

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ С КАРДАННЫМИ ПРИВОДАМИ

ШКРАБАК Роман Владимирович, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

Показана необходимость динамичного развития сельскохозяйственного производства на основе решения ряда проблем социального характера, касающихся так называемых «оптимизационных» мероприятий в части жизнедеятельности основы сельскохозяйственного производства. Отмечается возможность дальнейшего повышения уровня механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства и его безопасности на основе инновационных решений профилактического характера. Применительно к уровню безопасности средств механизации приводится новая схема защиты работников от травмирования карданными валами за счет автоматического прекращения их вращения в случае отсутствия защитных блокировок.

Введение. Сельскохозяйственное производство – многогранный вид экономической деятельности, тесно связанное с рядом обстоятельств. Среди них определяющими являются климатические зоны страны, агробиологические особенности почв, кадровый потенциал, потребность в производимой продукции регионом, уровень механизации и автоматизации производства, рентабельность производства и условия жизнедеятельности по различным параметрам. В ряду последних значимыми являются условия и охрана труда работников сельского хозяйства во всех сферах аграрного производства (растениеводство, животноводство, плодоовощеводство, птицеводство, рыбоводство, пчеловодство, семеноводство, звероводство и др.). Важнейшими критериями являются также производственные и бытовые объекты жизнедеятельности (водо-тепло-электро-газоснабжение), транспортное, медицинское и санитарно-гигиеническое, бытовое и почтовое, образовательное, досуговое и материальное обеспечение, т.е. комплекс нормативно-правового обеспечения в соответствии с действующей в стране нормативно-правовой базой [1–6]. Изложенное является гарантией успешного агропромышленного производства, включая не только производство продовольствия, но и его хранение, переработку на местах производства, а также реализацию в рамках региона. Общеизвестно, что значительная часть земледельческой России находится в зоне рискованного производства различных культур. И, несмотря на это, благодаря поддержке государства достигнуты значительные успехи в производстве товаров продовольственной корзины. Анализ показывает, что страна имеет огромные резервы, реализация которых существенно упростится, если полностью будут устранены последствия оптимизации в сельской местности.

В рассматриваемом плане огромное значение имеют вопросы обеспечения нормируемых условий и охраны труда в сельском хозяйстве.

Целью исследований является повышение безопасности средств механизации с карданными приводами.

Методика исследований. В качестве объекта исследований использовали средства механизации процессов АПК с карданными приводами. Методикой предусматривалась оценка условий и охраны труда на указанных агрегатах с учетом травмирования операторов при разнообразном обслуживании таких агрегатов в процессе выполнения ими разнообразных технологических операций.

Результаты исследований. Практически за последнее столетие сельское хозяйство по уровню травматизма занимает третье место среди худших. Трудно, к примеру, объяснить, что число пострадавших на производствах страны с утратой трудоспособности на один рабочий день и более и со смертельным исходом к началу 2020 г. составило в стране 23 343 чел., из них 9,5 % (2234 чел.) пришлось на сельское и лесное хозяйство, охоту, рыболовство и рыбоводство. Между тем по травмам со смертельным исходом эта картина еще хуже: в числе 1055 чел. на начало 2020 г. погибших в результате травматизма на производстве 14,4 % (152 чел.) приходится на сельское и лесное хозяйство, охоту, рыболовство и рыбоводство.

Изложенное имеет место и по причине травмирования людей, работающих при обслуживании агрегатов с карданными приводами. Происходит это, как правило, при отсутствии защитных ограждений этих вращающихся валов защитными кожухами. Выпускаемые промышленностью агрегаты, приводящие свои узлы в движение от карданных валов от различных источников (как правило, валов отбора мощности тракторов), которые вращаются с относительно высокой частотой, опасны. При отсутствии защиты (по причине ее повреждения при поворотах агрегата, при неустановке на место после ремонта, при выходе из строя) эти валы являются высокоопасными источниками травмирования людей, находящихся в зоне вращения, в результате за-



хвата одежды, волос, элементов тела. Последствия таких ситуаций, как правило, летальны. Практика показывает, что число их в отрасли АПК исчисляется десятками [7, 8].

