

И.С. Крук, канд. техн. наук; А.И. Гайдуковский

*Белорусский государственный аграрный технический университет (БГАТУ),
г. Минск, Республика Беларусь*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЗАВИСИМОЙ НАВЕСКИ И СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ШТАНГИ В КОНСТРУКЦИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Современный уровень развития средств механизации процессов химизации в растениеводстве характеризуется возрастающими требованиями, предъявляемыми к конструкциям широкозахватных сельскохозяйственных опрыскивателей. При движении агрегата по полю колеса опрыскивателя копируют микронеровности, в результате чего образуются возмущения, которые через раму передаются всем его механизмам, вызывая колебания штанги. Поэтому важным направлением усовершенствования конструкций полевых опрыскивателей является разработка и установка механизмов и рабочих органов, повышающих качество выполнения технологического процесса, где особое внимание уделяется креплению штанги к раме опрыскивателя и систем ее стабилизации. Исполнение несущей конструкции штанги и способ ее крепления к раме опрыскивателя определяют уровень его технического совершенства, надежность и технологические режимы работы, а также качество выполняемого процесса.

ВВЕДЕНИЕ

Качество технологического процесса опрыскивания сельскохозяйственных культур определяется количеством осевших капель и равномерностью распределения рабочего раствора по поверхности обрабатываемого объекта. Эффективность применения пестицидов зависит от сроков, способов и качества их внесения, технического состояния машины, умелой ее эксплуатации, правильной работы отдельных узлов и деталей, почвенно-климатических условий, в которых производится обработка и т.д. Но даже оптимальный выбор и качественная работа распылителей не могут обеспечить эффективное использование пестицидов в связи с непостоянством расстояния от выходного сопла до обрабатываемой поверхности. Оно может быть вызвано колебаниями распределительной штанги в вертикальной плоскости из-за микрорельефа поля и засоренности его камнями. При движении агрегата по полю колеса опрыскивателя копируют микронеровности, в результате чего образуются возмущения, которые через раму передаются распределительной штанге, вызывая ее колебания в вертикальной плоскости. Кроме того, на равномерность внесения существенное влияние оказывает резкое изменение рабочей скорости движения агрегата, вызывающее колебания штанги в горизонтальной плоскости. В результате чего неравномерность распределения рабочего раствора по обрабатываемой поверхности может достигать 30-135% [1]. Поэтому в настоящее время невозможно представить конструкцию опрыскивателя без системы стабилизации штанги.

Цель исследований: повышение равномерности внесения пестицидов и надежности несущей конструкции штанги при использовании полевых опрыскивателей.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исполнение несущей конструкции штанги и способ ее крепления к раме опрыскивателя определяют его надежность и технологические режимы работы, а также качество выполняемого процесса. Жесткое крепление штанги или ее составных частей к

несущей раме опрыскивателя налагает ограничение на рабочие скорости движения агрегата и ширину захвата, а, следовательно, и на его производительность, и не позволяет производить качественную обработку агрофонов, засоренных камнями и невыровненностью поверхности поля. Этот тип крепления оправдан только при ширине захвата 9-15 м и рабочих скоростях до 6-7 км/ч [2].

На практике широкое применение получили навески с пассивными и комбинированными системами стабилизации. Независимая подвеска штанги с системами стабилизации, позволяющими обеспечить высокую плавность хода распределительной штанги, оправдана в конструкциях агрегатов, имеющих ширину захвата >15 м.

Выбор оптимального способа крепления штанги к раме опрыскивателя и рациональной системы стабилизации позволяет изолировать ее от колебаний остова, вызванных наездом опорных колес на препятствие или попаданием в неровность, а следовательно, повысить качество и эффективность опрыскивания. Именно поэтому зарубежными фирмами большое внимание оказывается разработке и исследованию вариантов подвески несущей конструкции распределительной штанги к раме опрыскивателя, включая системы демпфирования и стабилизации.

Основным условием стабилизации является превышение собственной частоты остова опрыскивателя над собственной частотой штанги. Собственная частота штанги, а следовательно и плавность ее хода, может изменяться коэффициентами жесткости упругих связей и демпфирования, массой ее несущей конструкции, либо совместно двумя этими путями.

Широкое применение в конструкциях опрыскивателей получили способы изменения коэффициентов жесткости упругих связей и демпфирования системы.

