DOI 10.28983/asj.y2021i9pp95-97 УДК 631.356.4

# ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИВОДОВ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

**ОВЧИННИКОВА Наталья Ивановна,** *Иркутский государственный аграрный университет*
**БОННЕТ Вячеслав Владимирович,** *Иркутский государственный аграрный университет*
**КОСАРЕВА Анна Викторовна,** *Иркутский государственный аграрный университет*

***Одним из важных факторов, влияющих на качественное выполнение механизированной уборки картофеля, является техническое состояние комбайна. Для поддержания необходимого уровня надежности и долговечности сельскохозяйственной техники, используемой в картофелеуборочном технологическом процессе, авторами предложено проводить диагностирование механического привода комбайна при двух режимах прокручивания приводного вала: свободном и зафиксированном. Такой подход позволяет определить динамические показатели, по которым можно выявить неисправности предохранительных муфт и рабочих органов картофелеуборочного комбайна, определить моменты их срабатывания, оценить нагрузки на элементы трансмиссии и связанные с ней части механического привода. Исследования проводились в течение трех уборочных сезонов в хозяйствах Иркутской области с использованием картофелеуборочного агрегата КПК-2-01+ МТЗ-82. В ходе проведенных исследований получены результаты, которые применимы при настройке и регулировке машин для уборки картофеля, а также при оценке общего уровня технического состояния картофелеуборочных агрегатов при подготовке их к уборочным работам.***

***Введение.*** Комбайновая уборка картофеля представляет собой трудоемкий сельскохозяйственный процесс, включающий в себя такие технологические операции, как предварительное удаление ботвы и растительных остатков, выкапывание клубнеплодов, отделение клубней от почвы, погрузка картофеля в транспортные средства и его транспортировка с поля, загрузка клубней в хранилище или выгрузка их в приемный бункер сортировального пункта [11, 14]. От выбранной технологии, почвенно-климатических условий, подбора квалифицированного персонала, согласованной работы уборочных машин (трактора, комбайна и самосвального транспорта), их технического состояния и надежности зависит, насколько качественно, бережно и быстро (в установленные агротехнические сроки) будет произведена уборка урожая картофеля [1, 2, 6, 13, 16].

В большинстве исследований, посвященных анализу надежности функционирования технологических процессов, основное внимание уделено техническому состоянию сельскохозяйственных машин, используемых в работе [3, 5, 7, 8, 10, 12]. В последнее время разработано большое количество измерительных приборов, предназначенных для оценки технического состояния картофелеуборочной техники, с помощью которых можно определять отклонения значений ряда диагностических параметров от номинальных [4, 9, 15]. Однако широкого распространения они не получили в силу их дороговизны и невозможности использования в полевых условиях.

Цель исследований – определить диагностические параметры механического привода картофелеуборочного комбайна методом имитационного диагностирования.

***Методика исследований.*** В конструкции прицепных картофелеуборочных комбайнов нашли широкое распространение механические приводы, обладающие простотой, высоким коэффициентом полезного действия, доступной ремонтопригодностью, низкой стоимостью и надежностью в эксплуатации. Поэтому техническое состояние комбайна, предназначенного для уборки картофеля, можно диагностировать по механическому приводу его рабочих органов. Для проведения исследований был выбран механический привод подкапывающей секции двухрядного картофелеуборочного комбайна КПК-2-01.

На рис. 1 представлена схема с указанием основных узлов силовой передачи и мест фиксирования предохранительных муфт рабочих органов комбайна, где цифрами обозначены узлы трансмиссии, буквами – предохранительные муфты, римскими цифрами – места их фиксации.

В качестве динамических показателей диагностирования механического привода были рассмотрены боковой зазор в силовой передаче, суммарный зазор в трансмиссии, усилия срабатывания предохранительных муфт и прокручивания приводного вала комбайна. Экспериментальные исследования показали, что момент сопротивления, возникающий на приводном валу при его прокручивании, изменяется разрывно

