

УДК 631.331

4.3.1. – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства (технические науки)

ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОСТИ И РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Шапиро Евгений Александрович
К.т.н., доцент
РИНЦ SPIN – код: 5975-4917

Труфляк Евгений Владимирович
Д.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57188716454
РИНЦ SPIN – код: 2502-0340

Драгуленко Владислав Владимирович
К.т.н., доцент
РИНЦ SPIN – код: 2088-7914
*ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», г. Краснодар,
Российская Федерация*

В статье рассмотрены наиболее актуальные проблемы надежности и ремонта с.-х техники. Объект исследования составляют актуальные проблемы надежности и ремонта с.-х техники, а предмет представляют актуальные проблемы надежности и ремонта с.-х техники, используемой в агрохозяйствах Краснодарского края. В работе отмечено, что применение передовых и рациональных методов ремонта с.-х техники способствуют повышению надежности, долговечности и ремонтпригодности машин в целом и их отдельных деталей и узлов. Предложена формула, позволяющая определить необходимое количество зерноуборочных комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене технологического комплекса, работающих в горячем резерве. Предложено также математическое выражение, позволяющее рассчитать потребное число автомобилей в технологическом комплексе уборки зерновых, работающих в нагруженном резерве

Ключевые слова: ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОСТИ, РЕМОНТ, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА, РЕЗЕРВИРОВАНИЕ, АРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ, КОРРОЗИЯ, ИЗНОС

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-211-027>

Введение.

Проблемы надежности и ремонта сельскохозяйственной (с.-х) техники нельзя рассматривать в отрыве от условий производственной и техниче-

UDC 631.331

4.3.1. – Technologies and means of mechanization agriculture (technical sciences)

PROBLEMS OF RELIABILITY AND REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY

Shapiro Evgeny Aleksandrovich
Cand.Tech.Sci., docent
RSCI SPIN-code: 5975-4917

Truflyak Evgeny Vladimirovich
Dr.Sci.Tech, professor
Scopus Author ID: 57188716454
RSCI SPIN code: 2502-0340

Dragulenko Vladislav Vladimirovich
Cand.Tech.Sci., docent
RSCI SPIN-code: 2088-7914
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russian Federation*

The article discusses the most pressing issues related to the reliability and repair of agricultural machinery. The object of the study is the current problems of reliability and repair of agricultural machinery, and the subject is the current problems of reliability and repair of agricultural machinery used in agricultural enterprises in the Krasnodar region. The article notes that the use of advanced and rational methods of repairing agricultural machinery helps to increase the reliability, durability, and maintainability of machines in general and their individual parts and components. A formula has been proposed to determine the required number of ACROS 595 Plus grain harvesters in the main harvesting unit of the technological complex, which are working in hot reserve. A mathematical expression has also been proposed to calculate the required number of vehicles in the technological complex for harvesting grain, which are working in loaded reserve

Keywords: RELIABILITY PROBLEMS, REPAIRS, AGRICULTURAL MACHINERY, REDUNDANCY, SURFACE REINFORCEMENT, CORROSION, WEAR

ской эксплуатации автомобилей, тракторов, комбайнов, с.-х машин, или другой современной техники.

В зависимости от назначения современной с.-х техники требования к надежности могут оказаться различными. В тех случаях, когда руководствуются не экономическими соображениями, необходимо стремиться к максимально возможной надежности.

Там, где на первое место ставится экономический принцип, с.-х техника должна иметь оптимальную надежность.

Завышенный уровень надежности резко увеличивает стоимость машины из-за применения дефицитных и более дорогих материалов, наиболее совершенных и уникальных приборов, из-за больших расходов на опытно-испытательные работы.

Как известно, надежность машины определяется комплексом показателей: безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью, каждый из которых имеет немаловажное экономическое значение.

Повышению надежности с.-х техники могут способствовать мероприятия, проводимые в процессе конструирования, выбора материалов, изготовления и производственной эксплуатации.