Фирмой «Lemken» разработана и внедрена в конструкциях прицепных и навесных опрыскивателей комбинированная система *Parasol* (рис. 1, а), суть которой заключается в том, что распределительная штанга 2 крепится к раме опрыскивателя 1 по принципу маятниковой подвески. Для плавности хода штанги в вертикальной плоскости используются резинометаллические буферы с горизонтальными боковыми направляющими 6, сменные элементы скольжения 7 и амортизаторы 4. Для демпфирования колебаний штанги в горизонтальной плоскости используются амортизаторы 5. Изменение рабочей высоты установки распределительной штанги осуществляется с помощью гидравлической системы с использованием роликово-тросового механизма 3.

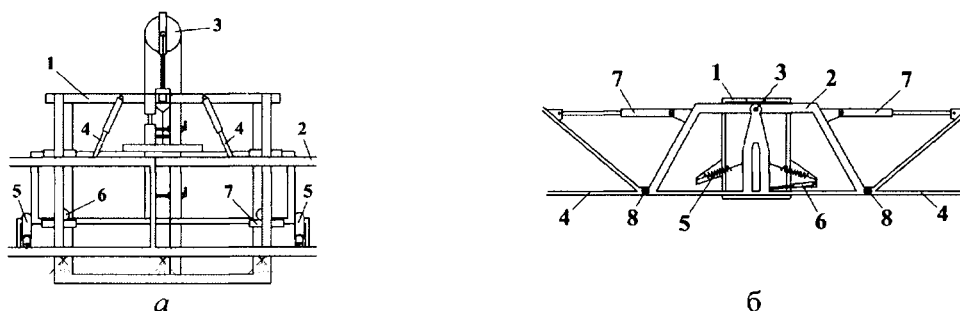


Рис. 1. Системы навески штанги с демпфирующими устройствами

Фирма «Amazone» уделяет большое внимание разработке и исследованию способов крепления штанги на остова опрыскивателя и систем ее стабилизации. В конструкциях опрыскивателей используется штанга (рис. 1, б), состоящая из центральной 2 и боковых 4 частей, которые соединены между собой через шарниры 8. Боковые состав-

ляющие 4 переводятся в транспортное и рабочее положения при помощи гидроцилиндров 7. Центральная часть 2 несущей конструкции распределительной штанги крепится к рамке опрыскивателя 1 по принципу маятниковой подвески через шарнир 3, где установлен пружинный амортизирующий механизм, снижающий колебания в горизонтальной плоскости. Для обеспечения плавности хода штанги в вертикальной плоскости используются пружинные элементы 5 и амортизатор 6.

Система стабилизации штанги, применяемая фирмой «Hardi», представляет собой маятниковый механизм (рис. 2), причем штанга 1 опирается на центральный кронштейн 3 подвески через блок пружин 6, тем самым имея возможность колебаться в плоскости подвески, а центральный кронштейн 3, в свою очередь, крепиться к рамке 2 при помощи горизонтальной оси 4 с возможностью совершать вращения на ней. Гашение колебаний, возникающих при работе, происходит с помощью гидравлических амортизаторов 5 и блока пружин 6. Данная система позволяет перемещаться штанге при работе во всех необходимых направлениях независимо от положения шасси опрыскивателя, исключая повышенные нагрузки на несущую конструкцию штанги и подвески, и сохранять рабочее положение на протяжении всего рабочего процесса.