Исследования, проводимые на картофелеуборочных агрегатах, показали, что основной причиной травмирования является отсутствие блокировок безопасности, т.е. таких устройств, которые при снятии защиты карданных валов автоматически прекращали бы возможность их вращения, которое может быть возобновлено только после установки защитной блокировки, автоматически обеспечивающих возможность передачи вращения на карданный вал. При этом конструкция элементов должна быть такой, чтобы исключить человеческий фактор, то есть возможность включения в работу карданного вала при отсутствующей блокировке.

В предложенном решении [9] поставленная цель достигается тем, что предохранительное устройство карданного вала содержит защитный кожух, установленный коаксиально валу и выполненный составным из двух жестко закрепленных фланцев и трех трубчатых элементов, два из которых установлены с возможностью поворота относительно фланцев, а третий трубчатый элемент выполнен подвижным в осевом направлении относительно первого трубчатого элемента. Концы четырех пружин, со сдвигом одна относительно другой в 90°, с одной стороны установлены в проточках упорного кольца, зафиксированного на резьбе внутри кожуха ведущего карданного вала, а с другой жестко закреплены в проточках втулки упорного подшипника, а с ее противоположной стороны выполнены выступы, с наружными поверхностями которых взаимодействует упорное внешнее кольцо. При этом на конце трубы ведущего вала установлена втулка-кольцо, с двух сторон закрепленная стопорными кольцами, связанными с этой трубой, а втулка-кольцо жестко соединена с внешней трубой, имеющей внутреннюю резьбу, взаимодействующей с корпусом промежуточного защитного кожуха с наружной и внутренней резьбой, с которой взаимодействует через резьбовое соединение упорное кольцо.

Новыми существенными признаками решения являются: установка четырех пружин со сдвигом одна относительно другой в 90°; пружины с одной стороны установлены в проточках упорного кольца, а с другой жестко закреплены в проточках втулки упорного подшипника; упорное кольцо установлено на резьбе внутри кожуха ведущего карданного вала; на противоположной стороне втулки упорного подшипника выполнены выступы; упорное внешнее кольцо взаимодействует с наружными поверхностями выступа втулки упорного подшипника; на конце трубы ведущего вала установлена втулка-кольцо, с двух сторон закрепленная стопорными кольцами; втулка-кольцо жестко соединена с внешней трубой, имеющей внутреннюю резьбу; внешняя труба с внутренней резьбой взаимодействует с корпусом промежуточного защитного кожуха, имеющего внутреннюю и наружную резьбу; промежуточный защитный кожух вза-

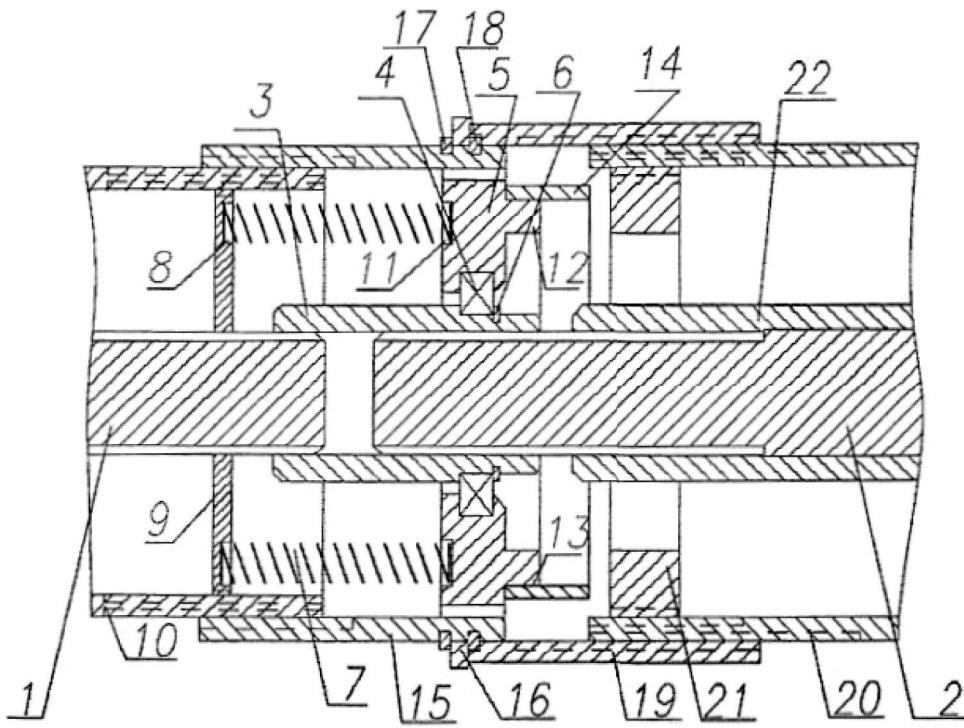
имодействует с упорным кольцом через резьбовое соединение.