В целом надежность машины при проектировании обеспечивается в процессе следующих технико-экономических мероприятий:

- выбора конструктивной схемы, определения требуемой точности и функциональной взаимозаменяемости деталей и сопряжений;
- уточнения нагрузок в узлах и выбора экономичных запасов точности, прочности и удельных давлений на рабочие поверхности, а также скоростей, вызывающих равномерные износы до предельных величин за оптимальный срок службы изделия;
- методов смазки машины;
- технико-экономического анализа влияния внешней среды на свойства отдельных деталей и машины в целом.

Целью исследования в настоящей статье, связанной с анализом проблем надежности и ремонта с.-х техники, выступает рассмотрение проблемных вопросов надежности и ремонта машин.

Объектом исследования являются проблемные вопросы эксплуатационной надежности, использования и ремонта с.-х техники.

В свою очередь, **предмет исследования** в данной работе составляют актуальные проблемы надежности и ремонта с.-х техники, используемой в агрохозяйствах Краснодарского края.

Задачи настоящего научного исследования составляют:

- рассмотрение вопросов надежности, эффективного использования и ремонта с.-х техники;
- проверка научной гипотезы о том, что наработка на отказ зерноуборочного комбайна «ACROS 595 Plus» подчиняется нормальному закону распределения.

Материалы и методы, используемые в настоящей работе:

- 1) графические материалы научного исследования;
- 2) аксиоматический метод;
- 3) гипотетико-дедуктивный метод, сущность которого заключается в проведении научного исследования на основе наперед заданной гипотезы;
- 4) метод абстрагирования и конкретизации, и др.

Рассматривая **результаты проведенных исследований**, необходимо отметить, что в процессе производственной и технической эксплуатации с.-х техники важное значение имеет предохранение работающих машин от вредных динамических нагрузок.

Важно также отметить, что применение передовых и рациональных методов ремонта с.-х техники способствует повышению надежности, долговечности и ремонтпригодности машин в целом и их отдельных деталей и узлов.

В настоящей научной статье будут рассмотрены вопросы надежности, эффективного использования и ремонта с.-х техники.

При этом, организация эффективного использования с.-х техники требует разработки оптимальных ремонтных нормативов и сроков службы машин. В связи с этим, большое значение приобретает изучение различных методов и средств повышения надежности с.-х техники (таблица 1).

Таблица 1 – Методы повышения надежности с.-х техники

№ п.п.	Способ реализации метода	Краткая характеристика метода
1	Резервирование	Данный метод реализуется установкой в конструкцию машины или системы машин резервных машин, деталей или узлов
2	Защита трущихся пар от внешней абразивной среды	Защита трущихся пар от внешней абразивной среды обеспечивается введением в конструкцию машины дополнительных сменных деталей и сборочных единиц
3	Обработка поверхностей деталей машин резиновой пленкой, подвергающихся значительному абразивному износу	Облицовывание деталей с.-х техники резиновой пленкой способствует увеличению долговечности не только этих деталей, но и деталей, работающих с ними в сопряжении
4	Правильный выбор материалов деталей и узлов с.-х техники	Необходимым условием правильного выбора материала является обеспечение надежности и долговечности деталей в нормальных эксплуатационных условиях
5	Создание наноматериалов, способных работать без жидкой смазки при нормальной и повышенной температуре	Этот метод обеспечивается созданием новых материалов, которые способны использоваться без жидкой смазки при нормальной и повышенной температуры внешней среды
6	Рациональное конструирование с.-х техники	При рациональном конструировании с.-х техники можно существенно облегчить и повысить её надежность, и в первую очередь безотказность

В приведенной выше таблице отмечается, что наиболее распространенными методами повышения надежности с.-х техники являются:

– горячее и нагруженное резервирование, и др.);

- защита деталей машин, подвергающихся значительному абразивному износу, от окружающей среды;
- обработка поверхностей деталей машин и механизмов резиновой пленкой;
- правильный выбор материалов деталей и узлов с.-х техники;
- создание наноматериалов, способных работать без жидкой смазки при нормальной и повышенной температуре.

