

## Применение гибких трубчатых элементов в сельском хозяйстве

*С.П. Пирогов, д.т.н., профессор, А.Ю. Чуба, к.т.н.,  
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья*

Повышение производительности в сельском хозяйстве, повышение качества выполняемых операций, снижение себестоимости производимой продукции являются весьма актуальными задачами. Одним из путей решения этих задач является создание высокотехнологичного производительного и надёжного оборудования, способного точно соблюдать оптимальные параметры технологических требований производства сельскохозяйственной продукции. Добиться этого можно применением в машинах и механизмах, используемых в сельском хозяйстве, исполнительных элементов новых типов, например гибких трубчатых элементов.

**Материал и методы исследования.** Из многообразия гибких трубчатых элементов можно выделить два основных типа: С-образные трубчатые пружины и винтовые трубчатые пружины. С-образная трубчатая пружина представляет собой кривую трубку, имеющую некруглую форму поперечного сечения, которое имеет одну или две взаимно перпендикулярные оси и расположено так, что одна из его осей является продолжением радиуса кривизны. Один конец трубки закрепляется в неподвижном штуцере, а другой соединяется с механизмом. Под действием подаваемого во внутреннюю полость трубки давления поперечное сечение трубки деформируется, стремясь ко круглой форме, и свободный конец пружины совершает перемещение (трубка изгибается). Винтовая трубчатая пружина представляет собой прямую трубку с поперечным сечением, значительно отличающимся от круглого, и закрученную так, что трубка снаружи напоминает винтовую поверхность самореза. Под действием повышающегося или понижающегося давления во внутренней полости внутренние сечения деформируются и трубка либо скручивается, либо закручивается.

Разработка конструкций с использованием гибких трубчатых элементов является весьма перспективным. В результате поиска и анализа разработанных конструкций рабочих органов машин и механизмов найдены интересные и перспективные конструкции, использующие трубчатые элементы.

**Результаты исследования.** В настоящее время разработаны конструкции рабочих органов культиваторов и сошников сеялок на основе гибких трубчатых элементов различной формы [1] (рис. 1, 2). Такие конструкции различаются количеством внутренних полостей трубчатого элемента. Так, наличие двух полостей в стойке 2 позволяет изменять соотношение внутреннего давления в них, что даёт возможность регулировать и точно поддерживать глубину обработки и угол атаки лапы (рис. 2).

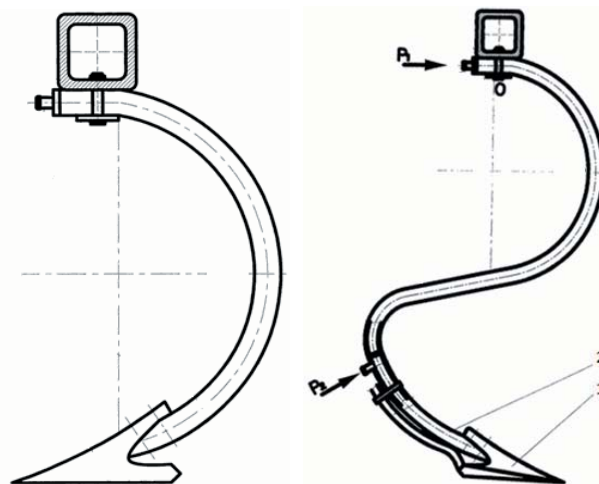


Рис. 1 – Рабочий орган культиватора

Рис. 2 – Сошник сеялки

Для снижения сопротивления тяги агрегата на различных видах почв, изменяя параметры переменного давления, следует задавать лапе определённые режимы колебаний, которые по частоте будут совпадать с колебаниями, возникающими от сил сопротивления почвы. Внедрение стоек такого типа позволяет более эффективно рабочему органу самоочищаться от сорняков и снизить сопротивление движению агрегата с такими стойками.

Чтобы величина заглубления рабочего органа контролировалась в автоматическом режиме, необходимо использовать системы, способные отслеживать изменения рельефа почвы и её плотности. Такие системы должны давать данные для обработки на компьютер управления, который и будет управлять гидрораспределительной системой трактора с целью автоматического изменения давления в системе, тем самым увеличивая или уменьшая давление в трубчатом элементе и перемещая его в вертикальной плоскости.

С целью повышения качества обработки почвы и снижения энергозатрат при выполнении операций по обработке почвы предложена конструкция рабочего органа (рис. 3), в качестве силового элемента которой используется винтовая трубчатая пружина 2 [2]. Один конец трубчатого элемента посредством кронштейна 1 крепится к раме, а на другом конце закрепляется рыхлительная лапа 3. Под действием давления, подаваемого во внутреннюю полость витой трубчатой пружины, её поперечные сечения деформируются, стремясь к форме окружности, в результате этого её свободный конец поворачивается вокруг продольной оси на угол  $\alpha$ .