Доказательством технического результата является то, что предлагаемое устройство дает возможность повысить эксплуатационные свойства и исключить травмы за счет того, что в нем: четыре пружины установлены со сдвигом одна относительно другой в 90°, для создания равномерного усилия при демонтаже валов относительно друг друга; пружины с одной стороны установлены в проточках упорного кольца, а с другой жестко закреплены в проточках втулки упорного подшипника; для фиксации пружин в устройстве и при разборке устройства пружины остаются зафиксированными с втулкой упорного подшипника; упорное кольцо установлено на резьбе внутри кожуха ведущего карданного вала; для его фиксации относительно кожуха ведущего карданного вала и возможности регулирования натяжения пружин за счет резьбового соединения; на противоположной стороне втулки упорного подшипника выполнены выступы для посадки на него упорного внешнего кольца; упорное внешнее кольцо взаимодействует с наружными поверхностями выступа втулки упорного подшипника для регулирования глубины посадки ведомого вала в шлицевую соединительную втулку; на конце трубы ведущего вала установлена втулка-кольцо, с двух сторон закрепленная стопорными кольцами, связанными с этой трубой для жесткой связи втулки-кольца с трубой ведущего вала; втулка-кольцо жестко соединена с трубой ведущего вала, имеющей внешнюю резьбу. Внутренняя резьба позволяет соединить трубу ведущего вала с корпусом промежуточного защитного кожуха, а жесткое крепление с трубой ведущего вала втулки-кольца позволяет создать единое целое с трубой ведущего вала ведущей части устройства; внешняя труба с внутренней резьбой взаимодействует с корпусом промежуточного защитного кожуха, имеющего внутреннюю и наружную резьбу, при этом внутренняя резьба позволяет установить упорное кольцо; промежуточный защитный кожух взаимодействует с упорным кольцом через резьбовое соединение, что позволяет регулировать посадку ведомого вала в соединительную шлицевую втулку.

Схема предложенного предохранительного устройства карданного вала приведена на рисунке.

Предохранительное устройство содержит: ведущий карданный вал 1, приводимый во вращение от вала отбора мощности машины (трактора, комбайна); ведомый карданный вал 2, осуществляющий передачу вращения на приводные механизмы после включения оператором ведущей части карданного вала 1 и соединения ее с ведомым карданным валом 2 посредством соединительной шлицевой втулки 3, с монтированным на ней радиально-упорным подшипником 4, вмонтированным во втулке упорного подшипника 5 и стопорящегося стопорным кольцом 6; защитный кожух 10, установленный коаксиально валу и выполненный составным из двух жестко закрепленных фланцев (на рисунке не показано) и трех трубчатых элементов, два из которых установлены с возможностью поворота относительно фланцев, а третий трубчатый





Предохранительное устройство карданного вала, исключающее травмирование работников в результате наматывания на карданный вал:

