УДК 631.316.022

Экспериментальное исследование S-образного силового элемента стойки почвообрабатывающей машины

Устинов Н.Н., Михайлов В.М, Булатов Ф.Р.

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Аннотация

В данной статье рассмотрена конструкция стойки почвообрабатывающей машины в виде S-образного силового элемента, с использованием гибких трубчатых элементов (пружин Бурдона). Стойки такого типа предложены для копирования микрорельефа почвы, соблюдения глубины обработки почвы с использованием гидравлического привода. Экспериментально доказана возможность применения S – образной стойки рабочего органа почвообрабатывающей машины, с использованием гибких трубчатых элементов, для обеспечения копирования микрорельефа почвы, соблюдения заданной глубины обработки. Оценка чувствительности и тяговой способности S-образного силового элемента стойки позволяют говорить о способности создавать перемещения в пределах 120 мм и тяговые усилия до 1600 Н, при максимальном давлении 6 МПа.

Ключевые слова: ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, РАБОЧИЙ ОРГАН, ГИБКИЙ ТРУБЧАТЫЙ ЭЛЕМЕНТ, ГЛУБИНА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Введение

Приоритетными направлениями в области обработки почвы является создание адаптивных, перенастраивающихся для различных процессов подготовки полей в системе минимального, противозерозионного земледелия. В этой связи разработка почвообрабатывающих орудий, адаптирующихся к условиям работы и с настраиваемыми параметрами является актуальной задачей [1-4].

Для копирования микрорельефа почвы, соблюдения глубины обработки почвы предложена конструкция стойки в виде S-образного силового элемента, с использованием

гибких трубчатых элементов (пружин Бурдона) [5]. Стойка состоит из S-образного упругого элемента, представляющего собой два С-образных гибких трубчатых элемента ОА и ВС (пружины Бурдона), соединенных между собой (рис. 1). Полости первого и второго гибких трубчатых элемента ОА и ВС не соединены между собой. Под действием гидравлического давления, подаваемого в полости стойки гибких трубчатых элементов, поперечные сечения их деформируются, стремясь к окружности, при этом изменяется радиус кривизны рабочих участков ОА и ВС. За счет этой деформации конец стойки D перемещается на величину ΔD .

Рис. 1. Принцип действия S – образной стойки рабочего органа почвообрабатывающей машины с использованием гибких трубчатых элементов (пружин Бурдона)

Цель исследований – разработка S-образной стойки рабочего органа почвообрабатывающей машины с использованием гибких трубчатых элементов (пружин Бурдона) для обеспечения копирования микрорельефа почвы, соблюдения заданной глубины обработки.

Одной из задач исследований является экспериментальная оценка чувствительности и тяговой способности S-образного силового элемента стойки под действием внутреннего давления в гибких трубчатых элементах.

Материалы и методы

При проведении экспериментальных исследований использовано следующее оборудование: образцы гибких трубчатых элементов, тензометрическое оборудование фирмы KYOWA, станция регистрации результатов измерений, S – образный тензодатчик.

Лабораторная экспериментальная установка состоит основания [6], гидростанции Hidronit, пропорционального редукционного клапана для изменения давления, манометра, аккумуляторных батарей 4 (рис. 2). Максимальное давление 100 МПа.

Масло под давлением подается гидростанцией в редукционный гидроклапан с пропорциональным управлением во внутреннюю полость гибких трубчатых элементов, величина подаваемого давления задаётся посредством программного обеспечения EBC Valve Cfg 1.15.01 редукционного клапана и фиксируется при помощи манометра (рис. 2).

Рис.2. Гидростанция почвенного канала

Примечания: 1 – основание канала; 2 – рельсовые балки; 3 – тележка; 4 – гидростанция; 5 – пропорциональный редукционный клапан; 6- манометр

Для проведения экспериментов изготовлены образцы рабочих органов культиватора со стойкой в виде гибкого трубчатого элемента (см. рис. 1). Материал для изготовления трубчатого элемента 12X18Н10Т. Геометрические параметры гибких трубчатых элементов следующие: диаметр гибкого трубчатого элемента $R_1=R_2=153$ мм, величина центрального угла $\alpha_1=\alpha_2=315^\circ$, $L=800$ мм, длина участка $CD=0$. Параметры плоскоовального поперечного сечения гибкого трубчатого элемента: большая ось сечения $2A=30$ мм, малая ось сечения $2B=20$ мм, толщина стенки 2,5 мм.

