

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ОВЧАРЕНКО АЛЕКСАНДР ДМИТРИЕВИЧ

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОТКАЗНОСТИ ХЛОПКОУБОРОЧНЫХ МАШИН  
НА ОСНОВЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Специальность 05.20.03—Эксплуатация, восстановление  
и ремонт сельскохозяйственной техники

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени доктора  
технических наук

Научный консультант :

Доктор технических наук,  
профессор В.И. МИШЛИН

А 13565

Санкт-Петербург  
1992

Работа выполнена в научно-исследовательском проектно - конструкторском институте Среднеазиатского научно - производственного объединения по организации ремонта и обслуживания машин, механизмов и оборудования на предприятиях агропромышленного комплекса (НИТКИ НПО "Среднеагроснабремаш")

Официальные оппоненты: доктор технических наук,  
профессор В.А. Аллилуев ;  
доктор технических наук К.Ю. Скибневский  
доктор технических наук В.В. Рядных

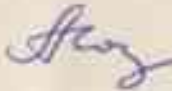
Ведущая организация - Самаркандский "Облсельхозснабремонт"

Защита состоится "24" апреля 1992 г. в 14 ч. 30 мин. на заседании специализированного совета Д/20.37.04 по защите диссертации на присуждение ученой степени доктора наук при Санкт-Петербургском Ордена Трудового Красного Знамени государственном аграрном университете по адресу : 188620 Санкт-Петербург-Пушкин, Ленинградское шоссе 2, ауд. 2719.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского Ордена Трудового Красного Знамени государственного аграрного университета

Автореферат разослан "18" апреля 1992 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета

 А.В. СОМИНИЧ

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Рост народного благосостояния, как отмечалось в решениях съездов народных депутатов, обусловлен формированием рыночной экономики. При организации в Среднеазиатских государствах рыночных отношений, где основным товаром служит хлопок-сырец, составляющий одну из основных статей дохода, увеличению качества и производства хлопководства придается особое значение.

Получить намеченный объем хлопка-сырца невозможно без обеспечения высоких показателей надежности всего комплекса машин, применяемых в хлопководстве. Наиболее сложная и ответственная из них — хлопкоуборочная. Только в Узбекистане насчитывается около 35 тыс. этих машин. Ежегодный выпуск их заводом "Ташсельмаш" составляет в среднем 5 тыс. штук.

Поддержание такого огромного парка машин в работоспособном состоянии в течение всего периода эксплуатации является весьма актуальной проблемой.

На ежегодный ремонт хлопкоуборочных машин расходуется около 21 млн.руб., а на техническое обслуживание и текущий ремонт — 17 млн.руб. Однако, несмотря на значительные затраты, безотказность этих машин остается низкой. Около 42 % машин простаивает из-за отказов основных частей в ответственный период уборочных работ. Кроме того, в процессе эксплуатации вследствие изнашивания деталей происходят скрытые постепенные отказы, нарушающие важные технологические регулировки. Это приводит к резкому ухудшению агротехнических показателей машины — растет количество опадающих на землю долек хлопка, оставление их на кустах, снижение общего сбора хлопка в бункер, увеличение чмола разрыва волокон и дробление семян и т.д.

Высокие требования к безотказности, с одной стороны, и необходимость снижения затрат, особенно в условиях рынка, с другой, определяет необходимость решения крупной народнохозяйственной проблемы — разработки и внедрения методов и средств повышения безотказности хлопкоуборочных машин.

Существующие методы повышения безотказности сельскохозяйственных и других машин слабо учитывают особенности

конструкции хлопкоуборочных машин и зональных условий эксплуатации. Не разработаны современные средства диагностирования, являющиеся одним из основных инструментов решения поставленной проблемы, а также методология принятия оптимального решения о восстановлении работоспособности оставших частей с учетом прогноза отказов по результатам диагностирования.

Эффективное применение диагностирования и обеспечение по его результатам высокой безотказности хлопкоуборочных машин позволяет равно повысить производительность и снизить затраты на ремонт и техническое обслуживание машин.

Цель исследования - повышение безотказности хлопкоуборочных машин путем внедрения предупредительных ремонтно-обслуживающих воздействий по результатам диагностирования.

Научная новизна и основные результаты работы, которые выносятся на защиту :

1. Математические модели отказов составных частей, методы повышения безотказности, зависимости между структурными и диагностическими параметрами хлопкоуборочных машин ;
2. Теоретическое обобщение и обоснование структурных и диагностических параметров хлопкоуборочной машины ;
3. Методики определения оптимальных допустимых значений параметров технического состояния, а также расчета оптимального остаточного ресурса узлов хлопкоуборочной машины ;
4. Методы, средства диагностирования хлопкоуборочных машин ( подтверждается восьмью авторскими свидетельствами ) ;
5. Технологии ресурсного и функционального диагностирования хлопкоуборочных машин.

В работе проведено теоретическое обобщение, решение крупной научной проблемы, заключающейся в разработке, обосновании и внедрении эффективных методов и средств диагностирования с целью повышения безотказности хлопкоуборочных машин.

Практическая ценность. Теоретические обобщения, разработки и реализации рекомендаций, содержащихся в работе, позволили значительно усовершенствовать процесс технического обслуживания и ремонта и повысить безотказность хлопкоуборочных машин путем выявления и предупреждения отказов каждой отдельно взятой машины.

Реализация результатов исследований. По результатам исследований создана система электромеханических и электронных диагностических средств для сбора информации о техническом состоянии хлопкоуборочной машины и разработаны рекомендации по повышению безотказности на основе диагностирования.

Система диагностических средств по рекомендациям ведомственной комиссии поставлена на серийное производство.

Рекомендации по повышению безотказности и средства диагностирования внедрены в совхозе "Улугбек" Самаркандской обл., Букинском РТП Ташкентской обл., Ильичевском РТП Сырдарьинской обл., Ильичевской ЕМТС Чимкентской области бывшей Кавказской ССР и др. хозяйствах и на ремонтных производственных предприятиях бывших Узбекской, Таджикской и Туркменской ССР.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы доложены и одобрены в период 1979-1990 г.г. на научных конференциях ТИИМСХ (1981-88 г.г.), Всесоюзной конференции по приспособленности тракторов и сельскохозяйственных машин (г. Одесса 1982 г.) конференциях ЛСХИ, научно-производственных конференциях ГОСНИТИ (1988-90 г.г.).

Публикация работ по теме. Опубликовано 51 работа, в том числе 8 авторских свидетельств на изобретения, общим объемом 23 печатных листов.

Объем работы. Работа включает введение, семь разделов, заключение, основные выводы, список использованной литературы (228 наименований). В работе 294 страницы, в том числе машинописный текст 258 страниц, 36 рисунков, 26 таблиц, 20 приложений.

Диссертационная работа является результатом многолетних исследований (1967-1990 г.г.) автора. Тема диссертационной работы утверждена Ученым советом НИО "Средазагпрогресс" и выполнялась по Госзаказу Государственной комиссии по производству и закупкам СССР № 1-39-20 и 13-13-90.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Состояние проблемы. Обеспечение и рост рыночных поставок хлопка-сырца в стране невозможно без широкого применения хлопковых машин, в особенности наиболее сложных и ответственных из них — хлопкоуборочных. Уже сейчас на полях колхозов и совхозов только Узбекистана ежегодно работает более 35 тысяч хлопкоуборочных машин. Обеспечение безотказной работы такого значительного количества хлопкоуборочных машин представляет собой особую сложность.

Основными мероприятиями по обеспечению высокой безотказности хлопкоуборочных машин в настоящее время служат техническое облуживание и ремонт. Однако, издержки на их проведение ежегодно возрастают, а наработка хлопкоуборочных машин практически не увеличивается. Это, на наш взгляд, связано с недостаточной надежностью, безотказностью хлопкоуборочной машины, низким уровнем ее обслуживания и ремонта, значительной потерей времени на устранение последствий отказов в период полевых работ. Наблюдения показывают, что при работе на полях с одинаковой урожайностью новая хлопкоуборочная машина собирает хлопка в 1,5...2,0 раза больше изношенной.

Одним из радикальных путей устранения отмеченных недостатков служит совершенствование технического обслуживания и ремонта, разработка и внедрение технического диагностирования с целью повышения их безотказности на основе получения достоверной диагностической информации и своевременного восстановления рабочих характеристик с учетом номинальных или оптимальных допускаемых размеров деталей и вазоров в соединениях. При этом важное место занимает диагностирование, научно обоснованные допускаемые значения контролируемых параметров и периодичность их контроля.

Как показывает анализ деятельности ремонтно-обслуживающих служб, как в мастерских хозяйств, так и на ремонтно-производственных предприятиях (РПД), в связи с отсутствием эффективных методов и средств диагностирования, проверка технического состояния осуществляется, в основном, визуально или "на ощупь". Такой метод не всегда оправдан, так как он не только некачественно оценивает состояние машины, но и не позволяет

точно установить конкретные значения зазоров в сопряжении или износов деталей и на их основе прогнозировать и предупреждать отказ. Так, например, рабочий орган хлопкоуборочной машины – зуб шпинделя изнашивается от номинального до предельного значения всего лишь на 0,3 мм и очевидно такую величину нельзя определить визуально. Следовательно, для оперативного и точного определения технического состояния хлопкоуборочной машины необходимо создать и внедрить эффективные методы и средства технического диагностирования.

Большой вклад в создание и дальнейшее совершенствование теории и практики повышения надежности, технического обслуживания сельскохозяйственной техники внесли Г.В.Веденяпин, С.А.Иофинов, Г.В.Крамаренко, Е.С.Кузнецов, Е.В.Барзело-вич, Ш.У.Юлдашев, О.В.Лебедев, А.Д.Глуценко, Н.С.Пасечников, Р.Д.Матчанов, В.А.Ленский и др. Создание общей теории обеспечения безотказности машин посвящены работы Е.Ю.Барзеловича, С.А.Иофинова, В.М.Михлина, В.А.Ленского, Л.Б.Агеева. Основы теории и практики технического диагностирования создали работы Н.С.Ждановского, Г.В.Веденяпина, Б.В.Павлова, П.П.Парко-менко, Н.Я.Говорущенко, В.М.Михлина, В.А.Аллилуева, А.В.Николаенко, К.Ю.Скибневского, В.И.Кирсы, А.Д.Глуценко, Ш.У.Юлдашева и др.

