

УДК 631.311

Уланов А. С., преподаватель кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И Лещанкина.

Купряшкин В. Ф., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И Лещанкина.

Шляпников М. Г., аспирант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И Лещанкина

Купряшкин В. В., магистрант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А. И Лещанкина.

Четверов Н. А., магистрант кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин им. профессора А.И Лещанкина.

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»

ОСНОВЫ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МОТОБЛОКА С ЛЕМЕШНО-ОТВАЛЬНЫМ ПЛУГОМ

Аннотация: В данной статье рассмотрены основные вопросы связанные с устойчивостью работы мотоблока в агрегате с плугом при проведении вспашки почвы.

Ключевые слова: мотоблок, плуг, вспашка почвы, эффективность функционирования, устойчивость.

Abstract. This article discusses the main issues related to the stability of the motor unit in the unit with a plow during plowing.

Keywords: tillers, plough, plowing, efficiency of functioning, stability.

Обеспечение высокого уровня урожайности сельскохозяйственных культур является одной из главных задач при их производстве. При этом одним из определяющих факторов ее уровня является качество проведения основной обработки почвы. Важным приемом основной обработки

почвы является вспашка. В процессе вспашки происходит оборачивание и рыхление слоя почвы, подрезание подземной части и заделка семян сорных растений, а также заделка удобрений. Именно процесс вспашки почвы при возделывании различных сельскохозяйственных культур является наиболее энергозатратной и трудоемкой. [2].

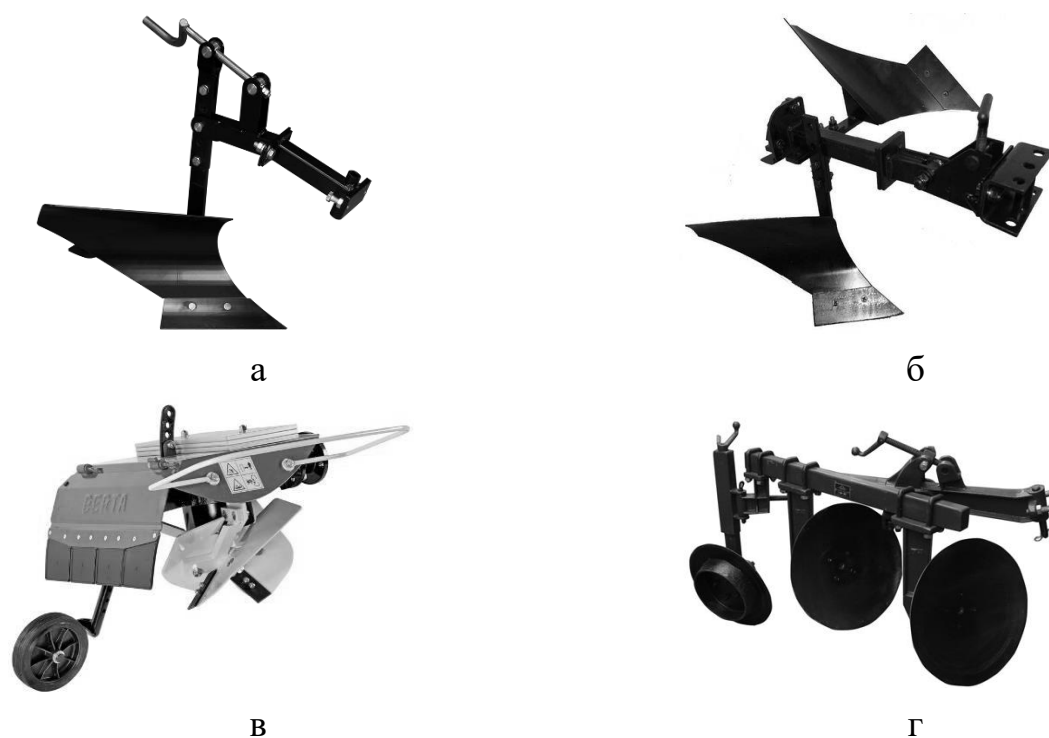
В процессе проведения вспашки на приусадебных и фермерских хозяйствах широкое применение получили средства малой механизации, в частности мотоблоки тяговых классов 0,1 агрегируемых с плугом (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мотоблок в агрегате с плугом

Конструкции современных мотоблоков имеют ряд важных преимуществ по отношению к ручному инструменту, а также к тракторам тяговых классов 0,4 и выше, а именно удобство и эффективность применения на участках малой площади, малые габаритные размеры, простота в обслуживании.

В настоящее время при вспашке почвы мотоблоками применяют современные и эффективные конструкции плугов. Существуют четыре основных типа плугов, агрегируемых с мотоблоком: однокорпусные лемешно-отвальные, оборотные лемешно-отвальные (реверсивные), роторные и дисковые (рисунок 2). При всем разнообразии применяемых типов плужных корпусов как правило, применяется культурный тип.