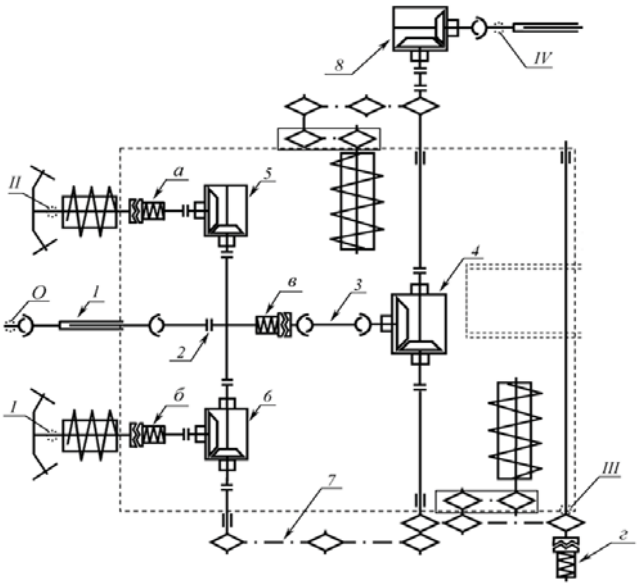


***Рис. 1. Схема механического привода подкапывающей секции картофелеуборочного комбайна КПК-2-01: 1, 3 – карданный вал, 2 – соединительная муфта, 4, 5, 6, 8 – редуктор, 7 – цепная передача***

в сторону увеличения до определенного значения $M_{прок}$, которое совпадает со значением силы трения составных частей привода. При дальнейшем изменении его значения возникает переменный возмущающий момент $M_{пер}$. С целью определения динамики изменения значений крутящего момента эксперименты осуществлялись при двух режимах: свободном прокручивании приводного вала и зафиксированном переборочном столе комбайна [15].

При свободном прокручивания приводного вала комбайна наблюдалось возрастание значения крутящего момента до $M_{прок}$ = 90...95 Нм, а затем происходило его снижение. В силовой передаче значение крутящего момента достигало своего максимума, когда выбраны все зазоры. Расхождение между точками момента срабатывания главной предохранительной муфты и максимальным значением момента прокручивания равно $\Delta\varphi \approx 40–50^0$. Это объясняется тем, что в этот момент происходит выборка зазоров в кинематической цепи, суммарный зазор в данном случае составил $\varphi_{бок} \approx 480^0$. Момент срабатывания главной предохранительной муфты (*в*) – это разность между максимальным значением момента и моментом прокручивания приводного вала $M_{сраб}$ = 290 Нм, что на 10 % ниже нормативного. Следует отметить, что получены значения трех динамических показателей простым способом, всего лишь в результате осуществления двух режимов прокручивания приводного вала.

***Результаты исследований.*** Применяя данный подход при проведении экспериментальных исследований, была проведена блокировка привода в месте рассоединения *IV* (см. рис. 1), в этом случае прокручивался основной элеватор и шнеки дисков. На рис. 2 представлена динамика изменения значения крутящего момента при срабатывании главной предохранительной муфты. Момент сопротивления прокручивания данного участка цепи при этом составил $M_{прок}$ = 25 Нм.

При фиксировании привода в сечении *IV* (см. рис. 1) момент срабатывания муфты составил $M_{сраб}$ =75 Нм. Изменения значений момента срабатывания главной муфты привода характеризует вторая кривая рисунка. На отрезке цепи *O-IV* суммарный боковой зазор принял значение, равное $\varphi_{бок} = 190^0$.

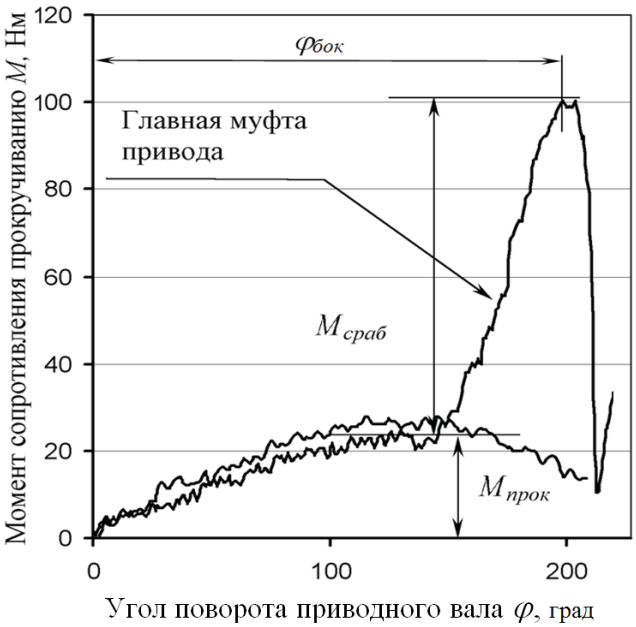


***Рис. 2. Динамика изменений крутящего момента приводного вала комбайна при различных режимах его работы***

На другом примере (рис. 3), приведена динамика момента срабатывания муфты шнека дисков *а*, измеренного при прокручивании привода всех узлов комбайна при фиксации шнека в сечении *II* (см. рис. 1).