Однако построенные ими теории носят общую направленность и не учитывают конкретно ни конструкцию, ни условия эксплуатации хлопкоуборочных машин. В работах же, посвященных повышению производительности, безотказности хлопкоуборочных машин, отсутствуют методологические основы диагностирования и определения допустимых значений контролируемых параметров и остаточного ресурса составных частей.

Учитывая изложенное, сформулированы следующие задачи исследования:

1. Выявить особенности технической эксплуатации хлопкоуборочных машин.
2. Обосновать основные принципы повышения безотказности хлопкоуборочных машин.
3. Теоретически обобщить и обосновать структурные и диагностические параметры хлопкоуборочной машины. Разработать методы ее диагностирования.

4. Разработать и обосновать основы технологии и создания средств диагностирования хлопкоуборочных машин при техническом обслуживании и ремонте.

5. Разработать методики расчета допустимых значений параметров и остаточного ресурса узлов и соединений хлопкоуборочной машины.

6. Провести производственную проверку и внедрить результаты исследования.

Особенности технической эксплуатации хлопкоуборочных машин. Сравнительный анализ использования хлопкоуборочной машины с уборочной техникой других районов, позволяет выделить три основных вида особенностей ее технической эксплуатации :

- конструктивные ;
- эксплуатационно-полевые ;
- ремонтно-обслуживающие.

Конструктивные особенности отличают конструкцию составных частей хлопкоуборочной машины от других комбайнов. К ним относятся многочисленные, независимые между собой рабочие органы, зубчатые шпиндели (192 шт.) , их привод, съемники, пневмосистема и др. Выявленные конструктивные особенности, как показывают результаты исследований по приспособленности, не позволяют использовать существующие методы и средства технического диагностирования тракторов и сельскохозяйственных машин и обуславливают необходимость создания специальных устройств, и приборов для безразборной проверки состояния хлопкоуборочной машины.

К эксплуатационно-полевым особенностям следует отнести высокую температуру ( $35...36^{\circ}\text{C}$ ) и запыленность ( $0,5...2,5 \text{ г/м}^3$ ) воздуха. Причем пыль на 43 % состоит из мелких частиц до 10 мк окисей кремния, железа и кварца (70,7 %). Такие эксплуатационные условия нарушают нормальные условия трения и значительно ускоряют процесс изнашивания. Жаркая погода способствует перегреву трущихся деталей, увеличению зазоров, а следовательно попаданию большого количества абразивной пыли. Значительная скорость изнашивания требует уточнения в выборе случайной функции, описывающей этот процесс, и разработку

математического аппарата для расчета допустимых значений параметров и остаточного ресурса деталей и сопряжений при создании технологии диагностирования хлопкоуборочной машины.

Отличительные особенности ремонтно-обслуживающих воздействий состоят, в основном, в содержании операций, оригинальной оснастке для их проведения с учетом конструкции машины, периодичности и нормативов проверки технического состояния и т.д. Качественное проведение дефолиации (обезлиствение хлопчатника), существенно влияющее на безотказность машины, невозможность ее выезда из рядков хлопчатника при отказе, низкий клиренс уборочного аппарата при уборке и др. составляют особенности ремонта и использования хлопкоуборочной машины. Эти особенности должны быть учтены при разработке технологии ее диагностирования.

Для целенаправленного использования в последующих работах множество особенностей технической эксплуатации упорядочено в единую классификацию.

Основные принципы повышения безотказности хлопкоуборочных машин. В основу принципов повышения безотказности хлопкоуборочной машины положено периодическая проверка и регулирование технологических зазоров соединений допускаемыми после их сравнения с зазорами с целью увеличения безотказности составных частей.

Так, вводя в модель отказа отклонение регулировочного  $i$ -го параметра  $R_i(t)$  соединения в момент  $t$ , проследим (см. рис.1) его влияние на вероятность отказа в период дальнейшей эксплуатации (площади 1 и 2). С увеличением регулировочного параметра  $R_i(t)$  возрастает вероятность отказа деталей, соединений. Так, если вероятность отказа деталей при достижении регулировочным параметром значения  $R_{A'}$ , определится заштрихованной площадью 1, то при достижении этим параметром значения  $R_{A''}$  ( $R_{A''} > R_{A'}$ ), вероятности отказа будут соответствовать площадь 2, большая, как видно из рис.1, чем площадь 1.

Следовательно, изменяя регулировочный параметр  $R_i(t)$  можно регулировать вероятность отказа деталей в межконтрольный период. При очередном контроле при наработке  $t_i - t'$  (про-

верка технического состояния) машины выявляют отклонение регулировочного параметра  $R_i(t)$  и сравнивают его с допускаемыми  $R_{доп}$ . При этом, если  $R_i(t) > R_{доп}$ , то проводят регулирование до номинального значения.

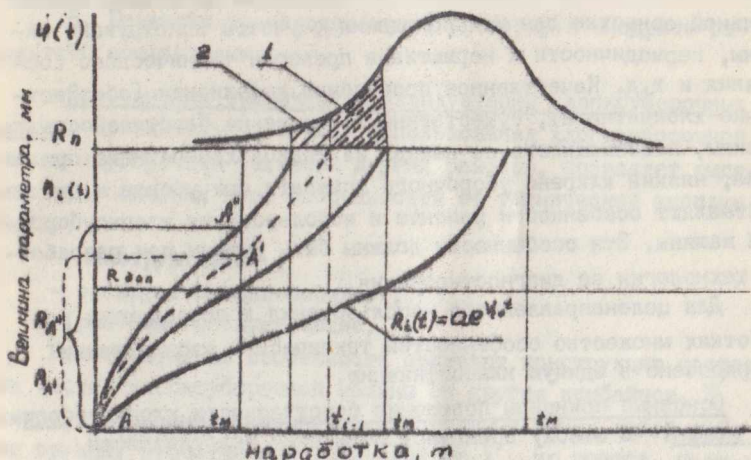


Рис. 1. Модель постепенного отказа деталей хлопкоуборочных машин с элементами регулирования технологическими звзорами.

На основании анализа приведенной модели получено математическое выражение, определяющее зависимость между вероятностью отказа составных частей хлопкоуборочной машины и значениями регулируемых технологических параметров при техническом обслуживании или ремонте.

$$P_n = \frac{L \cdot \psi}{\sqrt{2} \sigma_{\psi} t_n} \cdot \int_0^{t_n} \exp \left\{ - \frac{(R_n - R_i(t) - \mu \psi)^2}{2 \sigma_{\psi}^2} \right\} dt, \quad (1)$$

где  $P_n$  - вероятность постепенного отказа составной части хлопкоуборочной машины;  $t_n$  - ресурс элемента, ед.наработки;  $t_m$  - межконтрольная наработка, ед.наработки;  $L$  - число межконтрольных периодов;  $\psi$  - предельное отклонение пара-

метра технического состояния детали, соединения, ед. параметра ;  
 $B\sqrt{v}$  - среднее квадратическое значение показателя скорости изме-  
 нения параметра технического состояния детали, соединения ,  
 $1/\text{ед. параметра}$  ;  $V_c, \alpha$  - показатели аппроксимирующей экспо-  
 ненциальной функции динамики параметра, характеризующие соот-  
 ветственно приработку и скорость изменения параметра техни-  
 ческого состояния детали, соединения хлопкоуборочной машины,  
 ед. параметра,  $1/\text{ед. наработки}$  ;

$$R' = \frac{R_0(t)}{\alpha} ; R_n = \rho_n \frac{R_0}{\alpha} \quad , \quad (2)$$

где  $R'$  ,  $R_n$  - соответственно текущее и предельное приве-  
 денные значения регулируемого параметра ;  $\rho_n$  - символ натураль-  
 ного логарифма.

Варируя величинами  $R_0, \rho_n, U_n, \pm M$  при техническом обслу-  
 живании, можно изменять вероятность отказа детали, соединения,  
 а значит и хлопкоуборочной машины.

В процессе эксплуатации на техническое состояние хлопко-  
 уборочной машины агрессивно воздействует внешняя среда. В ре-  
 зультате внешнего воздействия за определенный промежуток вре-  
 мени (по истечении определенной наработки) естественно изменя-  
 ется техническое состояние хлопкоуборочной машины. Состояние  
 хлопкоуборочной машины в целом нельзя задать одним числом т.к.  
 она состоит из множества составных частей. Поэтому состояние  
 машины в данный момент времени (наработки) задается множеством  
 значений, т.е. вектором. Слежение за изменением параметров  
 технического состояния составных частей (проекциями вектора )  
 периодически осуществляют либо непосредственно измерением раз-  
 меров, либо косвенно, путем применения первичных измерительных  
 преобразователей или других устройств диагностической системы.

Для обеспечения безотказности машины необходимо следить  
 за тем, чтобы вектор отклонений параметров технического состо-  
 яния в процессе эксплуатации не выходил за допускаемую область.  
 Это очевидно, возможно только в том случае, если проекции век-  
 тора, т.е. параметры технического состояния составных частей  
 также не будут выходить за допускаемые пределы.