При подаче пульсирующего давления с определёнными параметрами элемент совершает колебательные движения с определённой амплитудой

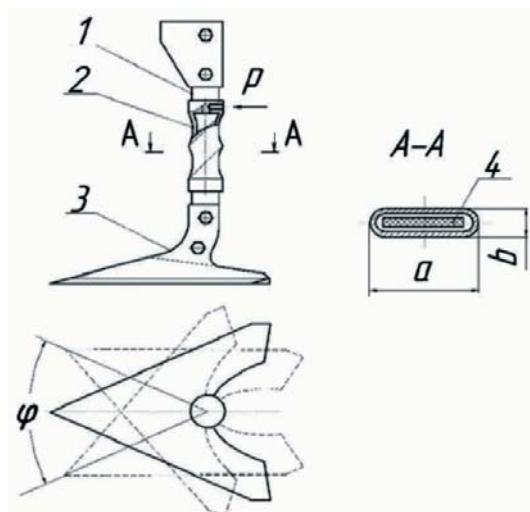


Рис. 3 – Рабочий орган со стойкой в виде винтовой трубчатой пружины

и частотой. При жёстком соединении стойки из витой трубчатой пружины с рыхлительной лапой колебательное движение передаётся и лапе. При определённой амплитуде и частоте колебаний лапы снижаются энергозатраты на рыхление почвы.

На рисунке 4 приведена схема пресса, разработанного авторами данной статьи. Для прессования при производстве продуктов питания необходимо точно дозировать усилие пресса. Этого достичь позволяет использование в конструкции пресса трубчатой пружины 2. Кроме того, такая конструкция позволяет быстро перенастраивать машину на нужное рабочее давление.

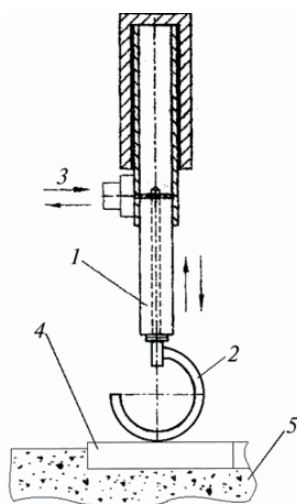


Рис. 4 – Схема пресса

Также авторами спроектирована конструкция механизма сварки продольного шва полиэтиленовых пакетов в молокоразливочном автомате (рис. 5). Лента полиэтилена из рулона подаётся на формовальщик рукава 3, края ленты свариваются внахлест прижимом 2 с нагревательным элементом. Перемещает прижим и отвечает за величину усилия сжатия шва при сварке трубчатый элемент 1.

Данная конструкция проста, она характеризуется быстродействием, малой металлоёмкостью и отсутствием трущихся деталей, что исключает необходимость смазки деталей механизма. Это в свою очередь минимизирует возможность попадания смазки в продукт.

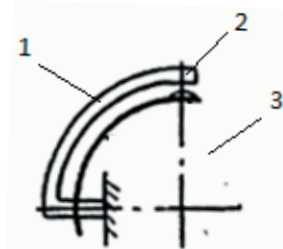


Рис. 5 – Схема механизма сварки продольного шва

**Выводы.** Использование рассмотренных рабочих органов на основе трубчатых элементов в сельском хозяйстве видится весьма перспективным. Соединение трубчатых элементов различного типа между собой позволяет создавать механизмы, выполняющие разнообразные функции и обладающие рядом преимуществ, наиболее ценным качеством которых является точное перемещение и дозирование усилия, герметичность и исключение внешнего трения.

Несмотря на указанные преимущества, промышленность не выпускает машины и агрегаты для сельского хозяйства с рабочими органами на основе трубчатых элементов. Проводимые в настоящее время исследования в области трубчатых элементов, разработка приемлемых методов расчёта их динамических характеристик [3–5] и реализация их в прикладных компьютерных программах [6, 7] дадут старт использованию трубчатых элементов в серийных агрегатах.

### Литература

1. Пирогов С.П., Чуба А.Ю. Применение манометрических трубчатых пружин в сельскохозяйственных машинах // Агропродовольственная политика России. 2017. № 9 (69). С. 82–88.
2. Булатов Ф.Р., Елизарова А.В., Мартыненко А.С. К вопросу применения мехатронных систем для управления рабочими органами почвообрабатывающих машин // Молодой учёный. 2016. № 28. С. 59–62. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/132/36976/> (дата обращения: 04.03.2018).
3. Устинов Н.Н., Булатов Ф.Р., Смолин Н.И. Активный рабочий орган почвообрабатывающей машины // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: матер. междунар. науч.-технич. конф. Курган, 2016. С. 503–506.
4. Pirogov S.P., Cherentsov D.A., Chuba A.Y. Study of elastic sensing elements for vibration-resistant pressure gauges. // В сборнике: IOP conference series: materials science and engineering ser. «International scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists «Transport and storage of hydrocarbons» 2016. с. 012015.
5. Черенцов Д.А. Расчёт параметров затухающих колебаний манометрических трубчатых пружин / Д.А. Черенцов, С.П. Пирогов, С.М. Дорофеев, А.Ю. Чуба // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2015. Т. 1. № 1. С. 136.
6. Пирогов С.П., Чуба А.Ю., Дорофеев С.М. Математическая модель движения манометрической трубчатой пружины с учётом массы жёсткого наконечника // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2013. № 7. С. 167–173.
7. Свидетельство об официальной регистрации программы ЭВМ 2015615645 РФ. Программный комплекс для расчёта манометрических пружин (МАНОМЕТР) / Черенцов Д.А., Пирогов С.П., Чуба А.Ю. №2015612166; Заявл.: 25.03.15; Опубл.: 22.05.15.