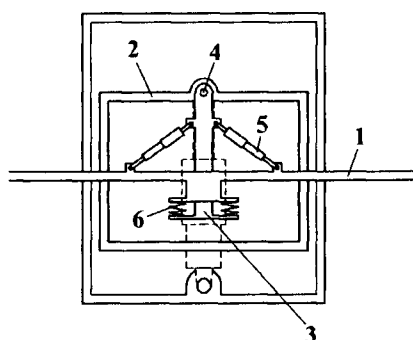


Рис. 2. Система стабилизации штанги

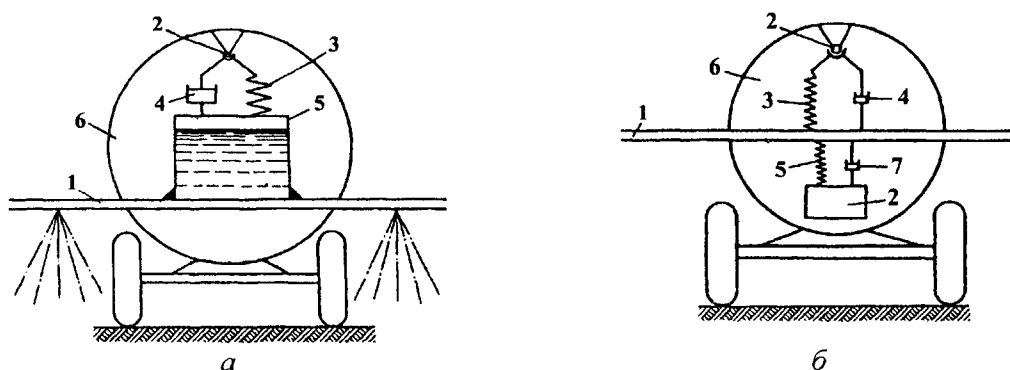


Рис. 3. Системы искусственного увеличения массы штанги

Возможности снижения коэффициентов жесткости упругих связей системы не бесконечны и ограничены возникающими проблемами устойчивости и склонностью к параметрическому резонансу [2]. Применение демпфирующих устройств с низкими коэффициентами жесткости обеспечивается искусственным увеличением массы центральной части несущей конструкции штанги, что позволяет сместить центр тяжести боковых конструкций к центру агрегата, облегчить их и снизить напряжения в элемен-

тарных сечениях по длине. Данные технические решения позволяют улучшить стабилизацию подвешенной системы.

Существуют несколько способов искусственного увеличения массы штанги, среди которых можно выделить установку в центральной ее части дополнительной заполненной жидкостью емкости (рис. 3, а) [4] или массы (рис. 3, б) [5].

Штанга 1 (рис. 3, а), снабженная дополнительной заполненной жидкостью емкостью 5, крепится на шарнире 2 навески емкости 6 через упругий пружинный элемент 3 и демпфирующий элемент 4. Заполнением дополнительной емкости жидкостью подбирается общая масса штанги, которая обеспечила бы ее собственную частоту ниже собственной частоты рамы опрыскивателя. Демпфирующий элемент 4 служит для успокоения системы от возмущений емкости 6 и жидкости при неполном заполнении емкости 5. При этом колеблющаяся в емкости 5 жидкость выступает в роли динамического поглотителя. Во втором случае (рис. 3, б) резонансные колебания уменьшаются при помощи динамических гасителей 2, которые посредством упругого 5 и демпфирующего 7 элементов крепятся к середине штанги 1. При этом сама штанга 1 посредством упругого 3 и демпфирующего 4 элементов через шарнир навески 2 соединена с несущей рамой 6. В данной конструкции эффект гашения колебаний заключается в том, что масса 2 покачивается в противофазе колебаниям, передающимся штанге через раму опрыскивателя. Ввиду сложности конструкции, перенастройки системы в связи с постоянным опорожнением емкости данные конструкции не находят широкого применения.

Идеи искусственного увеличения массы штанги реализованы в опрыскивателях фирма «Jacto». Несущая конструкция распределительной штанги 2 крепится по принципу шарнирно-рычажной А-образной подвески шарнирно к балке 5, закрепленной на раме 1 (рис. 4). Штанга 2 шарнирно крепится к подвеске 5, закрепленной на раме 1. Сама подвеска может передвигаться в плоскости рамки с помощью гидроцилиндра 3, тем самым, изменяя высоту установки штанги над обрабатываемым объектом.

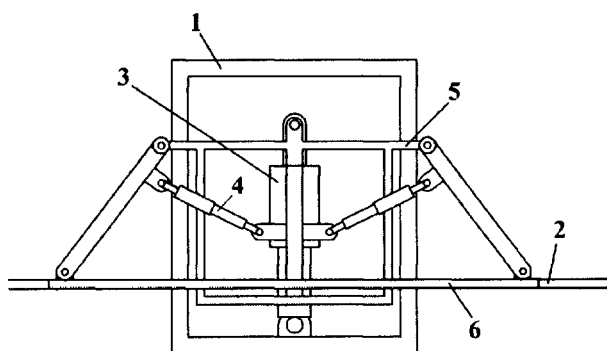


Рис. 4. Система навески фирмы «Jacto»

В нижней части несущей конструкции штанги, находящейся за емкостью, установлен брус 6 большей массы, позволяющий искусственно увеличить массу центральной части штанги и тем самым сместить центр тяжести боковых ее составляющих в рабочем положении к центру агрегата, что позволит снизить амплитуду колебаний, применив амортизаторы 4 с низким коэффициентом демпфирования. Данная система надежна, проста и эффективна, однако при колебаниях в горизонтальной плоскости конструкция штанги испытывает повышенные нагрузки и возникающие в этой плоскости колебания не гасятся.