Математически это можно записать :

$$U_i(t) = \alpha_i e^{\lambda_i t};$$

$$q_i(t) = \psi_i[U_i(t)];$$

$$\xi_i = \begin{cases} 0, & \text{если } |q_i - q_{доп}| \leq 0 \\ 1, & \text{если } |q_i - q_{доп}| > 0 \end{cases}; \quad (3)$$

$$q_{доп} = \psi(\sqrt{v}, t_m, \lambda, C);$$

$$\xi_2 = \begin{cases} 1, & \text{если } |t_{ост} - t_m| \leq 0 \\ 0, & \text{если } |t_{ост} - t_m| > 0 \end{cases};$$

$P_n =$

$$t_{ост} = \frac{C_n \frac{U_n}{v_c} \cdot t_c}{C_n \frac{U_n}{a}};$$

$$\Delta q_i = \begin{cases} 0, & \text{если } |q_i(\xi_i; \xi_2) - q_{доп}| \leq 0 \\ 1, & \text{если } |q_i(\xi_i; \xi_2) - q_{доп}| > 0 \end{cases};$$

$$\frac{C_n \frac{U_n}{a}}{\sqrt{v} \cdot b v_c \cdot t_n} \cdot \int_{(a) t_m \cdot \frac{C_n}{K_i}}^{t \cdot t_m} \exp \left\{ - \frac{(C_n \frac{U_n}{a} - m v_c)^2}{2 \sigma_{v_c}^2} \right\} dt.$$

Приведенная система взаимосвязанных уравнений (3) служит математической моделью повышения безотказности машины. Первое уравнение этой системы обуславливает связь деталей и соединений хлопкоуборочной машины с внешней средой. Эта связь осуществляется через показатель скорости изменения параметров тех-

нического состояния ( $V_{ci}$ ), являющийся аргументом первого уравнения математической модели (3). В процессе эксплуатации под воздействием внешней среды (почвенно-климатические условия, густота стояния хлопчатника и т.п.)  $V_{ci}$  по мере наработки изменяет функционально связанный с ней параметр технического состояния  $U_i(t)$ . В свою очередь  $U_i(t)$ , являясь аргументом второго уравнения, отклоняет зависимой от него диагностический параметр  $q_i(t)$ . Выявленное при диагностировании отклонение параметра  $q_i(t)$  сравнивают с допусковым отклонением  $q_{доп}$ , что отражено третьим параметрическим уравнением.  $q_{доп}$  рассчитывается предварительно с учетом показателя скорости изменения  $V_{ci}$ , межконтрольной наработки  $t_M$  и экономических издержек, связанных с восстановлением работоспособности составных частей при отказе (А) и предупредительном ремонте (С) (четвертое уравнение системы).

При недостаточной эффективности применения допусковых отклонений (значений), в пятом и шестом уравнениях математической модели предусмотрено использование остаточного ресурса ( $t_{ocr}$ ) для обеспечения безотказности хлопкоуборочной машины.

Все изменения в уравнениях модели отражаются в выражении вероятности отказа хлопкоуборочной машины  $P_{оп}$ .

Обратная связь в модели определяется величиной рассогласования диагностического сигнала  $\Delta q$ , предусмотренного в последнем седьмом уравнении модели. Оно обуславливает оценку технического состояния машины после окончания ремонта. Если диагностические параметры  $q_i(f_1, f_2)$  превышают допусковое значение, то качество ремонта низкое. Контроль за снижением безотказности (устойчивости системы) осуществляется по значениям  $f_1$  и  $f_2$  диагностических параметров математической модели. При этом, если  $f_1$  и  $f_2 \geq 0$ , то хлопкоуборочная машина по параметру стала неисправной, т.е. в системе нарушена устойчивость и для ее восстановления необходимо дополнительно ввести регулирующее или восстановительное воздействие. Оно осуществляется путем замены изношенных или отказавших деталей или регулирования соединений до номинальных значений.

Анализируя изложенное, можно заключить, что предложенная математическая модель предусматривает определенную последовательность этапов, следовательно, она отражает и алгоритм повышения безотказности.

Рассматривая систему уравнений также видно, что наиболее важным ее элементом является подсистема съема и обработки информации о состоянии хлопкоуборочной машины по параметрам  $\xi_1$  и  $\xi_2$ , т.е. диагностическая подсистема. Это связано с тем, что только четкая, достоверная информация о техническом состоянии машины позволяет эффективно функционировать всей системе обеспечения безотказности. Поэтому решению вопроса создания диагностической системы для хлопкоуборочной машины уделено в дальнейшем особое внимание.

Начальным этапом разработки диагностической подсистемы в общей системе обеспечения безотказности хлопкоуборочной машины служит обоснование структурных и диагностических параметров, а также методов диагностирования.

Теоретическое обобщение и обоснование структурных, диагностических параметров и методов диагностирования хлопкоуборочной машины.

В основу обоснования структурных параметров положено теоретическое обобщение научных положений по изучению влияния технического состояния составных частей на производительность и агротехнические показатели хлопкоуборочной машины.

Так, например, на процесс извлечения хлопка из коробочек существенное влияние оказывает крутящий момент и острота зубьев шпинделей. Крутящий момент необходим для преодоления силы сцепления хлопка с коробочкой (эта сила равна 200 г), а острота зуба для сцепления и извлечения хлопка из коробочки. В свою очередь, крутящий момент функционально связан с зазорами в опорах шпинделей, состоянием в них смазочного материала и натяжения приводного ремня. Эти параметры вследствие изнашивания деталей ухудшаются в процессе работы хлопкоуборочной машины и, следовательно, характеризуют техническое состояние шпинделей. В этой связи они должны быть использованы в качестве структурных.

Аналогично, применяя теоретические основы функционирования машины, выявлены структурные параметры других ее составных частей (см. табл. I).

По своей физической природе диагностический  $P_d$  и структурный  $P_e$  параметры неразрывно связаны между собой, т.е. математически можно построить соответствие между подмножествами  $P_e$  и  $P_d$  в множестве параметров состояния  $P$ . Это со-

ЗАВИСИМОСТИ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОТ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ХЛОПКОБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Таблица 1

Код	Обозначение параметра	Обозначение функционального параметра	Обозначение параметра	Параметр технического состояния (структурный параметр)	Функция связи (диагностический параметр)
1	2	3	4	5	6
001	$Y_1$	Усилие натяжения ремней привода шпинделей в момент	$X_1$ $X_2$ $X_3$ $X_4$ $X_5$ $X_6$ $X_7$ $X_8$ $X_9$ $X_{10}$	Износ деталей нижней опоры шпинделя Износ деталей верхней опоры шпинделя Количество смазки в опорах шпинделя Отклонение от оси ролика шпинделя Несоосность опор шпинделя шпиндельного барабана Износ деталей верхней опоры шпинделя Износ деталей в нижней опоре стьемнина Износ зуба шпинделя Износ щетки шпинделя $X_1 ; X_2 =$ Износ шестерен привода шпиндельных барабанов и стьемников	$Y_1 = \int_0^T \sin \sum_{i=1}^n u_i(t) dt ;$
002	$Y_2$	Вхождение щетки в шпиндель на 1,5 мм			$Y_2 = \begin{cases} 0, & \text{если } \delta_i > \delta_{доп} \\ 1, & \text{если } \delta_i < \delta_{доп} \end{cases}$
003	$Y_3$	Нешахматность шпинделей смежных шпиндельных барабанов в динамике			$Y_3 = \begin{cases} 0, & \text{если } T_i > T_{доп} \\ 1, & \text{если } T_i < T_{доп} \end{cases}$

T - период следования

Окончание табл. 1

	1	2	3	4	5	6
004	У <sub>4</sub>	Конусность осей смежных шпиндельных барабанов	Х <sub>11</sub> Х <sub>12</sub>	Прогиб каркаса аппарата	Нарушение параллельности шпиндельных барабанов	шпинделей смежных шпиндельных барабанов У <sub>4</sub> = 0, если $k_i > k' \text{ доп}$ 1, если $k_i < k' \text{ доп}$
005	У <sub>5</sub>	Геометрические параметры рамок шпиндельных барабанов	Х <sub>13</sub> Х <sub>14</sub>	Нарушение параллельности рамок шпиндельного барабана	Изгиб рамок шпиндельных барабанов	У <sub>5</sub> = 0, если $k' > k' \text{ доп}$ 1, если $k' < k' \text{ доп}$
006	У <sub>6</sub>	Суммарный зазор в приводе шпиндельных барабанов	Х <sub>15</sub> Х <sub>16</sub>	Износ шестерен привода шпиндельных барабанов	Износ шпоночных соединений вал-шестерня	У <sub>6</sub> = $\alpha' \cdot \Delta t \cdot n_r$ $\Delta t \cdot n_r$ - период от момента включения аппарата до момента вращения шпиндельного барабана
007	У <sub>7</sub>	Скорость подъема рабочего органа (уборочного аппарата)	Х <sub>17</sub>	Износ деталей (прецизионных соотряжений) гидросистемы		У <sub>7</sub> = 0, если $V_n < V \text{ доп}$ 1, если $V_n > V \text{ доп}$
008	У <sub>8</sub>	Скорость потока воздуха в пневмосистеме	Х <sub>18</sub> Х <sub>19</sub> Х <sub>20</sub>	Ослабление болтовых соединений пневмопроводов	Износ деталей подшипниковых опор вала вентилятора	У <sub>8</sub> = 1, если $V_8 > V \text{ доп}$ 0, если $V_8 < V \text{ доп}$
				Прогиб ремней привода вентилятора		

ответствие может быть как взаимно однозначным, в случае жесткой функциональной зависимости, так и не обладать этим свойством в случае, если одному структурному соответствует несколько диагностических параметров. В последнем случае выбор предпочтительного диагностического параметра целесообразно определять по критерию минимума удельных издержек.

С целью определения связей между структурными диагностическими параметрами и показателями работоспособности необходимо построить функциональную модель машины (см. рис. 2).

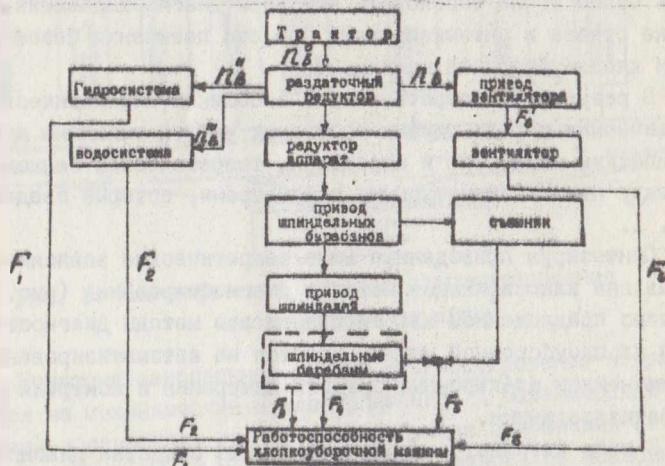


Рис. 2. Функциональная схема работоспособности хлопкоуборочной машины :  $F_1$  - время подъема и опускания уборочного аппарата;  $F_2$  -напор в водосистеме;  $F_3$  -нахматное расположение шпindleных барабанов;  $F_4$  -крутящий момент на шпинделях;  $F_5$  -величина вхождения щетки в шпиндель;  $F_6$  -расход воздуха в пневмосистеме.