Авторами настоящей работы была предложена следующая формула, позволяющая определить необходимое количество зерноуборочных комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене технологического комплекса, работающих в горячем резерве [1]:

$$З_K = \frac{H_K (K_{MAX} - K_P)}{K_P}, \quad (1)$$

где $З_K$ – необходимое количество современных зерноуборочных комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене технологического комплекса, работающих в горячем резерве, шт.;

H_K – сезонная производительность комбайна;

K_{MAX} – коэффициент максимальной работоспособности;

K_P – коэффициент фактической работоспособности.

В свою очередь, учеными Кубанского ГАУ совместно с магистрантами было предложено математическое выражение, позволяющее рассчитать потребное число автомобилей в технологическом комплексе уборки зерновых, работающих в нагруженном резерве [2]:

$$A_K = П_T \left(\frac{K_{\Gamma}}{K_{PA}} - \frac{1}{K_{MAX P(A)}} \right), \quad (2)$$

где A_K – потребное число автомобилей в технологическом комплексе уборки колосовых зерновых, работающих в нагруженном резерве;

$П_T$ – сезонный пробег транспортного средства;

K_{PA} – коэффициент фактической работоспособности автомобиля;

$K_{MAX P(A)}$ – коэффициент максимальной работоспособности автомобиля.

Важно также отметить, что в процессе выбора конструктивной схемы высокая надежность машины может быть достигнута наилучшей компоновкой деталей и узлов в этой машине, а также резервированием, т. е. установкой в конструкцию параллельных деталей и узлов.

Для этого, необходимо определить фактическую квантиль нормального закона распределения по следующей формуле [3]:

$$K(\beta) = R + \sigma K_{cm}(\beta), \quad (3)$$

где $K(\beta)$ – квантиль нормального закона распределения (НЗР);

R и σ – показатели НЗР;

$K_{cm}(\beta)$ – табличная величина квантили НЗР;

β – заданная доверительная вероятность.

На рисунке 1 для заданной доверительной вероятности $\beta = 0,95$ показан порядок построения квантили нормального закона распределения.

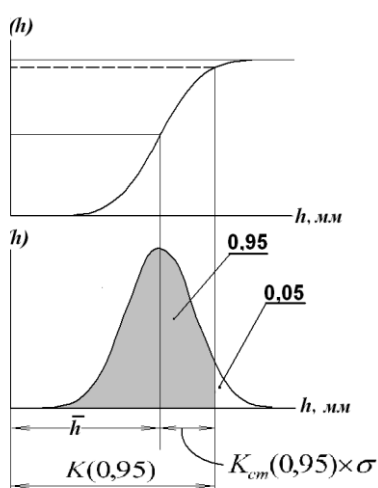


Рисунок 1 – Квантиль нормального закона распределения

Примером резервирования может служить также создание резервного количества зерноуборочных комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене технологического комплекса.

В частности, для определения резервного количества комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене с использованием квантили НЗР, авторами была предложена формула [4]:

$$n_{\beta} = [\sigma K_{cm}(\beta) - K(\beta)] + u_{\alpha} v_{\Omega} \left[0,5 u_{\alpha} v_{\Omega} - \sqrt{[\sigma K_{cm}(\beta) - K(\beta)] + 0,25(u_{\alpha} v_{\Omega})^2} \right], \quad (4)$$

где n_{β} - резервное количество комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном

уборочном звене с заданной доверительной вероятностью β , шт.;

v_{Ω} - коэффициент вариации сезонной наработки комбайна;

$K(\beta)$ – квантиль нормального закона распределения;

σ – среднее квадратическое отклонение НЗР;

$K_{cm}(\beta)$ – табличная величина квантили НЗР.

Для расчета резервного количества комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене с заданной доверительной вероятностью β , авторами была разработана специальная номограмма (рисунок 2).