Для определения чувствительности гибких трубчатых элементов и использовался специальный стенд, позволяющий жестко фиксировать один из концов конструкции, подавать в полости трубчатых элементов давление заданной величины, фиксировать значение давления посредством манометра и значение перемещения точек конструкции до и после подачи давления в ортогональной системе координат (x, y) на плоскости стенда (рис. 3).

Рис.3. Стенд для определения характеристик S-образного силового элемента

Для определения тягового усилия один из концов конструкции фиксировался на стенде, перемещение второго конца в направлениях (x, y) ограничивалось S-образным тензодатчиком, что позволяет определить тяговое усилие. Перемещение точек и значения тяговых усилий конструкций определялось при различных значениях внутреннего

давления от 3, 4, 5 и 6 МПа.

Результаты исследований

В результате обработки экспериментальных данных получена характеристика S-образного силового элемента по перемещению (рис. 4). Из полученной зависимости видно, что характеристика имеет нелинейный характер. Максимальное значение перемещения при давлении 6 МПа составляет 120 мм. Это позволяет говорить о возможности использования S-образного силового элемента для создания значительных перемещений лапы рабочего органа и обеспечения копирования микрорельефа почвы, соблюдения глубины обработки. Вместе с тем, необходимо отметить, что величина суммарного перемещения Δ_D и его направление зависит от параметров R_1 , R_2 , α_1 , α_2 , L , и от значения давления подаваемых в полости гибких трубчатых элементов. Для дальнейшей оптимизации конструкции стоек такого типа, помимо суммарного перемещения, необходимо в качестве критерия оптимизации использовать также угол постановки рыхлительной лапы к дну борозды. В этом случае будет обеспечена стабильность хода лапы по глубине.

Рис.4. Характеристика S-образного силового элемента по перемещению

Экспериментальная оценка тяговой способности S-образного силового элемента, стойки позволят говорить о способности создавать тяговые усилия до 1600 Н, при максимальном давлении 6 МПа (рис. 5). Под тяговым усилием понимается значение силы способной удержать силовой элемент в неподвижном состоянии под действием внутреннего давления в полостях гибких трубчатых элементов. Значение тягового усилия, в данном случае, позволяет предположить о способности рабочего органа к самозаглублению при изменении глубины обработки почвы и поддержанию стабильного движения лапы рабочего органа на заданной глубине.

Рис. 5. Характеристика S-образного силового элемента по тяговому усилию

Основные выводы

Таким образом, доказана возможность применения S – образной стойки рабочего органа почвообрабатывающей машины, с использованием гибких трубчатых элементов, для обеспечения копирования микрорельефа почвы, соблюдения заданной глубины обработки. Экспериментальная оценка чувствительности и тяговой способности S-

образного силового элемента, стойки позволят говорить о способности создавать перемещения в пределах 120 мм и тяговые усилия до 1600 Н, при максимальном давлении 6 МПа. Дальнейшее совершенствование рассматриваемых конструкций возможно в направлении определения оптимальных геометрических параметров с учетом напряженно-деформированного состояния под действием внутреннего давления в полости гибких трубчатых элементов и сил сопротивления почвы.

Список используемых источников

1. Пирогов С.П., Чуба А.Ю. Применение гибких трубчатых элементов в сельском хозяйстве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 37 (71). - С. 150–151.
2. Кокошин С.Н. Культиваторные стойки с изменяемой жёсткостью // Сельский механизатор. - 2012. - № 5. - С. 8.
3. Устинов Н.Н. Рабочий орган культиватора // Сельский механизатор. - 2015. - № 12. - С. 30-31.
4. Патент РФ RU 164384 U1 Российская Федерация, МПК A01B61/04. Механизм подвески дискового сошника / С.Н. Кокошин, Б.О. Киргинцев; ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья. — № 2015150106/13 По по заявл. 23.11.2015. Оpubл. 27.08.2016, Бюл. № 24.
5. Патент РФ № 2432729 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. Сошник / С.Н. Кокошин, Н.Н. Устинов, С.П. Пирогов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Тюменская ГСХА. No2009146254/21; заявл. 14.12.2009; опубл. 10.11.2011. Бюл. № 31.
6. Булатов Ф.Р., Михайлов В.М., Устинов Н.Н. Экспериментальная установка для исследования активных рабочих органов почвообрабатывающих машин. // Инновационное развитие агропромышленного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: сборник материалов Международной научно-практической конференции. - 2020. - С. 26-31.

Цитирование:

Устинов Н.Н., Михайлов В.М., Булатов Ф.Р. Экспериментальное исследование S-образного силового элемента стойки почвообрабатывающей машины [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/7/st_009.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20217009>.