Прокручивая механический привод всех узлов комбайна и определяя значение момента срабатывания муфты в виде разности между максимальным значением момента, представленного на графике, и фактическим значением момента прокручивания, получили величину, равную $M_{сраб}$= 180 – 90 = 90 Нм.

Если значение момента срабатывания муфты находить как разность максимального значения прокручивающего момента и значения момента прокручивания подкапывающей секции, $M_{сраб}$ = 115 – 25 = 90 Нм, то получим, в обоих случаях значения, которые составляют 75 % от нормативного. Боковой зазор в приводе до шнеков дисков в рассматриваемых случаях одинаков и составил $\varphi \approx 240^0$. Величина усилия прокручивания остальных рабочих органов комбайна без подкапывающей секции составила $M_{прок.}$= 65 Нм и определялась как разность максимальных значений моментов.

Анализ приведенных на рис. 2, 3 графиков показывает, что для получения более достоверной информации при нахождении значения момента срабатывания предохранительной муфты необходимо определиться, на каком участке кинематической цепи целесообразно фиксировать привод.

***Заключение.*** Диагностирование технического состояния картофелеуборочного комбайна по оценке работы механического привода комбайна при разных режимах прокручивания приводного вала позволяет определить такие диагностические параметры, как момент сопротивления прокручиванию, момент сра-

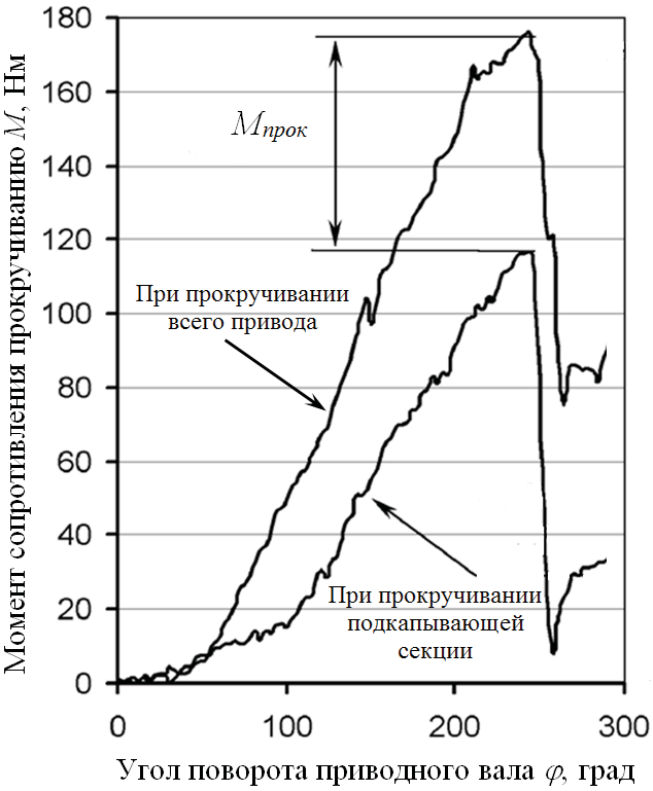


***Рис. 3. Динамика изменений значений крутящего момента приводного вала комбайна в момент срабатывания муфты шнека дисков***

батывания муфт привода значения, а также боковой зазор в приводе. Все эти показатели указывают на износ деталей, наличие увеличенных зазоров в их сопряжениях и неточную регулировку. Применяемые подходы (фиксирование выходного вала муфты, прокручивание вала с отсоединением отдельных участков кинематической цепи) не требуют разборки рабочих органов, предохраняют от перегрузок элементы силовой передачи и связанные с ней составные части привода. Полученные результаты исследований могут быть применены для точной регулировки предохранительных муфт привода, определения качества ремонта отдельных участков кинематической цепи и оценки технического состояния картофелеуборочного комбайна в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


1. *Андреев О.П.* Научные основы эффективного использования машинно-тракторных агрегатов. – М.: Автограф, 2020. – 115 с.

2. *Боннет В.В.* Влияние технического состояния картофелеуборочного комбайна на надежность и экономичность функционирования технологического процесса (на примере КПК-2-01): дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03. – Новосибирск, 2001. – 198 с.

3. *Буйлов В.Н., Люляков И.В., Русинов А.В.* Причины нарушения работоспособности рабочих органов культиваторов // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 3. – С. 61–64.

4. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2015. – 432 с.