1 – ведущий карданный вал; 2 – ведомый карданный вал; 3 – соединительная шлицевая втулка; 4 – радиально-упорный подшипник; 5 – втулка упорного подшипника; 6 – стопорное кольцо; 7 – упорные пружины; 8, 11 – проточки; 9 – упорное кольцо; 10 – защитный кожух; 12 – выступы; 13 – наружная поверхность; 14 – упорное внешнее кольцо; 15 – труба ведущего вала; 16 – втулка-кольцо; 17, 18 – стопорные кольца; 19 – внешняя труба; 20 – промежуточный защитный кожух; 21 – упорное кольцо; 22 – ограничительная втулка

элемент выполнен подвижным в осевом направлении относительно первого трубчатого элемента; концы четырех упорных пружин 7 со сдвигом одна относительно другой в 90°, с одной стороны установлены в проточках 8 упорного кольца 9, глубиной 10 мм и диаметром, на 10 % превышающим диаметр упорной пружины 7. Упорное кольцо 9 установлено на резьбе внутри защитного кожуха 10 ведущего карданного вала 1. Пружины с другой стороны жестко закреплены в проточках 11 втулки упорного подшипника 5. С противоположной стороны втулки 5 упорного подшипника выполнены выступы 12, с наружными поверхностями 13 которых взаимодействует упорное внешнее кольцо 14. Втулка упорного подшипника 5, благодаря шлицам по наружному диаметру, вмонтирована в трубу ведущего вала 15 с внутренними шлицами, которая наворачивается на внешнюю резьбовую часть поверхности защитного кожуха 10 ведущего карданного вала 1. При этом на конце трубы ведущего вала 15 установлена втулка-кольцо 16, с двух сторон закрепленная стопорными кольцами 17 и 18, связанными с этой трубой, при этом втулка-кольцо 16 жестко соединена с внешней трубой 19 ведомой части конструкции, имеющей внутреннюю резьбу, взаимодействующей с корпусом промежуточного защитного кожуха 20 с наружной и внутренней резьбой, с которой взаимодействует через резьбовое соединение упорное кольцо 21. Корпус промежуточного защитного кожуха 20 крепится через диаметрально противоположные пазы (на рисунке

не показано) с помощью подпружиненных болтов (на рисунке не показано) и может перемещаться до 8 см. Втулка ограничительная 22 ограничивает перемещение втулки 3.

Работает устройство следующим образом. Перед необходимостью передачи вращения на приводные механизмы и перед включением оператором ведущей части карданного вала 1 вращением втулки-кольца 16 в одну из сторон осуществляется перемещение по резьбе корпуса промежуточного защитного кожуха 20 благодаря продольным пазам и подпружиненным болтам вместе с установленным в нем упорным кольцом 21. Последнее через внешнее упорное кольцо 14 перемещает вмонтированную посредством шлицевого соединения во внутреннюю часть трубы ведущего вала 15 втулку упорного подшипника 5 и через радиально-упорный подшипник 4 соединительную шлицевую втулку 3 в сторону шлицевой ведущей части карданного вала 1, соединяя его тем самым с ведомым карданным валом 2. Посаженные жестко в проточки 11 втулки упорного подшипника 5 упорные пружины 7 в этот момент перемещаются в сторону внутреннего упорного кольца 9, вкрученного в защитный кожух 10 ведущего карданного вала 1, размещаясь свободными концами в проточке 8, сжимаясь. При этом при включении оператором привода на ведущий карданный вал 1 вращение будет передаваться на приводные механизмы. Вращающиеся части конструкции карданного вала находятся внутри устройства и не грозят травмами в результате отсут-



ствия возможности захвата одежды, волос, конечностей, обуви и др.

При необходимости осмотра внутренних узлов устройства или их техобслуживания, а также в других необходимых случаях втулку-кольцо 16 врашают в сторону, противоположную тому, который способствовал соединению ведущей 1 и ведомой 2 частей карданного вала. Упорные пружины 7, разжимаясь, через втулку упорного подшипника 5 и упорный подшипник 4 благодаря стопорному кольцу 6 перемещают соединительную шлицевую втулку 3 в сторону ведомого карданного вала до тех пор, пока втулка опорного подшипника 5 не сойдет со шлицевой части ведущего карданного вала 1. В момент разъединения карданных валов 1 и 2 посредством соединительной шлицевой втулки 3 передача вращения от ведущего 1 к ведомому 2 карданному валу прекращается; благодаря дальнейшему вращению втулки-кольца 16, а значит и внешней трубы 19 ведомой части конструкции с внутренней резьбой, в сторону ведомого карданного вала 2, конструкцию разъединяют и осуществляют осмотр ее элементов или выполняют техобслуживание в момент, когда вращение включенного оператором в кабине карданного вала (его ведущей части) не передается на элементы устройства, предотвращая тем самым травмы.