а – однокорпусный лемешно-отвальный плуг; б – оборотный лемешно-отвальный плуг; в – роторный плуг; г – дисковый плуг.

Рисунок 2 – Конструкции плугов, агрегируемых с мотоблоками

Рассмотрим некоторые принципиальные особенности применения данных типов плугов.

При вспашке почвы однокорпусным лемешным плугом (рисунок 2а) пласт земли переворачивается лемехом только в одну сторону. Главным достоинством данного типа плуга является простота конструкции и относительно невысокая стоимость. Конструктивные особенности однокорпусного лемешного плуга накладывает ограничения на выбор возможных способов движения мотоблока на обрабатываемом участке, которые определяются загонный способом движения. При таком движении пахотного агрегата в центре загонки образуется либо двойной (свальный) гребень, либо двойная (развальная) борозда. Данная особенность движения мотоблока является главным недостатком использования данных типов плугов, заключающейся в наличии «свальных» и «развальных» борозд, а также значительными затратами времени на совершаемый холостой ход при технологических поворотах агрегата. Все это отрицательно сказывается на качестве обработки почвы и эффективности использования пахотного агрегата.

Устранить недостатки применения однокорпусного лемешного плуга, позволяет конструкция оборотного лемешного плуга (рисунок 2б). Применение данного типа плуга позволяет повысить производительность пахотного агрегата за счет уменьшения времени затрачиваемого на совершение холостого хода мотоблока при его поворотах. Однако из-за высокой стоимости оборотный лемешной плуг не получил широкого распространения.

Для обработки почвы, имеющей высокую твердость, эффективно применять роторный плуг (рисунок 2в) обеспечивающий достаточно высокую степень крошения почвы, что позволяет упростить и облегчить ее дальнейшую обработку. Агрегатирование мотоблока с роторным плугом, имеющим активный привод нескольких вращающихся лопастей, позволят наиболее эффективно использовать мощность его двигателя, что положительно отражается на эффективности функционирования пахотного агрегата. Наиболее эффективен роторный плуг при проведении вспашки на глубине 25-30 см. Однако, как и в предыдущем случае, конструкция роторного плуга из-за ее сложности и высокой стоимости широкого распространения не получила.

Дисковый плуг мотоблока (рисунок 2г) в свою конструкцию включают сферические диски, направленные на подрезание почвенного пласта. Наиболее эффективно использовать данный тип плуга мотоблока при проведении весенней вспашки, а также на тяжелых и переувлажненных почвах.

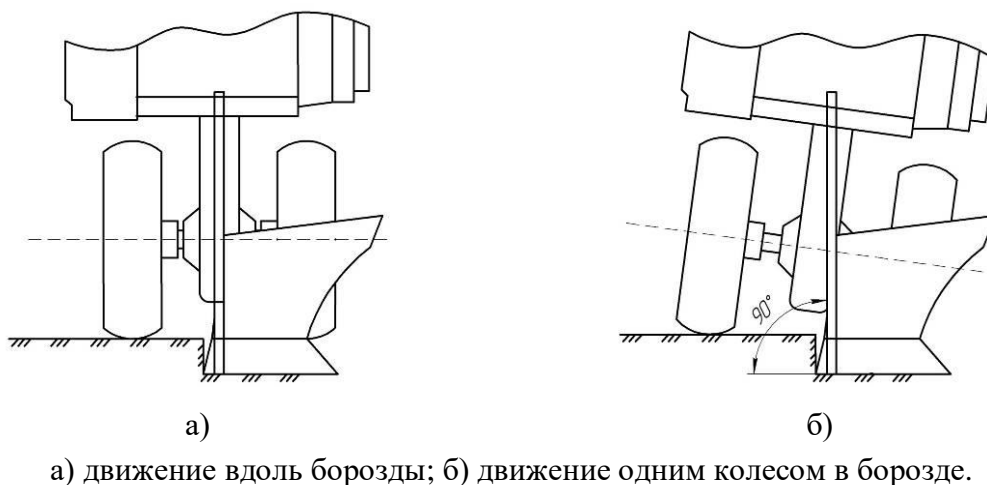
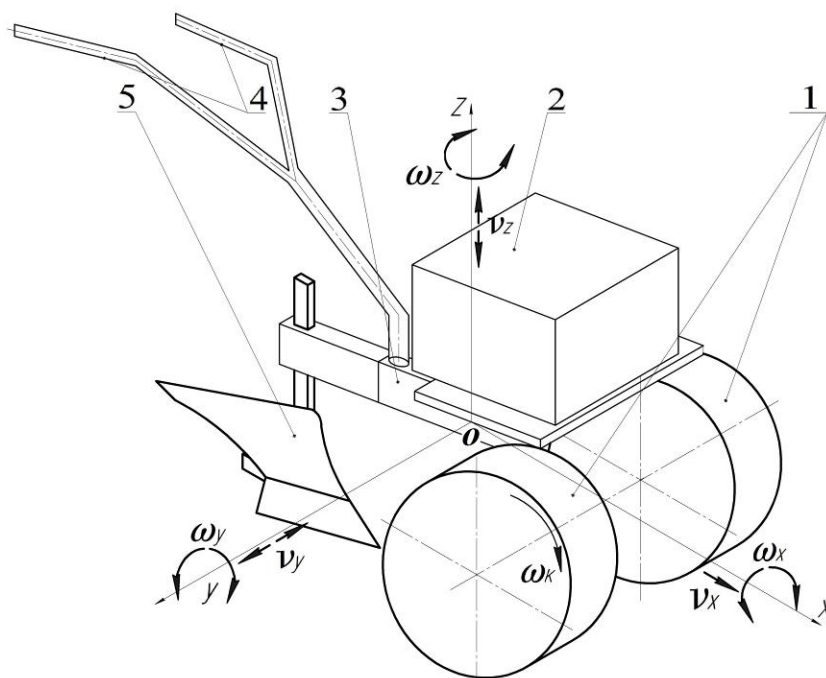