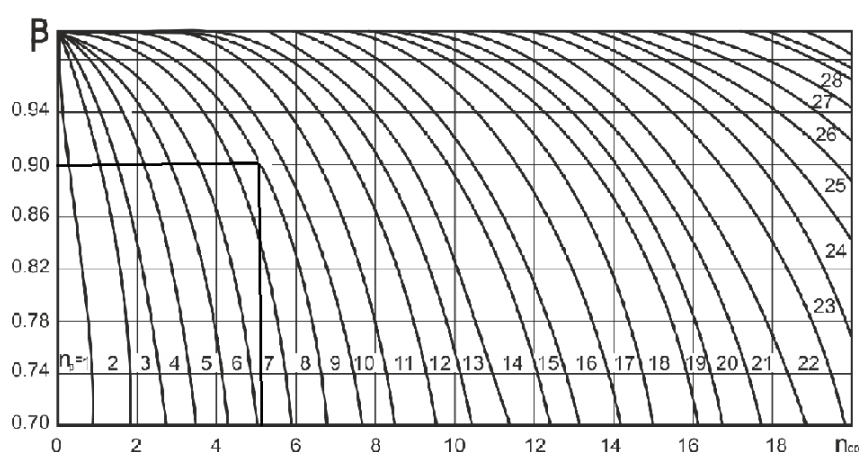


Рисунок 2 – Номограмма расчета резервного количества комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене

С помощью данной номограммы резервное количество зерноуборочных комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене можно определить, зная среднее количество этих комбайнов n_{cp} и заданную доверительную вероятность β .

На рисунке 3 приведены теоретическая и опытная плотность вероятности распределения сезонной наработки зерноуборочного комбайна «ACROS 595 Plus», которые позволяют более наглядно представить порядок определения резервного количества зерноуборочных комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене.

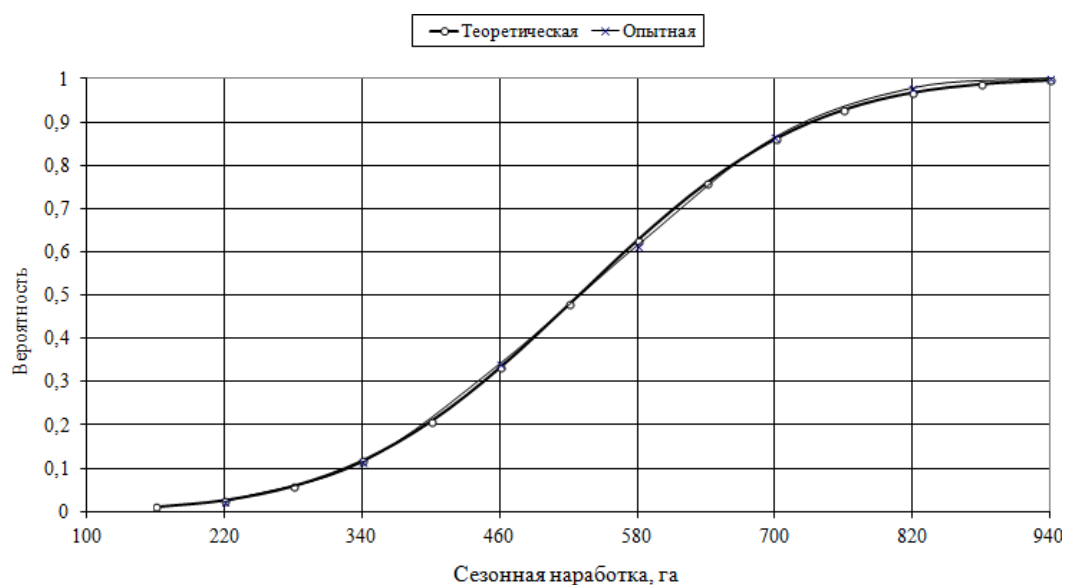


Рисунок 3 – Теоретическая и опытная плотность вероятности распределения сезонной наработки комбайна «ACROS 595 Plus»

Важно также отметить, что в большинстве случаев создание резервного количества зерноуборочных комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене оправдывается, так как увеличение стоимости за счет введения резервных комбайнов компенсируется повышением эксплуатационной надежности всего уборочно-транспортного комплекса.

Далее необходимо отметить, что в процессе конструирования требуемая надежность и другие эксплуатационные свойства машины могут быть обеспечены реализацией специальных технико-экономических мероприятий. К ним, в частности, относится защита трущихся пар от внешней абразивной среды.

Эти мероприятия в ряде случаев значительно сокращают попадание абразивных частиц в зону трения, что приводит к повышению износостойкости деталей в 2 – 3 раза.