5. Исследование влияния конструктивных и режимных параметров комбинированного укладчика на мощность привода рабочих органов / П.И. Павлов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 5. – С. 82–85.

6. *Королев А.Е.* Безотказность картофелеуборочных комбайнов // Novaum.RU. – 2017. – № 10. – С. 38–40.

7. *Мелем В.В., Степанов Н.В., Боннет В.В.* Теоретическое обоснование конструктивных параметров рабочего органа цепного ботводробителя // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 7. – С. 84–88.

8. *Никитин Г.С., Алакин В.М., Плахов С.А.* Определение рациональной скорости вращения рабочих органов интенсивной зоны сепарации ротационного картофелекопателя // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 6. – С. 96–100.

9. *Овчинникова Н.И., Боннет В.В., Косарева А.В.* Определение оптимального значения технического уровня картофелеуборочного агрегата // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. – 2019. – № 4 (75). – С. 76–82.

10. Повышение работоспособности тракторов в сельском хозяйстве / М.К. Бураев [и др.] // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления (ВСГТУ). – 2015. – № 6 (57). – С. 20–25.

11. *Пшеченков К.А., Мальцев С.В., Смирнов А.В.* Уборка картофеля // Сельский механизатор. – 2018. – № 9. – С. 8–13.

12. *Рудик Ф.Я., Богатырев С.А.* Анализ условий работы и износного состояния ножей центробежных свеклорезок // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 3. – С. 47–50.

13. *Чхетиани А.А.* Анализ современных технологий возделывания картофеля и конструкций картофелеуборочных машин // Технические науки – от теории к практике: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2011. – С. 115–120.

14. *Ovchinnikova N., Kosareva A., Bonnet V.* Analysis of functioning of potato-terminal technological system based on probability-statistical approach // IOP Conf. Ser.: Earth and Environ, 2019, Vol. 341.

15. *Ovchinnikova N.I., Bonnet V.V., Kosareva A.V.* Simulation diagnostics of power train mechanical drives // IOP Conf. Ser.: Earth and Environ, 2020, Vol. 548.

16. *Ovchinnikova N.I., Kosareva A.V., Bonnet V.V., Eltochkina E.V.* A simple semi-Markov model of functioning of agricultural cleaning and transport system // Journal of Physics: Conference Series, 2019, Vol. 1333.



**Овчинникова Наталья Ивановна,** *д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Математика», Иркутский государственный аграрный университет. Россия.*

**Боннет Вячеслав Владимирович,** *канд. техн. наук, доцент кафедры «Электрооборудование и физика», Иркутский государственный аграрный университет. Россия.*

**Косарева Анна Викторовна,** *канд. техн. наук, доцент кафедры «Технический сервис и общеинженерные дисциплины», Иркутский государственный аграрный университет. Россия.*

*664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, пос. Молодежный 1/1.*

*Тел.: (8914) 888-31-13; e-mail: bonnet74@mail.ru.*



***Ключевые слова:*** *механизированная уборка картофеля; картофелеуборочный агрегат; диагностирование; механический привод; трансмиссия.*


**TECHNICAL CONDITION DIAGNOSTICS POTATO HARVESTER DRIVES AND VIRUSES**


**Ovchinnikova Natalia Ivanovna,** *Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the chair "Mathematics", Irkutsk State Agricultural University. Russia.*

**Bonnet Vyacheslav Vladimirovich,** *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Electrical Equipment and Physics", Irkutsk State Agricultural University. Russia.*

**Kosareva Anna Viktorovna,** *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Service and General Engineering Disciplines", Irkutsk State Agricultural University. Russia.*



***Keywords:*** *mechanized potato harvesting; potato harvesting unit; diagnostics; mechanical drive; transmission.*



***One of the important factors affecting the quality of mechanized potato harvesting is the technical condition of the combine. To maintain the necessary level of reliability and durability of agricultural machinery used in the potato harvesting process, the authors proposed to diagnose the mechanical drive of the combine with two modes of scrolling the drive shaft: free and fixed. This approach allows you to determine the dynamic indicators by which it is possible to identify malfunctions of the safety clutches and working bodies of the potato harvester, to determine the moments of their operation, to assess the loads on the transmission elements and related parts of the mechanical drive. The research was carried out during three harvesting seasons in the farms of the Irkutsk region using a potato harvesting unit KPC-2-01+ MTZ-82. In the course of the conducted research, the results were obtained that are applicable when setting up and adjusting machines for harvesting potatoes, as well as when assessing the overall level of technical condition of potato harvesting units when preparing them for harvesting.***