Предельное отклонение структурного параметра, как отмечалось выше, приводит к отказу детали, соединения или составной части хлопкоуборочной машины. В этой связи основу обоснования выбора структурных параметров составляют результаты анализа показателей надежности элементов машины в период эксплуатации. При этом в первую очередь изучают постепенные отказы, т.к. именно их появление в период работы машины на уборке хлопка вызывает ухудшение рабочих характеристик, т.е.

снижение ее безотказности. Далее на основе анализа определяют совокупность физических величин, изменение которых приводит к отказу, т.е. составляют множество  $P_{\text{ср}}$ . Упорядочение этого множества проводится по ряду убывающих произведений  $(P_i A_i)$  — вероятности  $i$ -го отказа за сезон работы  $Z_M$  на издержки, связанные с устранением его последствий —  $A_i$ . Элементы множества  $P_i$  с большими значениями  $(P_i A_i)$  занимают предпочтительные места.

Упорядочение, таким образом, множества  $P$  дает возможность более точно обосновать алгоритм диагностирования при поиске отказа и оптимизировать процесс повышения безотказности хлопкоуборочной машины.

В результате теоретического обобщения кинематических и динамических характеристик составных частей выявлены диагностические параметры и определены теоретические зависимости между ними и структурными параметрами, которые сведены в табл. 1.

Синтезируя приведенные выше теоретические зависимости, составлена классификация методов диагностирования (рис. 3). Согласно предложенной классификации все методы диагностирования хлопкоуборочной машины делются на автоматизированные, с применением электронных средств измерения и контроля и неавтоматизированные.

В свою очередь, автоматизированные средства диагностирования подразделяются на статические и динамические методы. К статическим относятся такие, которые не требуют в процессе измерения параметра включения хлопкоуборочной машины. К ним, в частности, относятся параметры, характеризующие геометрическое расположение рабочих органов в пространстве, относительные линейные размеры, расстояние между рабочими органами и показатели изгибов конструкций.

К динамическим методам отнесены методы, при которых диагностирование осуществляют при работающей хлопкоуборочной машине и измеряют параметры работоспособности (в основном рабочие характеристики). В эту группу, в частности, входят методы диагностирования по частоте вращения (например шпинделя), по временным параметрам (время подъема уборочного аппарата), по скорости воздушного потока (пневмосистема) и др.

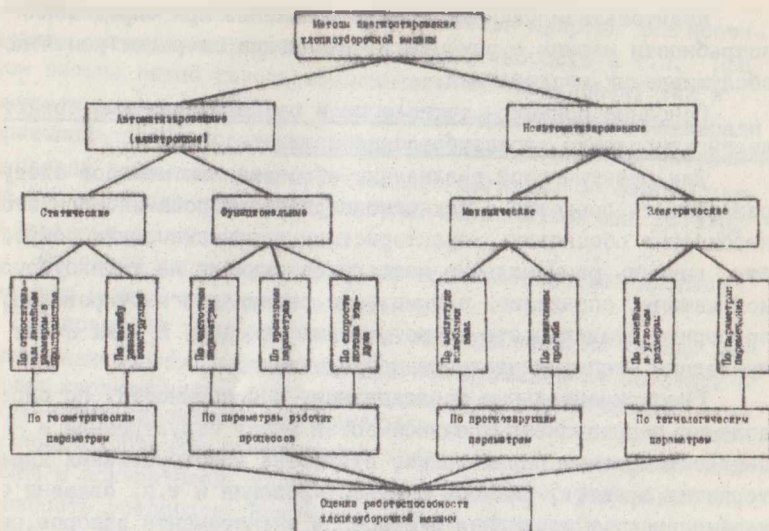


Рис. 3. Классификация методов диагностирования хлопкоуборочных машин

Неавтоматизированные методы диагностирования подразделяются на механические и электрические. К механическим относятся в основном, ручные, не требующие применения автоматизации процесса измерения (контроль зазоров по колебанию вала, прогибу ремня, пружины и т.п.).

Электрические методы также не требуют автоматизации процесса контроля, но в отличие от механических, являются электроконтактными. Сюда относятся методы диагностирования (контроля) по линейным и угловым размерам (например, по размерам зуба шпинделя), а также методы контроля по параметрам перемещения (подвижного элемента контрольного приспособления для проверки шахматного расположения шпинделей).

Реализация предложенной классификации позволяет полностью оценить техническое состояние хлопкоуборочной машины.

Автоматизированные методы диагностирования используются, в основном, при оценке качества ремонта на ремонтном предприятии или технического обслуживания, а также при оценке готовности хлопкоуборочной машины к работе в хозяйствах с парком более 100 машин.

Неавтоматизированные методы применяют при определении потребности машины в ремонте и назначении операции ремонтно-обслуживающих воздействий.

Основные принципы технологии и создания системы средств диагностирования хлопкоуборочных машин.

Для практической реализации обоснованных методов следует разработать средства и технологию диагностирования. При этом необходимо обосновать характеристики диагностических устройств, выявить рациональные места установки их на хлопкоуборочной машине, определить оптимальные режимы диагностирования, проверить правильность теоретических выводов. В этих целях проведены экспериментальные исследования.

Экспериментальные исследования, в особенности, по определению корреляционных зависимостей между структурными и диагностическими параметрами, отработка конструктивных характеристик средства, режимов диагностирования и т.п. связаны с необходимостью измерения в процессе эксперимента зазоров, размеров деталей, скоростных режимов и т.п. и применения осциллографической аппаратуры. Проведение таких экспериментов непосредственно в полевых условиях практически невозможно из-за необходимости быстрой установки зазоров, несоответствия температурных условий использования измерительной аппаратуры и т.п. Поэтому необходимо было создать имитационную физическую модель хлопкоуборочной машины или ее элементов в лабораторных условиях в виде стенда. В нем необходимо было предусмотреть возможность быстрой смены деталей, изменения скоростного режима, установки различных первичных измерительных преобразователей. С учетом этих требований был разработан специальный стенд для исследования методов, средств и режимов диагностирования наиболее сложного из составных частей хлопкоуборочной машины — уборочного аппарата. Стенд состоит из рамы, на которой установлены электродвигатель, коробки передач для изменения частоты вращения исследуемых составных частей и уборочного аппарата (объекта исследования).

Выбор первичных измерительных преобразователей для экспериментального исследования методов и средств функционального диагностирования осуществили на основе анализа результатов теоретических исследований по установлению функциональных зависимостей между структурными и диагностическими параметрами.

В основу анализа была положена физическая природа диагностического сигнала—вибрация, перемещение, скорость и т.п. При этом весьма важно учесть возможность как измерения, так и контроля диагностического сигнала. В первом случае подбирали первичный преобразователь, обеспечивающий измерение на всем диапазоне изменения диагностического сигнала. Во втором случае при контроле применяли конечный выключатель или уставку на заданный уровень сигнала.

Основные параметры первичных преобразователей хлопкоуборочной машины приведены в табл. 2.

В процессе экспериментальных исследований на стенде выявили зависимости погрешности диагностирования от конструктивных характеристик диагностических средств: размеров, геометрических параметров измерительных элементов диагностических приспособлений, показателей крепления на хлопкоуборочной машине и показателей, характеризующих удобство установки и надежность устройств. Критерием выбора оптимальной конструктивной характеристики диагностического устройства хлопкоуборочной машины служит оптимальная погрешность измерения (контроля) при минимальной или заданной стоимости диагностирования:

$$P_g = \min \{ K_1'' L_{\text{пл}} + K_2'' (x_1, y_1) + K_3'' n_{\text{вд}} \}, \quad (4)$$

где  $P_g$  — погрешность диагностирования;

$K_1''$ ,  $K_2''$ ,  $K_3''$  — коэффициенты пропорциональности;

$L_{\text{пл}}$  — геометрические параметры первичных преобразователей, измерительных каналов диагностического устройства;

$(x_1, y_1)$  — координаты установки первичных преобразователей на составную часть хлопкоуборочной машины;

$n_{\text{вд}}$  — частота вращения коленчатого вала двигателя.

Анализируя (4) видно, что в процессе эксперимента варьируются геометрические параметры измерительных элементов диагностических устройств  $L_{\text{пл}}$ , координаты их установки  $(x_1, y_1)$  и режимы диагностирования (частота вращения двигателя). Вычисленные значения корреляционных соотношений  $K_1''$ ,  $K_2''$ ,  $K_3''$  после проведения серии экспериментов сравниваются. При этом тот аргумент функции (4) подлежит совершенствованию, где наименьший. Например, определили  $K_1'' = 0,3$ ;  $K_2'' = 0,8$ ;  $K_3'' = 0,9$ .

Следовательно, надо совершенствовать конструкцию измерительного приспособления (механический вариант) или первичного преобразо-

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕРВЫХ ПРЕБРАЗОВАТЕЛЕЙ (ДАТЧИКОВ) И МЕСТА  
ИХ УСТАНОВКИ НА ХЛОПКОУБОРОЧНОЙ МАШИНЕ

Таблица 2

№ п/п	Наименование контролируемого параметра	Ед. изм.	Диапазон измерения	Тип датчика	Место установки датчика	Координаты расположения датчика, мм		Расстояние Дат. - У	Частота вращения коленчатого вала двигателя
						X	Y		
	Напряжение ремней привода прямого вращения шпинделей	мм	0...10	Реохордный	Пружина ремня	20,0	0	0	1200
	Логичность рамных конструкций уборочных аппаратов	мм	0...10	Реохордный маятникового типа	Стойка рамы	100,0	0	0	0
	Скорость потока воздуха в пневмосистеме	м/с	0...10	Термометр	Внутренняя полость нижнего воздухопровода	80,0	80,0	80,0	1200
	Уровень вибрации кожуха вентилятора	м/с <sup>2</sup>	0...10	Вибродатчик, типа ДД4	Стенка вентилятора	100,0	100,0	100,0	1200
	Величина вхождения щетки в шпиндель	мм	0...1,5	Реохордный	Щеточный съемник	До упора в стенку	100,0	100,0	0 (проворачивание аппарата от руки)
	Время подъема уборочного аппарата	с	0...4	Конечные выключатели	Щиток уборочного аппарата	200,0	100,0	100,0	1200

вателя (автоматизированный вариант), при котором коэффициент  $k''$  при конструктивных параметрах - наименьший.