Рисунок 3 – Способы движения мотоблока.

Существуют два основных вида движения мотоблока с плугом по обрабатываемому участку. Это движение при совершении первого прохода, вдоль загонки, которое направлено на нарезание пропашной борозды (рисунок 3а) и движение одним ведущим колесом в борозде (рисунок 3б) [8] Выбор способа движения зависит от различных факторов, к которым можно отнести ширину захвата плуга, расстояние между ведущими колесами – колею мотоблока, глубину обработки почвы.

Помимо таких важных показателей функционирования пахотного агрегата на базе мотоблока как: способ его движения по обрабатываемому участку, режимы работы, физико-механические свойства почвы, тип плуга и его правильность настройки и регулировки и т.д., главным показателем эффективного функционирования мотоблока с плугом, при проведении технологического процесса вспашки почвы, как показывают ранее проведенные исследования [1, 3, 4], является обеспечение его устойчивости.



1 – ведущие колеса; 2 – двигатель; 3 – рама; 4 – органы управления;
5 – плуг; Ox – ось бокового качания; Oy – ось продольного качания;
 Oz – ось рыскания

Рисунок 4 – Трехмерная система координат мотоблока

На устойчивость мотоблока при проведении вспашки, большое влияние оказывает характер взаимодействия корпуса плуга с почвой [8, 9] вследствие чего мотоблок будет вынужден совершать разного рода движения в трехмерной системе координат с осями Ox , Oy , Oz (рисунок 4).

В процессе работы мотоблока на его на ведущие колеса и плуг, действуют следующие силы (см. рисунок 5): сила тяжести мотоблока F_g ; крутящий ведущий момент $M_{\text{вед}}$, в результате действия которого образуется сила тяги $F_{\text{тк}}$, на ведущем колесе мотоблока, направленная на преодоление сил сопротивления на их перекачивание $F_{\text{ск}}$ и сил сопротивления R_x , R_y , R_z , действующих на корпус плуга и зависящих от его конструктивно-технологических параметров и свойств обрабатываемой почвы [5, 6], а также на преодоление сил трения полевой доски $F_{\text{пд}}$ и пятки $F_{\text{п}}$ о стенку и дно борозды, соответственно [9]. Для осуществления управления пахотным агрегатом рабочий воздействует на рукоятки управления с усилием F_p [7].