Гуммированные статоры и другие детали с.-х техники работают в 2 – 3 раза дольше, чем изготовленные из чугуна, легированного марганцем, а гуммированные маслопроводы имеют износостойкость, в 5 – 6 раз большую, чем чугунные.

Армирование деталей с.-х техники резиной способствует увеличению долговечности не только этих деталей, но и деталей, работающих с ними в сопряжении. Так, армирование резиновыми кольцами стальных поддерживающих роликов гусеничных тракторов позволило увеличить срок службы поддерживающих роликов и гусеничных цепей в 2 раза [5].

Другим мероприятием по увеличению надежности конструкций является учет влияния жесткости деталей на эксплуатационные свойства машин.

Повышение надежности с.-х техники может также быть обусловлено совершенствованием форм деталей для снижения концентраторов напряжения.

Многие детали машин в процессе работы находятся под действием сил, изменяющих свое значение, как по величине, так и по знаку, что приводит к поломкам деталей вследствие усталости. При этом, усталостную прочность деталей резко снижают отверстия, выточки, галтели, резкие переходы от одного сечения к другому, шпоночные канавки и др.

Конструктивными приемами повышения усталостной прочности являются тангенциальные надрезы у краев радиального отверстия, кольцевые утолщения у радиальных отверстий, канавки у выточек, разгружающие канавки у резких переходов одного сечения в другое, внутренние галтели и канавки.

Это в первую очередь касается приводных валов подъемно-транспортных машин. Так, исследованиями причин разрушения приводных валов установлены значительные конструктивные недостатки, допущенные при конструировании подъемных машин [1, 5]:

- валы имеют много ступеней, в которых галтели выполнены малыми радиусами и пересечены в нескольких местах шпоночными канавками;
- было допущено большое количество поперечных резьбовых отверстий;
- шпоночные канавки без надобности выполнены излишне длинными, имеют ступенчатые выходы под переставными барабанами;
- некоторые машины не имеют предохранительных бронзовых втулок.

Указанные недостатки недопустимы для высоконагруженных деталей, находящихся под воздействием высоких переменных напряжений, и приводят к разрушению ответственных и дорогостоящих изделий.

Кроме того, нарушение в процессе конструирования основного правила – не создавать на поверхности деталей концентраторов напряжений, если это не обусловлено необходимостью, – приводит к значительному утяжелению деталей при их недостаточной усталостной прочности.

На рисунке 4 показано, что при рациональном конструировании зерноуборочных комбайнов «ACROS 595 Plus» можно существенно повысить их надежность, долговечность, ремонтпригодность и безотказность, и в первую очередь наработку на отказ.

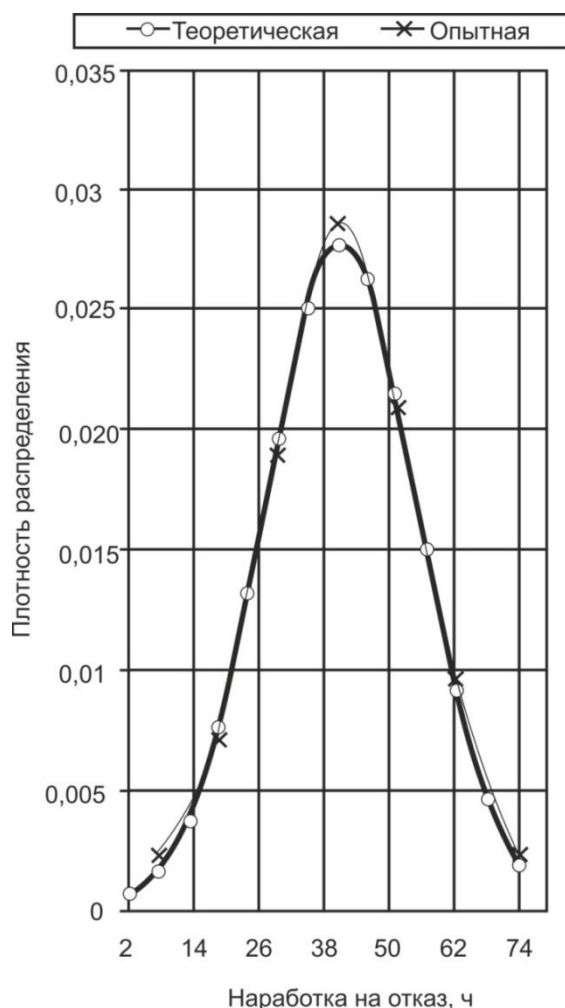


Рисунок 4 – Кривые теоретической и экспериментальной плотности распределения наработок на отказ современных комбайнов «ACROS 595 Plus»