Полученные корреляционные зависимости использованы для определения параметра состояния составной части хлопкоуборочной машины по величине диагностического сигнала. Выявленные в результате экспериментов коэффициенты корреляции (0,88... 0,91) указывают на тесную связь между структурными и диагностическими параметрами.

Проверка технологии и средств диагностирования проводилась непосредственно в хозяйствах с большим парком хлопкоуборочных машин (не менее 100). В этом случае определяли трудоемкость диагностирования -  $T_d$  с выделением отдельных операций :

$$T_d = T_y + T_u + T_o ,$$

где  $T_y$ ,  $T_u$ ,  $T_o$  - соответственно трудоемкость установки, непосредственного измерения и снятия диагностического устройства. Такое определение трудоемкости позволяет выявить наиболее "узкие" места устройства по креплению, длительности измерения и снятия. По результатам производственной проверки корректировали технологию и совершенствовали устройства диагностирования.

Сбор исходных данных для построения динамики параметров технического состояния составных частей хлопкоуборочных машин проводили как непосредственно в хозяйствах при использовании диагностических средств, так и на ремонтных предприятиях. В первом случае измерение параметров состояния (зазора в сопряжении, износа рабочего органа шпинделя и т.д.), осуществляли с помощью диагностических средств. Во втором - мерительным инструментом после разборки составной части или сопряжения.

Полученные данные обрабатывали по формулам :

$$V_{ci} = \frac{\frac{1}{n} \left[ \sum_{i=1}^n t_i \cdot \ln \frac{U_i(t)}{a} - \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot \sum_{i=1}^n \ln \frac{U_i(t)}{a} \right]}{\frac{\sum_{i=1}^n t_i^2}{n} - \left( \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \right)^2} , \quad (6)$$

где  $V_{ci}$  - показатель скорости изменения параметра технического состояния, 1/ед.наработки ;  $t_i$  - наработка в момент контроля, ед.наработки ( $t$ ) ;  $U_i(t)$  - значение параметра технического состояния в момент контроля, ед.параметра ;  $n$  - число наблюдений.

Величину приработки "а" вычисляли из выражения :

$$a = \text{antl} \ln \left[ \frac{c_n \omega(t)}{n} - Vc_i \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \right]. \quad (6)$$

Найденные значения  $Vc_i$  и "а" подставляли в искомую формулу, описывающую изменение параметра составной части или соединения :

$$\omega(t) = a_i e^{Vc_i t} \quad (7)$$

Значения показателя скорости изменения  $Vc_i$  и показателя приработки "а" вычисляли для каждого параметра отдельно.

Результат включали в математическую модель (3) для оптимизации управляющих показателей: допустимого отклонения контролируемого параметра  $D_i$  и межконтрольной наработки  $t_m$ .

Проверка правильности функционирования модели повышения безотказности хлопкоуборочной машины осуществляли непосредственно в производственных условиях в процессе практического внедрения. По описанной программе и методическим положениям проведены экспериментальные исследования, результаты которых приведены в табл. 3.

Таблица 3

Основные зависимости диагностических параметров от структурных параметров составных частей хлопкоуборочных машин, получаемые по результатам экспериментальных исследований

№ п/п	Наименование составных частей, соединений, деталей	Структурный параметр	Диагностический параметр	Функция связи
-------	--	----------------------	--------------------------	---------------

### I. Уборочный аппарат

I.1.	Шахматное расположение шпинделей	Износ шестерен привода ( $S_{ш}$ )	Шахматное расположение шпинделя смежных шпиндельных барабанов ( $D_{ш}$ )	$D_{ш} = 1,2 S_{ш}$
I.2.	Рама уборочного аппарата	Изгиб рамок ( $S_p$ )	Угол наклона ( $D_p$ )	$D_p = 1,1 S_p$

1	2	3	4	5
1.3.	Шпиндельный барабан-щеточный съемник	Износ щетины, зуба шпинделя ( $S_{щч}$ )	Ток от раскордного датчика ( $S_{щч}$ )	$D_{щч}=1,1 S_{щч}$
1.4.	Шпиндельный барабан (частота вращения шпинделей)	Износ опор шпинделя ( $S_{сп}$ )	Натяжение пружин привода, Н ( $D_{сп}$ )	$D_{сп}=2,6 S_{сп}$
2.	Гидросистема	Износ золотниковых пар, утечки (расход масла) ( $S_{г}$ )	Время подъема уборочного аппарата ( $D_{г}$ )	$=1,9$
3.	Пневмосистема	Неплотности соединений воздухопроводов ( $S_{п}$ )	Скорость потока воздуха ( $D_{п}$ )	$D_{п}=0,7 S_{п}$
3.1.	Вентилятор	Износ опор, зазеление крыльчатки ( $S_{вп}$ )	Уровень вибрации опор ( $D_{в}$ )	$D_{в}=2,2 S_{вп}$

По результатам экспериментальных исследований была разработана конструкторская документация, изготовлены опытные образцы и поставлены на серийное производство средства диагностики хлопкоуборочных машин.

При этом с учетом результатов использования хлопкоуборочных машин разработаны диагностические средства двух типов: механические (электромеханические) и автоматизированные. Первый тип предназначен для хозяйств с небольшим парком машин (до 100 шт.), а второй тип для крупных хозяйств и райобъединений (от 100 до 1000 шт.).

Система механических средств выполнена в виде комплекта КИ-10612. В него входят пять приспособлений:

- приспособление для диагностирования опор шпинделя КИ-8354 ;
- приспособление для контроля опор щеточных съемников КИ-8472 ;
- приспособление для проверки шахматного расположения шпинделей КИ-10653 ;

- шаблон для контроля зубьев шпинделей КИ-10604 ;
- набор шаблонов КИ-5473 для контроля шестерен привода шпиндельных барабанов.

Система автоматизированных средств состоит из автономных диагностических устройств и комплекса для автоматизированного функционального диагностирования хлопкоуборочных машин.

К системе автономных средств относятся устройства :

- диагностирования гидросистемы ;
- контроля геометрии уборочного аппарата КИ-10914 ;
- контроля сопряжений шпиндель-щетка КИ-16467 ;
- диагностирования пневмосистемы КИ-16508.

Опытно-производственная проверка и внедрение в ряде хлопкосеящих хозяйств подтвердили целесообразность их широкого применения в хозяйствах и ремонтных предприятиях хлопко-сеящей зоны страны. В результате их применения наработка хлопкоуборочных машин в среднем повысилась на 10...12 % , улучшилось качество ремонта.

Методики расчета допускаемых значений и остаточного ресурса деталей, узлов и соединений хлопкоуборочной машины.

Существующая в настоящее время методика предназначена , в основном, для оптимизации допускаемого значения детали и не учитывает взаимосвязь с другими деталями или соединениями машины. С целью восполнения этого пробела нами разработаны методические основы определения допускаемых значений обобщенных диагностических параметров, характеризующих пригодность составной части машины к дальнейшей эксплуатации. Сущность методики заключается в том, что обобщенный параметр, характеризующий работоспособность узла, представляется в виде вектора-функционала, а технические состояния связанных с ним деталей, являются координатными функциями. Безотказность узла, агрегата определяется в данном случае концом вектора - функционала. При выходе его за допускаемое или предельное значение необходима замена или регулирование составной части машины. Допускаемое значение конца вектора-функционала определяется допускаемым значением детали, имеющей наибольшую скорость изменения контролируемого параметра, т.е. :

$$U_{\text{доп}} = R_{\text{доп}} \cdot \frac{V_{\text{д1}}}{V_{\text{д1}'}} \cdot \frac{a_1}{A_1}$$

где  $U_{\text{доп}}$  - допускаемое отклонение параметра технического

состояния детали, ед. параметра;  $R_{\text{доп}}$  — допускаемое отклонение обобщающего параметра (рабочей характеристики) узла, ед. параметра;  $V_{\text{ср}i}$  и  $V_{\text{ср}}$  — соответственно показатели скорости изменения параметра технического состояния детали и обобщающего параметра узла, 1/ед. наработки;  $a_i, A_i$  — коэффициенты, учитывающие приработку соответственно  $i$ -й детали и соединения, характеризующего техническое состояние узла по обобщенному параметру, ед. параметра.

Оптимизация допускаемых значений проводится с использованием целевой функции минимума удельных издержек:

$$C_{\text{н.и.н}}(D, \tau_{\text{рем}}) = \min \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n A_i \int_0^{\tau_{\text{рем}}} \psi_i(t) dt \cdot \frac{\ln \frac{D_i}{a_i}}{\ln \frac{U_{\text{н.и.н}}}{a_i}}}{T_{\text{факт}}(t)(D, \tau_{\text{рем}})} + \right. \\ \left. C_i \int_0^{\tau_{\text{рем}}} \psi_i(t) dt \cdot \frac{\ln \frac{U_{\text{н.и.н}}}{a_i}}{\ln \frac{D_i}{a_i}} + \frac{B_i N(D, \tau_{\text{рем}})}{T_{\text{факт}}(t)(D, \tau_{\text{рем}})} \right\} \quad (8)$$

$U_{\text{н.и.н}}; D_i$  — соответственное предельное и допускаемое значение параметра технического состояния  $i$ -й детали, ед. параметра;  
 $\psi_i(t)$  — плотность распределения ресурса  $i$ -й детали;  
 $T_{\text{факт}}(t)(D, \tau_{\text{рем}})$  — фактический ресурс составной части (узла), в зависимости от допускаемого значения  $D$  наиболее интенсивно изнашиваемой детали и межремонтной наработки  $\tau_{\text{рем}}$ , ед. параметра;  
 $N(D, \tau_{\text{рем}})$  — число диагностирований в зависимости от допускаемого значения параметра  $i$ -й детали  $D_i$  и межремонтной

наработки  $t_m$ ;

$A_i, C_i, B_i$  - соответственно издержки, связанные с восстановлением работоспособности узла при отказе  $i$ -й детали, предупредительным ее восстановлением при ремонте узла и диагностированием.

Нижний предел интегрирования формально представляет собой ресурс элемента наиболее интенсивно изнашиваемой детали. С целью удобства сбора статических данных для расчета, ресурс, на основании теоремы преобразования случайных величин обуславливающей переход от случайной величины износа к случайной величине ресурса, представлен единицами измеряемых параметров.