В рабочем состоянии, когда вращение передается на приводные механизмы, вращающиеся элементы конструкции защищены неподвижными частями: защитным кожухом 10 ведущего карданного вала 1, трубой ведущего вала 15, внешней трубой 19 ведомой части конструкции и корпусом промежуточного защитного кожуха 20, исключая травмоопасные ситуации, а значит и возможность травмирования людей.

Макетные лабораторные испытания устройства подтвердили его работоспособность.

Заключение. Средства механизации технологических процессов и производств в АПК для выполнения разнообразных работ оснащаются карданными валами, осуществляющими передачу вращающего момента на разнообразные приводные механизмы. Практика производства изобилует случаями отказов защиты карданных валов. Вращение указанных незащищенных валов является источником тяжелейших (как правило, ле-

тальных) травм в результате наматывания одежды, волос, обуви и частей тела операторов. Только в АПК имеют место десятки случаев такого травмирования. В целях предотвращения этих ситуаций предложено решение, автоматически исключающее передачу вращения в случае отсутствия защиты карданного вала. Макетными испытаниями подтверждена его работоспособность, что полностью исключает возможность травмирования людей карданными валами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский Кодекс Российской Федерации // СПС «Гарант».
2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 г. №195-ФЗ (ред. От 22.12.2020 г.) // СПС «Гарант».
3. Конституция Российской Федерации // СПС «Гарант».
4. Патент №2477415 С2 Российской Федерации МПК F16P 1/02, F16RD 3/84. Предохранительное устройство карданного вала / Р.В. Шкрабак, В.С. Шкрабак, Д.А. Егоров, А.И. Шкрабак, К.Е. Муравьев и др. Заявитель и патентообладатель С.-Петербург. гос. аграр. ун-т. – № 2011116386/11; заявл. 25.04.2011; опубл. 10.03.2013. Бюл. № 7.
5. Система стандартов безопасности труда: регламентирована положениями ГОСТ 12.0.001-82. «ССБТ. Основные положения». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200310>.
6. Трудовой Кодекс Российской Федерации. – М., 2015 – 327 с.
7. Уголовный Кодекс Российской Федерации // СПС «Гарант».
8. Шкрабак В.В. Стратегия и тактика динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК. Теория и практика. – СПб., 2007. – 580 с.
9. Шкрабак В.С. Библиографический указатель трудов / СПБГАУ. Библиотека; сост. Н.В. Кубрицкая, Н.С. Розанова. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб., 2017. – 252 с.

Шкрабак Роман Владимирович, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.

196605, Санкт-Петербург – Пушкин, Петербургское шоссе, 2.

Тел.: (812)-318-11-52; e-mail: shkrabakrv@mail.ru.

Ключевые слова: средства механизации; безопасность функционирования; травмы; карданные валы; блокировки.

IMPROVING SAFETY OF MECHANIZATION DEVICES WITH CARDAN DRIVES

Shkrabak Roman Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair “Safety of Technological Processes and Production”, St. Petersburg State Agrarian University. Russia.

Keywords: means of mechanization; operational safety; injuries; cardan shafts; locks.

Brief information is given on the need for dynamic development of agricultural production on the basis of solving a number

of social problems related to the so-called “optimization” measures in terms of the vital activities of the basis of agricultural production - villages and villages, and rural workers. The possibility of further increasing the level of mechanization and automation of agricultural production and its safety on the basis of innovative solutions of a preventive nature is noted. In relation to the level of safety of mechanization devices, a new scheme is given for protecting employees from injury with cardan shafts by automatically stopping their rotation in the event of no protective locks.

