

О КАЧЕСТВЕ КУЛЬТИВАЦИИ СОИ ПРИ РАБОТЕ ШИРОКОЗАХВАТНОГО АГРЕГАТА

Е. В. БЛИННИКОВ
М. Г. ГЕРШЕВИЧ

С применением скоростных тракторов появились большие возможности использовать широкозахватные агрегаты с навесными машинами для междурядной обработки посевов сои. Однако повышать скорость такого агрегата целесообразно лишь в определенном диапазоне, чтобы не снижалось качество культивации. Оно зависит от технических и технологических факторов: ширины междурядий, качества посева, устойчивости направления движения трактора, скорости движения агрегата, расположения культиваторов относительно центра агрегата и др.

Эти вопросы затронуты в ряде работ (1, 2, 3, 4), посвященных, однако, в основном обработке различных пропашных культур (кроме сои) с использованием универсально-пропашных тракторов с одним культиватором. Между тем, широкозахватный агрегат с гусеничным трактором общего назначения и секционной навеской культиваторов имеет конструктивные и эксплуатационные особенности, влияющие на качество его работы.

Изучение этого вопроса и было целью наших опытов в 1965 и 1966 гг. Испытывался широкозахватный агрегат из трактора ДТ-75, сцепки СН-75 и трех культиваторов КРН-4,2.

Важный критерий качества работы пропашного агрегата — показатель повреждения растений сои при обработке посевов. Определенное влияние на этот критерий оказывает устойчивость машин агрегата в горизонтальной плоскости. Проанализируем причины этого явления с некоторых динамических и кинематических точек зрения.

С динамической точки зрения широкозахватный агрегат с навесными культиваторами можно принять как систему твердых тел, связанных между собой как жесткими, так и упругими связями. Соотношение между силами, действующими на отдельные элементы агрегата в горизонтальной плоскости, определяет его устойчивость по отношению к рядам сои. Заметим, что элементы этой системы (трактор, сцепка и культиваторы) кинематически и динамически взаимосвязаны. Неустойчивое движение, например, трактора приводит к смещению культиваторов относительно рядков сои, и наоборот, — перераспределение нагрузок на культиваторах может изменить направление движения трактора, а стало быть и всего агрегата.

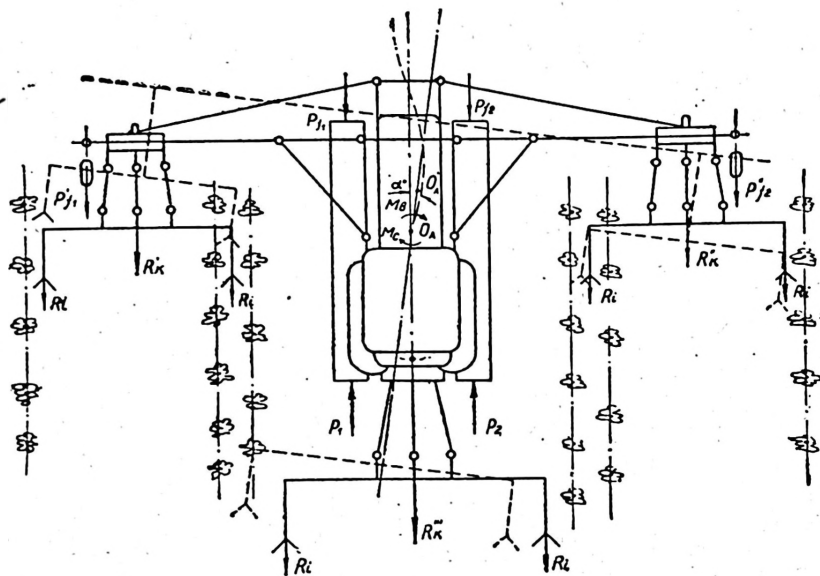


Рис. 1. Схема сил, действующих в горизонтальной плоскости на широкозахватный агрегат.

Для общего анализа причин поворотов агрегата при движении в междурядьях сои рассмотрим схему сил, действующих на его отдельные элементы (рис. 1). По направлению движения агрегата на каждую гусеницу трактора действуют движущие силы P_1 и P_2 , а в противоположном им направлении — силы сопротивления агрегата (P_{f1} ; P_{f2} ; P'_{f1} ; P'_{f2}). Далее, на каждый культиватор агрегата в направлении, обратном его движению, действуют результирующие нагрузки (R'_k ; R''_k ; R'''_k) от сил, действующих на рабочие органы культиваторов (R_i). В реальных условиях работы агрегата состояние почвы, микрорельеф, различные агрофизические факторы сильно варьируют. Кроме того, при большом количестве рабочих органов широкозахватного агрегата трудно обеспечить равномерность установки лап по глубине.