Средний фактический ресурс в зависимости от допускаемого ( $D$ ) значения контролируемого параметра и межконтрольной наработки определяется из выражения:

$$T_{p_{ii}}(t) = \int_{\frac{L_n}{L_n}}^{\frac{L_n}{L_n}} \frac{t}{2\pi\sigma\sqrt{t}} \exp\left\{-\frac{\left(\frac{L_n}{L_n} - m_n\right)^2}{2\sigma^2}\right\} \frac{L_n}{L_n} dt, (9)$$

а вероятность отказа деталей за межконтрольный период

$$P_{nii}(t) = \int_{\frac{L_n}{L_n}}^{\frac{L_n}{L_n}} \frac{1}{2\pi\sigma\sqrt{t}} \exp\left\{-\frac{\left(\frac{L_n}{L_n} - m_n\right)^2}{2\sigma^2}\right\} dt. (10)$$

Заменяя  $\ln \frac{L_n}{L_n}$  на  $U_n$ ,  $\ln \frac{D'}{D}$  на  $D'$ , получим выражение, аналогичное формулам для определения оптимальных значений при аппроксимации динамики контролируемых параметров степенной случайной функцией при  $\lambda = 1$ . Это дает возможность использовать ранее разработанные профессором В.М. Михлиным номограммы и компьютерные программы для расчета допускаемых значений параметров применительно и к составным частям хлопкоуборочной машины.

Таким образом, выведенный алгоритм позволяет с использованием номограммы, разработанные для определения управляющих показателей системы технического обслуживания и ремонта машинно-тракторного парка средней полосы страны, определять эти показатели и для хлопкоуборочных машин, работающих

в условиях зоны хлопкосеяния. Рассчитанные по разработанной методике допускаемые величины сведены в табл. 4.

Таблица 4  
Допускаемые значения основных параметров технического состояния хлопкоуборочных машин

№ п/п	Наименование параметра технического состояния, соединения, детали	Ед. измерения	Допускаемое значение параметра
1.	Шахматное расположение шпинделей	мм	8,0
2.	Зазоры в опорах съемника	мм	0,24
3.	Зазор в нижней опоре шпинделя	мм	0,60
4.	Зазор в верхней опоре шпинделя	мм	0,32
5.	Длина общей нормали шестерен и привода шпиндельных барабанов $\alpha = 90; \alpha = 30; \alpha = 19; \alpha = 12;$ $\alpha = 39; \alpha = 40$	мм	95,60; 31,42; 22,13; 14,33; 41,60; 40,60
6.	Высота зубьев шпинделей	мм	2,0
7.	Угол перекоса рамок уборочного аппарата	г/рад	$\pm 5$
8.	Скорость потока воздуха в пневмо-системе	м/с	8,2
9.	Взаимоположение шпиндель-детка	мм	1,2
10.	Время подъема уборочного аппарата при проверке гидросистемы	с	2,2

Остаточный ресурс ( $Z_{ост}$ ) при этом вычисляется из введенного нами с использованием математической модели, выражения :

$$Z_{ост} = Z_{к} \cdot \left( \frac{Z_n - Z_{к}}{Z_n - Z_{к(а)}} - 1 \right) \quad (II)$$

где  $Z_{к}$  - наработка хлопкоуборочной машины в момент контроля ;

$Z_{к}(Z)$  - текущее значение контролируемого параметра в момент контроля (диагностирования).

Введенная функция позволяет по известным значениям наработки детали "а", предельного отклонения контролируемого

параметра, наработки в момент контроля и установленного отклонения параметра при диагностировании вычислять остаточный ресурс детали.

Организационные принципы повышения безотказности на основе диагностирования хлопкоуборочных машин и внедрение их в производство. Основу повышения безотказности хлопкоуборочных машин в условиях рыночной экономики составляет диагностика, назначение и выполнение по его результатам операций технического обслуживания и ремонта. При этом для каждой конкретной отдельно взятой машины, выполняются только те операции, которые действительно необходимы для восстановления работоспособности составных частей. Такой метод обеспечения работоспособности называют стратегией технического обслуживания и ремонта по состоянию. Его преимущество состоит в снижении издержек на техническое обслуживание и ремонт (уменьшение трудоемкости ремонтно-обслуживающих работ, запасных частей и т.п.). Одновременно повышается безотказность хлопкоуборочной машины в ответственный период полевых работ за счет предупреждения отказов ненадежных деталей, а значит повышается ее производительность и увеличивается производство хлопка-сырца.

Техническое диагностирование, как правило, проводится совместно с техническим обслуживанием и является его составной частью. В основу организации диагностирования положен принцип специализации, согласно которому безразборное определение технического состояния составных частей хлопкоуборочной машины проводят подготовленными специалистами — мастерами-диагностами. Это обеспечивает, как показывает практика, высокую производительность труда и качество выполнения диагностических операций.

Проверяют техническое состояние хлопкоуборочной машины дважды в год — после окончания уборочных работ при подготовке к хранению, перед ремонтом и при подготовке к работе в поле, по окончании технического обслуживания и ремонта. Диагностирование осуществляют в центральных ремонтных мастерских или на пунктах технического обслуживания хозяйств. При этом по ресурсным параметрам определяют срок службы хлопкоуборочной машины до ремонта. Результаты диагностирования фиксируют

в диагностической карте каждой машины, где также отражают результаты опроса механика-водителя о неисправностях и целесообразности ремонта составных частей. По результатам диагноза устанавливает объем и вид ремонтно-обслуживающих работ.

В этой связи разработаны методические основы определения вида и срока ремонта хлопкоуборочных машин по результатам диагностирования. Сущность их заключается в следующем.

При работе хлопкоуборочных машин вследствие естественного процесса изнашивания, старения расходуется ресурс деталей, соединений, составных частей. При исчерпании ресурса наступает отказ, вызывающий либо простой машины в поле, либо резкое ухудшение рабочих характеристик (частота вращения шпинделей), взаимодействие щеток со шпинделями и т.д.). Для предупреждения отказа необходимо периодически во время технического обслуживания прогнозировать остаточный ресурс, т.е. устанавливать время (наработку) работы ресурсного соединения до отказа. Если это время меньше межконтрольного периода хлопкоуборочной машины, то проводят замену соединения, детали, т.е. ремонт. Воздействие, связанное с заменой одного соединения (детали), называют индивидуальным, а двух и более - попутным ремонтом составных частей или машины в целом. Важно отметить, что при попутном ремонте затраты при простое машины, транспортировании, сборке и обкатке распределяются на несколько составных частей, т.е. они меньше, чем при индивидуальном ремонте. Однако, в этом случае возрастают затраты, связанные с неиспользованием ресурсов попутно заменяемых составных частей. Оптимальное решение этой задачи осуществляется с применением целевой функции :

$$G_{\text{XM}}(t_{\text{ост}}) = \min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{A_{ij} C_{ij} (t_{\text{ост}}) + C_{ij} (t_{\text{ост}})}{T_{\text{оп}}(t_{\text{ост}})} \quad (12)$$

где  $G_{\text{XM}}(t_{\text{ост}})$  - издержки на ремонт и эксплуатацию машины в зависимости от остаточного ресурса, руб ;

$A_{ij}$  и  $C_{ij}$  - издержки, связанные с восстановлением работоспособности после отказа  $i$ -й детали  $j$ -й составной части машины соответственно при ремонте и предупредительном ремонте ;

$B_{ij}$  ( $t_{осм}$ );  $T_{pij}$  ( $t_{осм}$ ) — соответственно вероятность отказа и средний фактический ресурс ( $T_{pij}$ )  $i$ -й детали  $j$ -й составной части хлопкоуборочной машины;

$n$ ,  $k$  — соответственно число отказываемых деталей и составных частей машины.

Границы интервалов остаточного ресурса, при которых целесообразно проводить ремонт с другими составными частями, определяют по номограмме или по формуле:

$$t_{осм} = t_{табл} \cdot t_g \quad (13)$$

где  $t_{табл}$  — табличное значение ( $t_{min}$ ,  $t_{max}$ ) при  $L = 1$ ;  
 $t_g$  — наработка составной части хлопкоуборочной машины в момент диагностирования.

Практическое применение разработанной методики в хозяйствах и на пунктах технического обслуживания предприятий агропромышленного комплекса позволяет резко сократить преждевременные ремонты, повысить наработку хлопкоуборочной машины за счет уменьшения числа отказов и снизить в 1,2...1,5 раза эксплуатационные затраты.

Организующим документом для внедрения результатов проведенных исследований служит разработанная и изданная массовым тиражом технология диагностирования хлопкоуборочных машин. Она состоит из практических рекомендаций по организации работы, технологических карт, содержащих как инструктивные указания по способам и приемам диагностирования, так и справочные данные (допускаемые, предельные значения контролируемых параметров, трудоемкость диагностирования и др.). Все перечисленные составляющие технологии диагностирования являются результатом приведенных выше исследований и составляют основу технологии диагностирования хлопкоуборочных машин.

Завершающим этапом работы была опытно-производственная проверка и внедрение технологии и средств диагностирования хлопкоуборочных машин. Работа проводилась в колхозе "Ленинизм" Янгильского района, на Букинском ремонтно-производственном предприятии (РП) Ташкентской области, в Джетысайской рай — сельхозтехнике Чимкентской области бывшей Казахской ССР.

В процессе проведения работы в колхозе, на РП создавались посты диагностирования, которые оснащались разработанными средствами диагностирования хлопкоуборочных машин.

После завершения уборочных работ проводили диагностирование взятых под наблюдение хлопкоуборочных машин согласно разработанной технологии. В случае выхода параметра технического состояния за допускаемые значения проводили соответствующие технологическое регулирование или замену деталей.

Перед началом уборочных работ проводили функциональное диагностирование, при котором измеряли рабочие характеристики машины. Если все рабочие параметры машины находились в допускаемых пределах, то хлопкоуборочная машина признавалась годной и ее рекомендовали к работе. В противном случае проводились соответствующие ремонтно-обслуживающие работы.

По окончании уборочных работ определяли агротехнические показатели хлопкоуборочной машины по соответствующим ГОСТу на испытания хлопкоуборочных машин и методике Среднеазиатской машинно-испытательной станции (САМИС).

По результатам внедрения выявлено, что число отказов, узлов и деталей снизилось в 1,2 раза, наработка хлопкоуборочной машины повысилась в среднем на 12 %.