Недостатками большинства систем стабилизации является: возникновение колебаний штанги большой амплитуды, которые вызваны тем, что масса штанги в сравнении с массой опрыскивателя невелика, в результате чего не удается сразу погасить колебания; невозможность нормальной работы демпфирующих устройств при одновременном наезде двух колес на препятствия; отсутствие систем, обеспечивающих мгновенное гашение колебаний в горизонтальной плоскости. На данном этапе проектирования опрыскивателей недостаточно выбрать наилучшую подвеску штанги, но и необходимо обосновать систему стабилизации за счет взаимосвязанного рационального изменения коэффициентов жесткости упругих связей и массы несущей конструкции. Правильность данных технических решений позволит повысить эффективность выполняемого технологического процесса, снизить его материалоемкость, и обеспечить надежность несущей конструкции распределительной штанги.

В результате выполненного анализа существующих конструкций опрыскивателей, нами предложена система стабилизации штанги (рис. 1), которая относится к пассивным системам и основана на использовании упруго-демпферных элементов гашения колебаний. Конструкция состоит из подвижной рамки 3 закрепленной на штоке гидроцилиндра 6, нижний конец которого крепится на пластине 7, соединенной с остовом опрыскивателя при помощи двух пружин 5. Рамка 3 может свободно перемещаться в направляющих остова опрыскивателя 1. Штанга 2 опирается на подвижной рамке 3. Гашение колебаний штанги в вертикальной плоскости обеспечивается парой пружин 5 и амортизаторами 4. При этом штанга совершает сложное движение по отношению к остову опрыскивателя: поступательное вместе с рамкой в направляющих и вращательное относительно рамки. При поступательном – осуществляется гашение колебаний пружинами 5, а при вращательном – амортизаторами 4.

Данная система работает следующим образом. При одновременном наезде двух колес опрыскивателя на препятствие (попадание в неровность), возникшие возмущения, не передаваясь штанге, гасятся за счет работы сил упругости элементов 5 и силы трения между подвижной рамкой 3 и направляющими остова 1. При наезде на препятствие одного из колес опрыскивателя, возникающие возмущения частично гасятся упругими элементами 5 и окончательно – амортизаторами 4. Эффективность работы данной системы определяется характеристиками пружин и амортизаторов и параметрами их установки (угол наклона α).

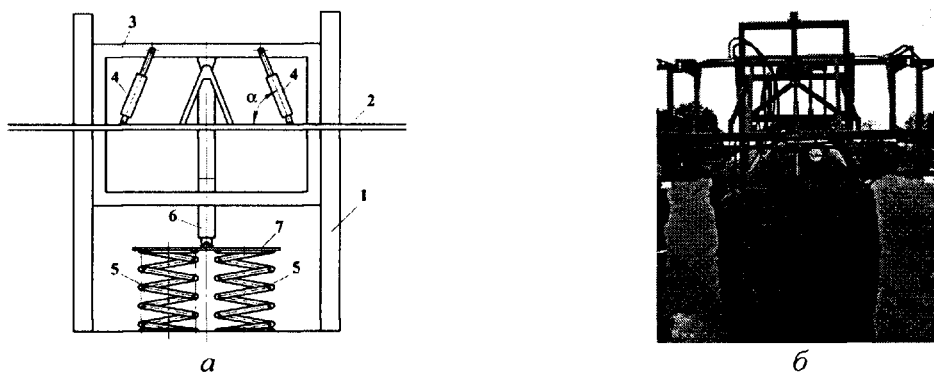


Рис. 5. Предлагаемая система стабилизации штанги опрыскивателя:
а – схема; б – опытный образец опрыскивателя

С учетом геометрических и весовых характеристик штанг и конструкций опрыскивателей были рассчитаны элементы системы стабилизации [3], изготовлены опыт-

ные образцы и проведены испытания в заводских и полевых условиях опрыскивателей «ОШ-2300-18», производимого ДП «Дятловская СХТ» УП «Облсельхозтехника» (РБ), и «Мекосан-2500-18», выпускаемого ОАО «Мекосан» (РБ). В результате проведенных испытаний отмечено повышение надежности конструкции штанги и плавность ее хода при движении агрегата по неровностям, связанные с эффективной работой системы стабилизации.

ВЫВОДЫ

Колебания штанги полевых опрыскивателей не только снижают надежность ее несущей конструкции, но и влекут за собой неравномерность распределения рабочего раствора по обрабатываемой поверхности, которая может достигать 30...135%. Поэтому для современного опрыскивателя необходимым условием является наличие эффективной системы стабилизации.

На основе выполненного анализа предложена система стабилизации штанги, основанная на использовании упруго-демпферных элементов, которая успешно прошла испытания в опытных образцах опрыскивателей «ОШ-2300-18» и «Мекосан-2500-18».