Вследствие всего этого силы, действующие как на рабочие органы, так и на агрегат в целом, изменяются во времени и пространстве. При определенном сочетании внешних условий равновесие этих сил может нарушиться, и под действием возмущающего момента (при условии M_b больше M_c) агрегат повернется относительно первоначального направления на угол α . В результате рабочие органы культиватора, нарушив защитную зону, приближаются к рядкам и подрезают растения сои. Величина боковых смещений рабочих органов в этом случае зависит в основном от конструктивных параметров агрегата: ширины захвата культиваторов и места их расположения.

Так, центральный культиватор (рис. 1) удален от центра агрегата, и его рабочие органы при повороте агрегата могут значительно смещаться. Боковые культиваторы в этом отношении расположены более благоприятно.

Рациональное место расположения культиваторов в агрегате в некоторых работах аналитически обосновывается (2, 3). Однако эти работы основаны на кинематическом исследовании единичного отклонения рабочих органов культиватора при изменении направления движения трактора. При этом связь между элементами агрегата в горизонтальной плоскости принимается жесткой. В действительности соединение культиваторов как с трактором, так и со сцепкой посредством шарнирных тяг не исключает его боковых колебаний в горизонтальной плоскости (рис. 2).

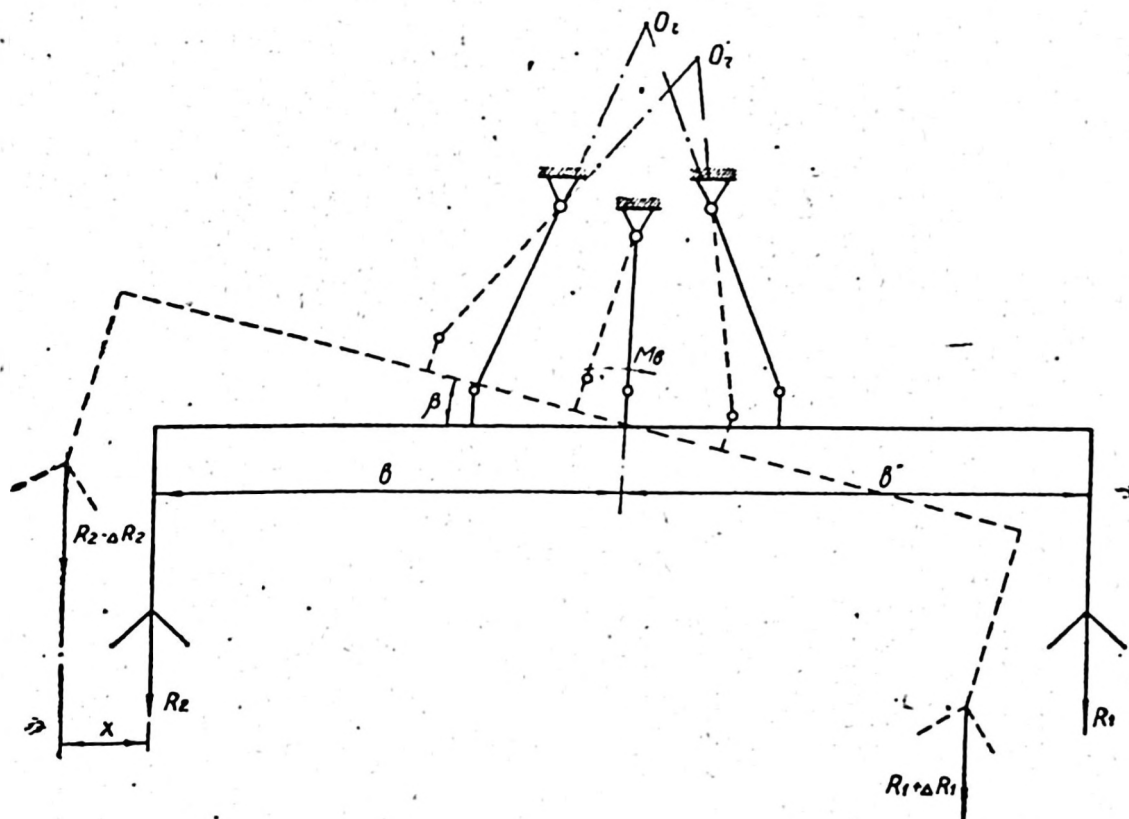


Рис. 2. Схема поворота секция широкозахватного агрегата в горизонтальной плоскости.