Экономический эффект от внедрения результатов работы составляет 2,02 млн. руб., только в государстве Узбекистан, где в хозяйствах эксплуатируется 30 тыс. хлопкоуборочных машин в год.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования позволяют сделать следующие выводы и заключения:

1. В основу решения проблемы повышения безотказности хлопкоуборочных машин должны быть положены зональные условия эксплуатации и конструктивные особенности хлопкоуборочной машины. Построенная в результате теоретического обобщения классификация позволяет выделить три основных вида особенностей:

- технических свойств (конструкции, принципа работы);
- внешней среды (почвенно-климатические);
- управляющих воздействий (технического обслуживания ремонта).

Первый тип особенностей, связанный с оригинальностью

конструкции и принципа работы хлопкоуборочной машины, требует создания принципиально новых методов и средств технического диагностирования, а также средств реализации управляющих воздействий. Второй тип, синтезирующий особенности внешней среды (высокая температура и запыленность окружающего воздуха, кварцевая абразивность пыли и т.п.), указывает на ужесточение динамики параметров технического состояния и необходимость уточнения методик расчета допускаемых значений параметров технического состояния деталей хлопкоуборочных машин и их остаточного ресурса. Третий тип особенностей предусматривает разработку оригинальных устройств для реализации ремонтно-обслуживающих воздействий по результатам диагностирования.

2. Система мер повышения безотказности должна основываться на методах и средствах диагностирования для получения информации о состоянии хлопкоуборочной машины, оптимальных допускаемых значениях параметров технического состояния с учетом зональных особенностей эксплуатации для сравнения их с результатами измерений при диагностировании и формирования командной информации мастеру-наладчику (ремонтнику) с перечнем конкретных ремонтно-обслуживающих воздействий.

3. Техническое состояние, работоспособность хлопкоуборочной машины следует оценивать по определенным параметрам, характеризующих безотказность составных частей: время подъема и опускания уборочного аппарата, напор воды в водосистеме, шахматное расположение шпинделей шпиндельных барабанов, удлинение пружины ремней привода шпинделей, величины вхождения щетки в шпиндель, расход воздуха в пневмосистеме. Выход за предельное значение хотя бы одного из них характеризует отсутствие работоспособности машины в целом.

4. Параметры работоспособности функционально связаны со структурными параметрами, характеризующими техническое состояние составных частей машины. Основными структурными параметрами хлопкоуборочной машины следует считать: зазор в сопряжении корпус-рабочий поясок золотника распределителя гидросистемы; зазоры в зацеплениях шестерен привода шпиндельных барабанов; прогиб элементов каркаса рамы аппарата и рамок шпиндельных барабанов; износ зуба шпинделя; зазоры в опорах шпинделей; зазоры в опорах съемников; износ щетины

щетки съемников; дисбаланс крыльчатки вентилятора; зазор в опорах вала вентилятора; зазор между крыльчаткой и корпусом водяного насоса. Управлять параметрами работоспособности следует путем изменения связанных с ними структурных параметров.

5. В основу создания средств диагностирования для контроля параметров работоспособности и структурных параметров должны быть положены разработанные на основе математических моделей методы диагностирования:

-шпиндельных барабанов (по нагрузке на приводных ремнях);

- сопряжений шпindelь-щетка- (имитационный);
- рамных конструкций (маятнико-потенциометрический);
- пневмосистемы (термоанемометрический);
- гидросистемы (по времени подъема аппарата).

Метод диагностирования шпиндельных барабанов основан на контроле растяжения пружин приводного ремня. Растягивающее усилие связано с моментом сопротивления шпинделя, зависящего от технического состояния его опор. Выявленные в результате исследований зависимости позволяют по амплитуде прямоугольного импульса и его длительности оценивать авторемонтопригодность шпинделя и состояние его опор.

Метод диагностирования величины вхождения щетки щеточного съемника в зуб шпинделя заключается в имитации вхождения щетки в шпindelь посредством реохордного первичного преобразователя, соединенного с регистрирующим прибором (типа амперметра). По току устанавливается величина вхождения щетки в зуб шпинделя.

Метод контроля рамных конструкций основан на измерении изгиба их элементов. Изгиб измеряется посредством маятника, соединенного с потенциометром типа ПИ-1-1, установленного на элементе рамы.

Метод диагностирования пневмосистем состоит в контроле скорости потока воздуха, функционально связанного с производительностью вентилятора. Контроль проводится посредством разработанного нами термоанемометра, на котором получено авторское свидетельство (п.с. № 1314270).

Для проверки технического состояния гидросистемы предложен метод, основанный на измерении скорости подъема или опускания уборочного аппарата, функционально связанной с

техническим состоянием оставших частей гидросистемы.

Полученные зависимости, учитывающие межконтрольную наработку, скорость изменения параметра и ее вариацию, экономические характеристики отказа и предупредительного восстановления составной части и др., позволяют по заданной величине регулировочного параметра вычислить вероятность безотказной работы в предстоящий сезон работ составной части и хлопкоуборочной машины в целом.

Разработанная математическая модель повышения безотказности позволяет оптимизировать управляющие показатели-допускаемые значения контролируемых параметров, остаточный ресурс и межконтрольную наработку. В качестве базовой, описывающей динамику параметров технического состояния составных частей хлопкоуборочной машины, следует принять экспоненциальную случайную элементарную функцию. Эта функция более реально учитывает зональные условия эксплуатации хлопкоуборочных машин.

6. При разработке средств диагностирования следует использовать первичные преобразователи согласно табл.3. Установленные в результате экспериментальных исследований тесные корреляционные зависимости (коэффициенты корреляции - 0,88... 0,91) между диагностическими и структурными параметрами позволяют определять техническое состояние составных частей хлопкоуборочной машины с минимальной погрешностью. Зависимость величины тока  $D_p$  (диагностический параметр) от изгиба рамок шпиндельных барабанов (структурный параметр  $S_p$ ) имеет вид:  $D_p = 1,16 S_p$ . Линейна также зависимость диагностического сигнала  $S_{\text{зуб}}$  от заглубления щетины в зуб шпинделя:

$D_{\text{зуб}} = 1,1 S_{\text{зуб}}$ . Аналогично линейные зависимости имеют и другие диагностические сигналы.

7. Диагностирование хлопкоуборочной машины следует проводить с помощью разработанной системы диагностических средств (получено 8 авторских свидетельств):

- устройство комплексного функционального автоматизированного диагностирования ;
- комплект диагностических приспособлений для хлопкоуборочных машин, КИ-10812 ;
- устройство диагностирования гидросистемы КИ-16534 ;
- стенд диагностирования геометрии рамы уборочного ап-

парата при ремонте КИ-10514 ;

- устройство диагностирования сопряжения шпindelъ -  
щетка КИ-16437 ;

- термоманометр для контроля пневмосистемы ;

- угломер дифференциальный для диагностирования рамок  
шпindelных барабанов в полевых условиях.

8. Функционирование системы повышения безотказности  
хлопкоуборочной машины должно осуществляться путем изменения  
управляющих показателей-допускаемых значений контролируемых  
параметров, межконтрольной наработки и остаточного ресурса.  
В связи с тем, что существующие методики этих показателей не  
учитывают зональных условий эксплуатации, а также при их при-  
менении весьма сложно подсчитать экономические показатели  
для каждого параметра отдельно, расчет допускаемых значений  
деталей следует проводить по разработанной методике.

Сущность ее заключается в том, что за основу расчета по-  
ложена динамика функционального параметра узла (частота вра-  
щения шпindelей, скорость потока воздуха в пневмосистеме и  
т.п.). При изменении этих параметров устанавливаются агро-  
технические потери при отказе деталей в поле. Допускаемые  
значения параметров состояния деталей определяются посред-  
ством коэффициентов корреляции функций связи с функциональ-  
ным параметром узла, т.е. функциональный параметр узла мате-  
матически представляется в виде вектора-функционала, а пара-  
метры технического состояния деталей узла - его координатными  
функциями. Кроме того, с целью снижения затрат на ремонт при  
ресурсном диагностировании при оптимизации допускаемого зна-  
чения детали следует учесть вероятности отказов других сопут-  
ствующих деталей узла. Фактический ресурс при этом в расчетах  
следует использовать наиболее интенсивно изнашиваемой детали.

9. Остаточный ресурс следует определить по разработанной  
методике, учитывающей вероятности отказа деталей в зависимо-  
сти от наработки хлопкоуборочных машин, по составленной прог-  
рамме на ЭВМ. Результаты расчета остаточного ресурса должны  
быть положены в основу определения сроков, объемов и видов  
ремонта машин, а также принятия решения о целесообразности их  
дальнейшего использования или списания.

10. В условиях рыночной экономики диагностирование в нас-  
тоящее время, в основном, необходимо проводить в колхозах и

совхозах, т.к. в них выполняется основной объем работ по ремонту и обслуживанию техники. Диагностирование хлопкоуборочных машин необходимо проводить при периодическом техническом обслуживании (проверка функциональных параметров работоспособности) и сезонном (проверка технического состояния по ресурсным параметрам).

Определение вида и сроков ремонта хлопкоуборочной машины следует проводить по разработанной методике, синтезирующей интервалы вычисленных остаточных ресурсов с учетом путиго ремонта узлов и агрегатов машин.

Диагностирование хлопкоуборочных машин и их агрегатов на ремонтных предприятиях следует применять для оценки качества ремонта, определения ресурсов после ремонта, а также соответствующей атому ресурсу стоимости.

Операции технического диагностирования хлопкоуборочной машины следует выполнять по разработанной и изданной технологии диагностирования хлопкоуборочной машины, -М.: ГОСНИТИ, 1991 г.

II. Опытно-производственная проверка и внедрение результатов работы в ряде хозяйств Ташкентской, Самаркандской, Наманганской областей Узбекистана, Ходжентского района Таджикистана, Сака-Чагинского района и МИС Туркмении подтвердили практическую целесообразность применения диагностирования и повышения безотказности хлопкоуборочных машин. Как показали хозяйственные испытания, наработка хлопкоуборочной машины увеличивается в среднем на 11...12 %, годовые эксплуатационные издержки хозяйства на одну хлопкоуборочную машину в 1,6...1,7 раза, вероятность безотказной работы от 0,28 до 0,46. Значительно улучшаются агротехнические показатели. Годовой экономический эффект от внедрения составляет 2,02 млн.руб.