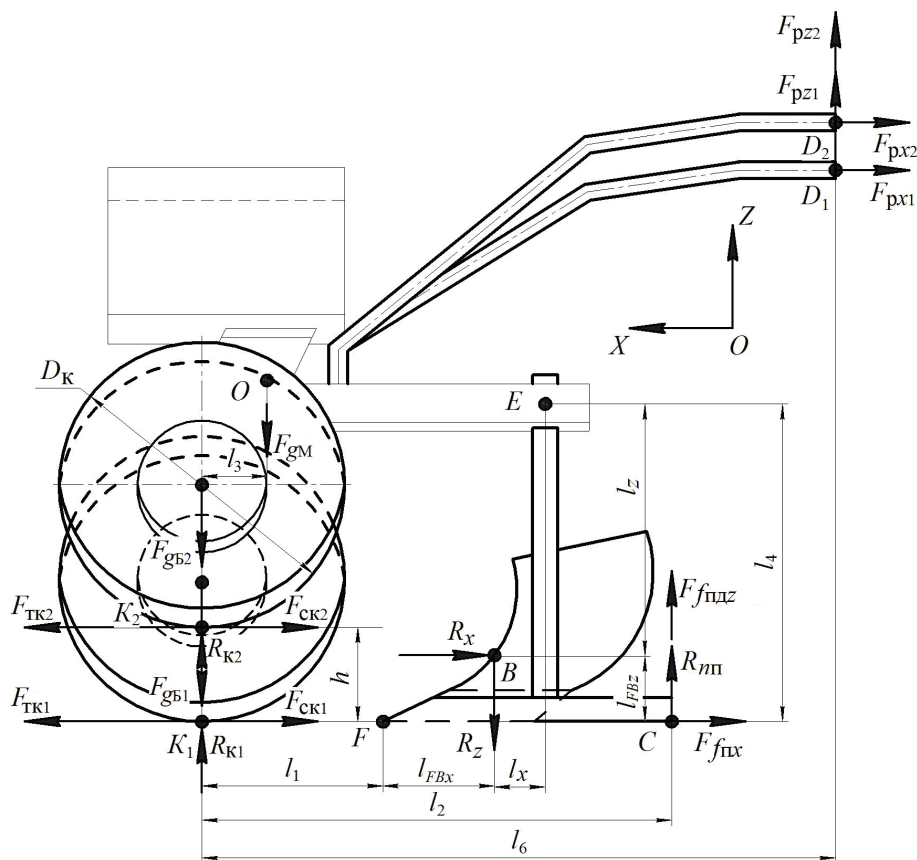


Рисунок 5 – Силовые факторы, действующие на мотоблок с плугом

Из анализа исследований [5] можно выделить шесть видов возможных движений мотоблока:

– относительно оси Ox (поступательные продольные, направленные на непосредственное выполнение технологической операции и угловые поперечные, крен или поперечное качание;

– относительно оси Oy (поступательные поперечные или тангажирование и угловые продольные или качание;

– относительно оси Oz (поступательные вертикальные или подпрыгивание и угловые боковые или рыскание.

Представленные выше возможные виды движений мотоблока, при выполнении вспашки почвы, негативным образом сказываются на его устойчивости движения в заданном направлении, что может привести к снижению производительности пахотного агрегата и качества обработки почвы, а также к неравномерной нагрузке двигателя, приводящей его к снижению надежности, и как следствие преждевременному отказу, а также повышению уровня утомляемости оператора.

Таким образом, для более полного анализа влияния работы плуга при его взаимодействии с обрабатываемой почвой на устойчивость мотоблока, необходимо обеспечить комплексный подход к рассмотрению основных вопросов кинематики и динамики рабочего органа с учетом особенностей конструктивно-технологических параметров мотоблока и конкретных почвенных условий.

Список литературы

1. Анализ устойчивости самоходной малогабаритной почвообрабатывающей фрезы при ее качании относительно оси ходовых колес / В. Ф. Купряшкин, Е. А. Бобровская, Н. И. Наумкин [и др.] // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2011. – № 11. – Т. 11. – С. 12–14.
2. Ванин Д. Е. Влияние основной обработки почвы и на урожайность и засоренность посевов / Д. Е. Ванин, А. В. Тарасов, Н. Ф. Михайлова // Земледелие. 1985. – № 3. – С.7–10.

3. Динамические условия обеспечения равномерного движения самоходных малогабаритных почвообрабатывающих фрез с ходовыми колесами / В. Ф. Купряшкин, М. Н. Чаткин, Н. И. Наумкин [и др.] // Нива Поволжья. – 2011. – № 4. – С. 52–56.
4. Купряшкин В. Ф. Устойчивость движения и эффективное использование самоходных почвообрабатывающих фрез. Теория и эксперимент / В. Ф. Купряшкин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. – 140 с.
5. Листопад Г. Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г. Е. Листопад, Г. К. Демидов, Б. Д. Зонов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – С. 446-448.
6. Мясищев Д. Г. Проектирование мотоблоков с учетом требований эргономики / Д. Г. Мясищев, С. В. Незговоров // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1996. – №12. – С. 20–21.
7. Саблина М. А. Оценка уровня силового взаимодействия оператора при работе с мотоагрегатом / М. А. Саблина, А. С. Родионов, С. И. Овсянников // Молодая наука аграрного дона: традиции, опыт, инновации. – зерноград: Изд-во Азово-Черноморского инженерного института - филиал ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет", 2018. – Т. 2. – № 2. – С. 113-118.
8. Уланов А. С. Результаты лабораторных исследований взаимодействия плуга мотоблока с почвой и их анализ / А. С. Уланов, В. Ф. Купряшкин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Материалы Международ. науч.-практ. конф. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2018. – С. 46–52.
9. Уланов А. С. Теоретическое исследование устойчивости движения мотоблока с плугом при вспашке почвы / А. С. Уланов, В. Ф. Купряшкин // Нива Поволжья. – 2019. – №1 (15). – С. 101-108.