Поэтому боковые отклонения культиватора относительно рядков сои обуславливаются не только кинематическими показателями агрегата, но и совокупностью динамических факторов, действующих на весь агрегат, и на его отдельные рабочие органы в зависимости от почвенных условий и режимов работы.

Проанализируем влияние динамических нагрузок на величину боковых отклонений лап культиватора в горизонтальной плоскости. Для простоты рассмотрим культиватор с двумя крайними лапами (рис. 2).

При изменении реактивных сил почвы, действующих на эти лапы, на величину ΔR возникает возмущающий момент $M_{\text{в}}$, который повернет брус рамы культиватора на угол β относительно его первоначального положения. В этом случае мгновенный центр вращения четырехзвенника навески O_2 переместится в точку O_2^1 . По мере смещения этого мгновенного центра плечо возмущающей пары сил уменьшается и реактивные силы почвы на рабочих органах восстанавливают равновесие культиватора.

Аналитически условие равновесия культиватора (рис. 2) можно записать так:

$$(R_1 + \Delta R_1) (b' - x) = (R_2 - \Delta R_2) (b'' + x). \quad (1)$$

После преобразований это выражение приводится к следующему виду:

$$x = \frac{b' (R_1 + \Delta R_1) - b'' (R_2 - \Delta R_2)}{R_1 + \Delta R_1 + R_2 - \Delta R_2} \quad (2)$$

В общем виде для культиватора с n лапами уравнение (2) будет иметь вид:

$$x = \frac{\sum_1^n b'_i R'_i - \sum_1^n b''_i R''_i}{R} \quad (3)$$

где: b'_i — расстояние от лапы i до центра навески слева,
 b''_i — расстояние от лапы i до центра навески справа,
 R'_i — реактивная сила сопротивления почвы, действующая на лапу i — слева от центра навески,
 R''_i — реактивная сила сопротивления почвы, действующая на лапу i — справа от центра навески,
 R — результирующая сила сопротивления культиватора.

Таким образом, величина боковых отклонений рабочих органов культиватора (x) в горизонтальной плоскости зависит как от конструктивных особенностей навески культиватора, так и от динамических факторов, действующих при работе агрегата.

Установлено (2), что в общем случае движение пропашного агрегата нельзя считать прямолинейным. В процессе работы движение его протекает по криволинейным траекториям с различными радиусом кривизны и периодом. Такое сложное движение вызывает дополнительные инерционные силы, которые особенно резко проявляются при повышенных скоростях.

Сложный характер изучаемого явления, зависящего от многих факторов, требует углубленных аналитических исследований. Тем не менее, мы считаем, что изложенные соображения позволяют в первом приближении проанализировать основные закономерности, обуславливающие повреждение сои широкозахватным агрегатом.

Дальнейшее исследование проводилось экспериментальным путем на опытной станции. Перед испытаниями широкозахватного агрегата на обработке посевов сои были определены некоторые агротехнологические показатели качества посевов. При этом среднеквадратическое отклонение ($\sigma_{вск}$) расположения всходов растений сои от продольной осевой линии ряда составило $\pm 2,45$ см.

Агротехнологические показатели работы агрегата определялись в соответствии с методическими рекомендациями ГОСТ 3019-54 (по испытанию культиваторов)

Для решения частных вопросов исследований мы разрабатывали соответствующие методики и некоторые приборы. Так, для определения боковых смещений рабочих органов агрегата вследствие колебаний в горизонтальной плоскости его культиваторов был применен осциллографический метод. Синхронно с колебаниями тягового сопротивления культиваторов агрегата записана величина и характер изменения боковых смещений рабочих органов относительно рядков сои в горизон-

тальной плоскости в функции пути и времени. Методические принципы и приборы для замера тяговых сопротивлений навесных культиваторов описаны нами в ранее опубликованной работе (5).

Для форсирования боковых отклонений относительно рядков сои в горизонтальной плоскости использовались реохордные датчики. Принцип замера этого показателя одинаков для центрального и боковых культиваторов. Кинематически он заключается в следующем (рис. 3).