Основные положения диссертации отражены в 54 опубликованных работах, в том числе :

1. Овчаренко А.Д. О причинах вибрации вентиляторной системы хлопкоуборочных машин. -Механизация хлопководства, 1967, № 12, с.15...18.

2. Овчаренко А.Д. К вопросу определения допустимых при ремонте размеров деталей. -Механизация хлопководства, 1969, № 1, с.14...15.

3. Овчаренко А.Д. О надежности хлопкоуборочных машин I7XB-I,8. -Механизация хлопководства, 1969, № 2, -с.27...28.
4. Овчаренко А.Д. К вопросу определения предельной величины зазора в нижней опоре шпинделя. -Механизация хлопководства, 1970, № 6, -с.27...28.
5. Овчаренко А.Д. Техническая диагностика шпиндельных барабанов хлопкоуборочных машин. -Механизация хлопководства, 1971, № 5, -с.19...21.
6. Овчаренко А.Д. Приборы для диагностирования уборочного аппарата хлопкоуборочной машины. -Механизация хлопководства, 1972, № 12, -с.15...16.
7. Овчаренко А.Д., Михлин В.М. Определение допустимых изменений параметров технического состояния узлов хлопкоуборочных машин. -Труды ГОСНИТИ, 1973, т.34, -с.92...98.
8. Овчаренко А.Д. Прогнозирование ресурса деталей хлопкоуборочных машин. -Механизация хлопководства, 1973, № 7, с.15.
9. Овчаренко А.Д. Средства диагностики хлопкоуборочных машин. -Механизация хлопководства, 1973, № 12, -с.14...15.
10. Овчаренко А.Д., Наумов К.И. Диагностика хлопкоуборочной машины. -Техника в сельском хозяйстве, 1974, № 9, -с.54...61.
11. Овчаренко А.Д., Левченко В.Л. К вопросу диагностирования съемника хлопкоуборочных машин. -Механизация хлопководства, 1974, № 10, -с.13...14.
12. Овчаренко А.Д., Иванов А.А. Приборы для диагностирования шпиндельного барабана хлопкоуборочной машины. -Механизация хлопководства, 1974, № 11, -с.20...21.
13. Овчаренко А.Д., Левченко В.Л., Усманов А.С. Технология диагностирования хлопкоуборочных машин I4XB-2,4 и I7XB-I,8. -М.: ГОСНИТИ, 1975, - 36 с.
14. Овчаренко А.Д. Диагностирование некоторых узлов хлопкоуборочной машины. -Механизация хлопководства, 1975, № 7, -с.17...18.
15. Овчаренко А.Д. О диагностировании хлопковых машин. -Механизация хлопководства, 1975, № 9, -с.19...21.
16. Исследование методов и разработка средств диагностирования машин при периодическом ТО в хозяйствах : Отчет /Средаз ГОСНИТИ/; Руководитель работы А.Д. Овчаренко.

№ ГР Р007734, инв.№ Б 381340.-Урта-Аул.,1974,-271 с.

17. Овчаренко А.Д., Елдашев Ш.У., Журавлев Д.С. и др.

Хлопкоуборочная машина "Узбекистан" ХН-3,6. Техническое обслуживание.-М.: ГОСНИТИ, 1976,-286 с.

18. Овчаренко А.Д. Определение потребности хлопкоуборочных машин в ремонте.- Механизация хлопководства,1976, № II, -с.17...18.

19. Овчаренко А.Д. Технологические карты на хранение навесной хлопкоуборочной машины "Узбекистан" ХН-3,6. БТИ ГОСНИТИ, 1976.

20. Овчаренко А.Д., Левченко В.Л. Диагностика хлопкоуборочных машин.-Техника в сельском хозяйстве, 1977, № 8,- 75...78 с.

21. Овчаренко А.Д., В.М.Михлин., А.В. Николаенко и др.Рекомендации по техническому диагностированию машин в сельском хозяйстве.-М.:ГОСНИТИ,1977,-51 с.

22. Овчаренко А.Д. Диагностирование автоматического капирования рельефа грядки хлопкоуборочной машины.-Механизация хлопководства, 1978, № 2,- с.16...17.

23. Овчаренко А.Д. Выбор диагностических параметров хлопкоуборочной машины.- Механизации хлопководства, 1978, № 10,- с.14...15.

24. Рекомендации по применению датчиков для диагностирования хлопкоуборочных машин. Отчет / НИУ "Средаэагрореммаш"/; Руководитель работы А.Д.Овчаренко № ГР 78032277; инв. № Б 790637- Урта-Аул.,1979,- 248 с.

25. Овчаренко А.Д. Диагностирование хлопковых машин.- Механизация хлопководства, 1979, № 9,-с.18...20.

26. Овчаренко А.Д. К вопросу управления техническим состоянием х/уб.машин.- Механизация хлопководства, 1979, № II, -с. 17...19.

27. Овчаренко А.Д. Машины хлопкоуборочные I7XB-1,8, I4XB-2,4. Руководство по текущему ремонту.- М.:ГОСНИТИ,1979,- 148 с.

28. Овчаренко А.Д., Левченко В.Л. Диагностирование геометрических параметров уборочного аппарата хлопкоуборочных машин.-Механизация хлопководства,1981, № 8,-с.16...17.

29. Овчаренко А.Д. Диагностическая система управления

техническим состоянием хлопковых машин.-Механизация хлопководства, 1981, № 9,-с.21.

30. Овчаренко А.Д., Левченко В.Л. Диагностирование сопряжений щеток съемников и шпинделей уборочного аппарата.- Механизация хлопководства, 1984, № 3,-с.19.

31. Овчаренко А.Д. Методы диагностирования хлопкоуборочных машин.-Механизация хлопководства, 1985, № 9,-с.19...20.

32. Овчаренко А.Д. К вопросу управления работоспособности хлопкоуборочных машин.-Механизация хлопководства, 1985, № 10,-с.19.

33. Овчаренко А.Д. Методические основы управления надежностью хлопкоуборочной машины.- Механизация хлопководства, 1986, № 1,- с.14...15.

34. Овчаренко А.Д. Диагностирование пневмотранспортной системы хлопкоуборочной машины.-Механизация хлопководства, 1986, № 8,-с.15...16.

35. Овчаренко А.Д. Методические основы определения вида и сроков ремонта х/уб. машин по результатам диагностирования.- Механизация хлопководства, 1986, № 9,-с.21.

36. Овчаренко А.Д. Диагностирование хлопкоуборочных машин.-Техника в сельском хозяйстве, 1985, № 10,-с.38...39.

37. Овчаренко А.Д. Диагностирование хлопковых машин в РЛЮ.-Механизация хлопководства, 1987, № 6,-с.25.

38. Усовершенствованная технология автоматизированного диагностирования хлопкоуборочных машин: Отчет АНПО "Средаз-агрореммаш"/; Руководитель работы А.Д. Овчаренко № ГР 01.830023558; инв.№ 0266.0096664.-Урта-Аул., 1986,- 487 с.

39. Овчаренко А.Д., Иланов А.А. Автоматизированное диагностирование опор щеточных съемников хлопкоуборочных машин.- Механизация хлопководства, 1989, № 9,-с.25.

40. Овчаренко А.Д. Диагностическая система управления работоспособностью хлопкоуборочной машины.- М.:Труды ГОСНИИ, 1986, т.78.

41. Овчаренко А.Д., Самойлов С.В., Бастраков С.М. и др. Устройство комплексного функционального автоматизированного диагностирования-КОФАД. Научно-технический бюллетень "Повышение эффективности инженерно-технического обеспечения сельскохозяйственного производства. Новосибирск, 1990.

42. Овчаренко А.Д., Левченко В.Л. Технология диагностирования хлопкоуборочных машин.-М.:ГОСНИТИ, 1990 .

43. Овчаренко А.Д., Левченко В.Л. Прогнозирование ресурса деталей хлопкоуборочной машины на ЭВМ.-Механизация хлопководства, 1990, № 5, -с.23.

44. А.с.№ 306812. Устройство для определения зазоров в нижних опорах шпинделей хлопкоуборочного аппарата.(К.И.Гервас., А.Д.Овчаренко). Оpubл.в Б.И.,1971, № 20.

45. А.с.№ 445393. Устройство для определения зазоров в верхних опорах и соосности ручьев приводных роликов шпинделей хлопкоуборочных аппаратов.(В.Н.Данько., К.И.Гервас., А.Д.Овчаренко). Оpubл.в Б.И.,1974, № 37.

46. А.с.№ 503147. Устройство для измерения сопротивления барабана. (И.Ш.Шпицберг., Л.П.Реут., П.Н.Шевнина., А.Д.Овчаренко., В.Л.Левченко). Оpubл.в Б.И.,1976, № 6.

47. А.с.№ 564834. Устройство для определения взаимного положения шпиндельных барабанов хлопкоуборочной машины.(А.Д.Овчаренко., А.А.Иванов., И.Ш.Шпицберг., В.Л.Левченко., А.А.Гольденберг). Оpubл.в Б.И.,1977, № 15.

48. А.с.№ 664604. Устройство для определения взаимного положения шпиндельных барабанов хлопкоуборочной машины.(А.А.Иванов., А.Д.Овчаренко., В.Л.Левченко). Оpubл. в Б.И., 1979, № 20.

49. А.с.№ 921477. Устройство для контроля взаимного положения шпиндельных барабанов хлопкоуборочной машины.(А.А.Иванов., А.Д.Овчаренко). Оpubл.в Б.И.,1982, № 15.

50. А.с.№ 1223852. Устройство для контроля привода хлопкоуборочного аппарата.(А.Д.Овчаренко., А.А.Иванов). Оpubл в Б.И., 1986, № 14.

51. А.с.№ 1314270. Термоанемометр.(А.Д.Овчаренко., А.А.Иванов., В.Л.Левченко., А.Н.Березин). Оpubл. в Б.И., 1987, № 20.

52. Овчаренко А.Д., Левченко В.Л. Технология диагностирования хлопкоуборочных машин.-М.:ГОСНИТИ, 1990,- 43 с.

а-13585

Образец А

Ловомышья

безотказности

хитрой добычи

мышки

1999

№  
се N