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельскохозяйственные машины (основные тенденции развития тракторных опрыскивателей) / Отв. за выпуск Ченцов В.В. Вып. 12. – М., 1984.
2. Вартукаптейнис К.Э. Обоснование параметров и элементов конструкции штанговых опрыскивателей: Дис. ... к-та тех. наук. - Елгава.: 1984. - 250 с.
3. Аналитическое обоснование параметров колебаний штанги с независимой маятниковой навеской и системой стабилизации в вертикальной плоскости/Крук И.С. и др. – Инженерный вестник, № 1(25). – с. 38 – 40.
4. А.с. 1037890 А SU, А 01 М 7/00. Подвеска штанги опрыскивателя / Бумажкин В.А. и др. - № 3239752/15; Заявл. 26.01.1981; Оpubл. 30.08.83 // Бюл. – 1983. - № 32.
5. А.с. 1064932 А SU, А 01 М 7/00. Подвеска штанги опрыскивателя / Бумажкин В.А. и др. - № 3404233/15; Заявл. 26.02.1982; Оpubл. 07.01.1984 // Бюл. – 1984. – № 1.

Получено 11.01.2009.

I.S. Kruk, Cand Sc (Eng); A. I. Gaidukouski

Belarusian State Agrarian Technical University (BSATU), Minsk, Republic of Belarus

USE OF AN INDEPENDENT HINGE AND BOOM STABILIZATION SYSTEM IN AGRICULTURAL SPRAYING DEVICES

Summary

Current state-of-the-art of mechanical aids for crop-growing chemicalization is characterized by advanced requirements to wide-coverage agricultural spraying devices. These devices should provide high-quality treatment of plants with minimal consumption and loss of the working fluid solution.

Quality of a crop spraying technology is predetermined by the amount of consolidated drops and evenness of working fluid distribution over the treated surface. Pesticide efficiency depends on the time, technique and quality of introduction of such pesticides, engineering

condition of the device, its proper operation, and proper servicing of separate units, climatic and soil characteristics, etc. But even optimum choice and proper operation cannot ensure efficient use of pesticides due to variability of distance from an exhaust nozzle to soil. It may be affected by the distribution boom fluctuations resulting from uneven field surface, presence of stones, and abrupt changes in the device speed.

When the device moves across the field, its wheels follow the surface micro irregularities leading to fluctuations that are communicated from the frame to the boom and result in fluctuations of the boom in a vertical plane. Moreover, evenness of distribution is greatly affected by the abrupt changes in the device speed resulting in horizontal boom fluctuations. Thus, an important task to upgrade field spraying devices is to develop and introduce the boom stabilizing elements. Boom bearing structure design and the way it is fixed on the spraying device frame determine a technical excellence level, reliability and operation modes, as well as the process quality.

Depending on the way the constant distance between the treated object and the boom is provided, there are systems of active, passive and combined stabilization. In order to insure the smooth movement of the boom, nowadays elastic members and buffers are widely used. Their operating characteristics and installation parameters determine the efficiency of the system as a whole. When developing a stabilizing system and choosing its elements, it is necessary to take into consideration the boom design peculiarities, dimensions and weight.

Based on the analyzed designs of modern spraying devices, a boom stabilizing system with elastic elements is offered and its parameters are cited. Developments have been successfully tested and are used in OSh-2300-18 and Mekosan-2500-18 spraying devices.

А. А. Вилде, проф., д-р техн. наук, габил. д-р инж. наук

Латвийский Сельскохозяйственный университет,

Научный институт сельскохозяйственной техники, Латвия

ПАРАМЕТРЫ ЛЕМЕШНО-ОТВАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПЛУЖНЫХ КОРПУСОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВСПАШКИ

Профилографированием лемешно-отвальных поверхностей современных плужных корпусов определены их основные параметры, влияющие на энергоемкость и качество вспашки: наклон лемеха к дну борозды, конечный угол подъема пласта, наклон горизонтальных образующих, радиус кривизны поверхности. Определены наиболее подходящие виды корпусов для местных условий.

ВВЕДЕНИЕ

В сельском хозяйстве Латвии осуществляется переход от старых плугов, произведенных в бывшем Советском Союзе, на новые плуги из стран Западной Европы и местного изготовления. В предыдущие годы новые машины, в том числе плуги, испытывались на Прибалтийской МИС с участием ученых института, и, в зависимости от полученных результатов, рекомендовались для использования в хозяйствах зоны или отклонились [1]-[4]. В настоящее время никто не осуществляет такую оценку плугов. Фирменные рекламные проспекты обычно не представляют достаточной информации для подбора плугов наиболее подходящих для конкретных условий.