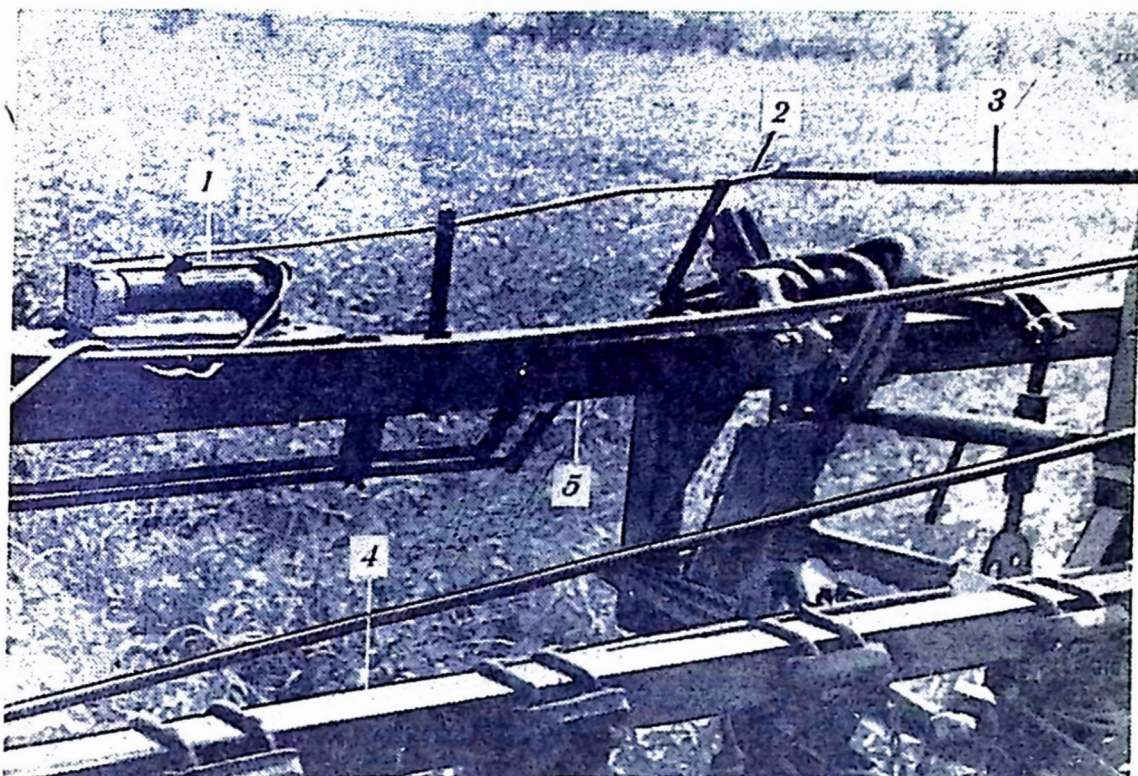


Рис. 3. Установка датчика для определения поперечных колебаний культиватора:

1 — реохордный датчик, 2 — жесткая тяга, 3 — кронштейн, 4 — брус рамы культиватора, 5 — край полунавесной сценки.

Во время работы агрегата при боковых отклонениях культиватора отклоняется и кронштейн 3, имеющий жесткую связь с брусом рамы культиватора 4. В свою очередь, этот кронштейн посредством жесткой тяги 2 перемещает ползун реохордного датчика 1. Заметим, что эти датчики жестко связаны с базой агрегата.

Поскольку изменяется положение ползуна реохордного датчика (проволочного потенциометра), происходит разбаланс соответствующего ему моста электрической схемы измерения (рис. 4). Величина сопротивления потенциометров (R_1 ; R_2) балансировочных и масштабных сопротивлений (R_3 ; R_4 ; R_5 ; R_6) подбирались в соответствии с масштабом записи и характеристикой гальванометров осциллографа. Питание датчиков осуществлялось от батарей аккумуляторов (Б).

Осциллографический метод измерения боковых смещений культиваторов в горизонтальной плоскости позволил получить хорошую запись изучаемых показателей агрегата и обеспечил достаточную точность замеров. Обработка и анализ экспериментального материала велись с применением методов математической статистики. Поперечные колебания рабочих органов агрегата определялись по среднеквадра-

