l_T + P_y l_1 + X_k h + Y_n l_2) / P_x. \quad (3)$$

Прямолинейность хода трактора повышается с устранением внешних боковых сил, действующих на трактор, т.е. когда Y_n и, следовательно, R_T стремятся к 0, тогда необходимое смещение плуга относительно

продольной линии, проходящей через смещенную точку прицепа, определяется по формуле:

$$m = (P_{крх} a l_1 / l_T + P_y l_1 + X_k h + Y_n l_2) / P_y. \quad (4)$$

При $P_{крх} = 20 \text{ кН}$, $a = 0,15 \text{ м}$, $l_1 = 0,6 \text{ м}$, $l_T = 0,6 \text{ м}$, $X_k = 0,2 \text{ кН}$, $h = 0,5 \text{ м}$, $Y_n = 0,5 \text{ кН}$, $l_2 = 0,5 \text{ м}$, $P_x = 20 \text{ кН}$, $P_y = P_x \operatorname{tg} \alpha = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ кН}$, $\alpha \approx 6^\circ$.

$$m = (20 \cdot 0,15 + 0,2 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 0,2 + 0,5 \cdot 0,5) / 20 = 0,227 \text{ м}.$$

Выводы

1. Существенной причиной увода трактора в сторону вспаханного поля является боковое воздействие плуга, который сам из-за установки рабочих органов под углом к ходу движения смещается сопротивлением почвы.

2. Для повышения стабильности прямолинейного хода пахотного агрегата, учитывая сопротивление плуга, можно рассчитать величину смещения плуга от продольной линии, проходящей через точку прицепа, обеспечивающей плугу встречный поворачивающий момент, который компенсирует момент, поворачивающий трактор.

3. Выявление причин увода трактора и смещения плуга от продольной линии, проходящей через точку прицепа, а также применение плугов с повернутыми лемехами дает возможность создать асимметричные пахотные агрегаты с повышенными технико-экономическими показателями.

Список литературы

1. Свирщевский Б.С. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Сельхозиздат, 1956.
2. Иванов И.С. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос, 1966.
3. Протокол № 07-132-2001 исследовательских испытаний плуга ПЛНпл-5-35 с повернутыми лемехами. – Новокубанск: КубНИИТиМ, 2001.
4. Цыкунов В.А. Анализ устойчивости прямолинейного движения пахотного агрегата // Совершенствование использования и обслуживания машинно-тракторных агрегатов: тематич. сб. научн. тр. – Краснодар: КСХИ, 1983. – Вып. 222 (250).
5. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1965.
6. А.с. №1025343. Рыжих Н.Е. Многокорпусный плуг. Бюл. №24 от 30.06.83.
6. Пат. РФ №2190313 А01В 15/00 Многокорпусный плуг. Рыжих Н.Е., Фортуна В.И., Маслов Г.Г. Бюл. № 28 от 10.10.02.