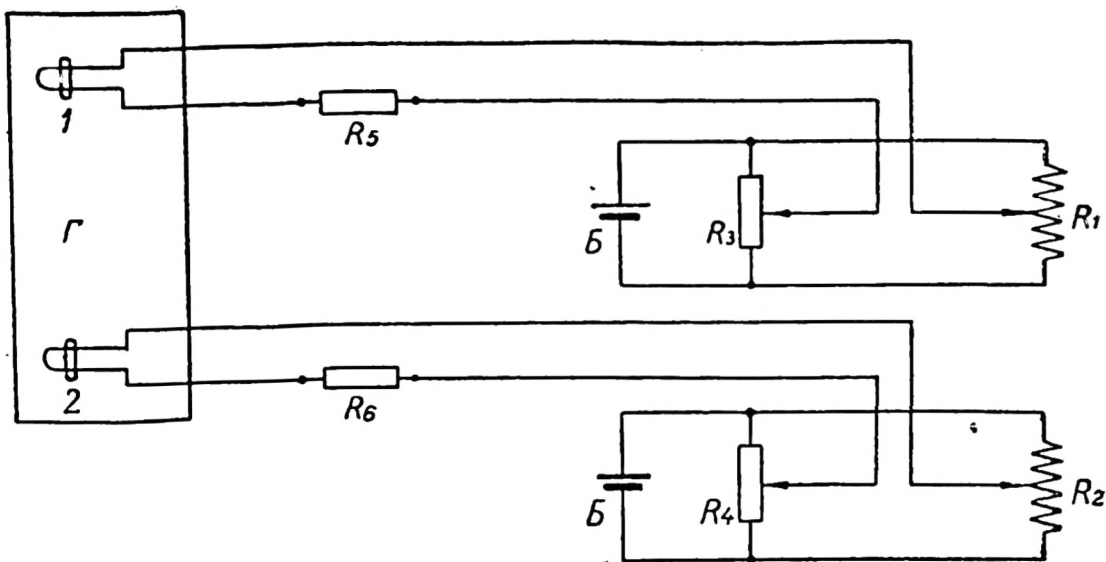


Рис. 4. Электрическая схема для замера поперечных колебаний культиватора:

R_1 и R_2 — реохордные датчики центрального и бокового культиваторов агрегата, R_3 и R_4 — балансировочные сопротивления, Б — батареи аккумуляторов, R_5 и R_6 — масштабные сопротивления, Г (1, 2) — гальванометры осциллографа.

тичному отклонению культиваторов относительно рядков сои. Приводим данные опыта при I—V передачах:

	I	II	III	IV	V
Рабочая скорость движения агрегата, км/час	4,57	5,2	5,85	6,76	7,5
Неравномерность тягового сопротивления культиваторов,	19,5	20,9	21,8	22,9	23,5
Среднеквадратическое отклонение культиваторов в поперечном направлении, см:					
центрального	1,64	2,16	2,68	3,6	4,5
бокового	1,6	1,96	2,36	3,08	3,96
Повреждение растений сои культиваторами, %:					
центральным	2,6	4,6	6	8,6	10,2
боковым	1,5	3,8	4,6	6,9	8,7

Анализ вариационных кривых показал, что поперечные колебания культиваторов — случайные функции и подчиняются закону нормального распределения.

С увеличением скорости движения возрастают неравномерность тягового сопротивления и отклонения рабочих органов культиваторов, а следовательно, увеличивается количество поврежденных растений сои. Боковые секции культиваторов, расположенные вблизи центра тяжести агрегата, более устойчивы и поэтому меньше повреждают сою.

Следует отметить, что блокировка навесных систем агрегата, рекомендуемая заводами, положительного влияния на качество обработки в наших опытах не оказала. Более того, при повышенных скоростях, особенно во время второй культивации, блокировка нижних тяг навески вызывает дополнительное повреждение растений. По-видимому, блокировка ослабляет самовыравнивания культиваторов при работе.

В заключение следует отметить, что нет оснований считать технико-эксплуатационные показатели работы пропашного агрегата основным фактором, определяющим повреждение растений сои при культивации. В меньшей мере этот критерий определяется предшествующими операциями (посевом, боронованием).

Чтобы практически решить вопросы повышения скоростных режимов при использовании пропашных широкозахватных агрегатов и улучшить качество их работы, необходимы комплексные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чудаков Д. А. Основы теории сельскохозяйственных навесных агрегатов. М., 1954.
 2. Дворцов Е. Ф. Оценка управляемости тракторов. «Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства», № 4, 1960.
 3. Смирцевский А. Д., Хорошенков В. К. Об устойчивости движения колесного полунавесного агрегата. Сб. Научные основы повышения рабочих скоростей МТА. М., 1965.
 4. Фортуна В. И. Обоснования к выбору оптимальной скорости движения трактора «Беларусь» при междурядной обработке пропашных культур. Сб. Повышение скорости МТА. М., 1962.
 5. Гершевич М. Г., Сергеев М. П. Широкозахватные агрегаты на обработке сои. «Сельскохозяйственное производство Сибири и Дальнего Востока», № 9, 1966.
-