На основе гипотетико-дедуктивного метода исследования был проведен выбор наиболее подходящего теоретического закона распределения, для того чтобы провести сравнение экспериментальной информации с теоретической.

Исследованиями было установлено, что с доверительной вероятностью $P(\chi^2) > 0,985$ наработка на отказ современного комбайна «ACROS 595 Plus» подчиняется такому закону распределения, как нормальному.

При этом проводимые нами исследования показали, что средняя вели-

чина наработки на отказ рассматриваемого современного зерноуборочного комбайна «ACROS 595 Plus», равняется $T = 45$ ч.

Чтобы повысить эксплуатационную надежность с.-х техники должны быть приняты меры по усилению или замене напряженных различных шпоночных соединений.

Для этого, в напряженных шпоночных соединениях для заклинивания вращающихся деталей необходимо:

- устранить значительные зазоры в сопряжениях вала со ступицами;
- предусмотреть плавные выходы шпоночных канавок;
- исключить поперечные резьбовые отверстия для крепления замков;
- предусмотреть плавные радиусы закруглений у дна шпоночных канавок;
- не допускать перерезания галтелей шпоночными канавками;
- увеличить радиусы на галтелях, а также устранить излишнюю ступенчатость валов.

Повышению надежности машин, в частности их ремонтпригодности, способствует блочность конструкции.

Для улучшения ремонтпригодности машин быстроизнашиваемые детали необходимо изготавливать взаимозаменяемыми, а монтаж и демонтаж их не должен занимать много времени.

Экономически выгодной эксплуатации машин в пределах заданного срока службы и заданной надежности способствует правильный выбор материалов деталей и узлов машины. Этот фактор в ряде случаев оказывается решающим.

В себестоимости машины затраты на материалы составляют 20 – 55%. Вследствие этого выбор материалов при конструировании, особенно высоконагруженных ответственных деталей, представляет сложную технико-экономическую задачу.

Поэтому, необходимым условием правильного выбора материала является обеспечение надежности и долговечности детали в нормальных эксплуатационных условиях.

При этом, выбор материала зависит от конструктивных особенностей детали и узла, вида и характера напряжений, имеющих место в нагруженных сечениях и на отдельных поверхностях, технологии производства, условий производственной и технической эксплуатации с.-х техники.

При выборе материалов для изготовления деталей необходимо экономить дефицитные и дорогостоящие материалы. Исключением могут быть высоконагруженные ответственные детали, определяющие надежность и долговечность машины.

Эти детали, как правило, целесообразно изготавливать из высококачественных легированных сталей с применением термической и химико-термической обработки.

При решении вопроса об экономической целесообразности выбора того или иного материала необходимо сравнивать не только стоимость материалов, но также учитывать сроки службы деталей и эксплуатационные расходы.

Вследствие этого более дорогой материал, обеспечивающий высокую износостойкость, надежность, долговечность и экономию эксплуатационных расходов, может оказаться более экономичным, чем дешевый, но менее качественный материал.

Сравнительные коэффициенты экономичности низколегированных сталей приведены в учебной литературе [2].

Из данных этих литературных источников следует, что низколегированные стали, несмотря на их повышенную стоимость по сравнению со сталью марки Ст. 3, имеют высокий коэффициент экономической целесообразности.

На рисунке 5 показано, что вид теоретического распределения диамет-

ров отверстий корпусов гидрораспределителей Р75-В3А современных тракторов Т-150К после расточки и притирки, наиболее близок к нормальному закону. Из данного рисунка также видно, что после расточки и притирки исследовалось две группы восстановленных корпусов.

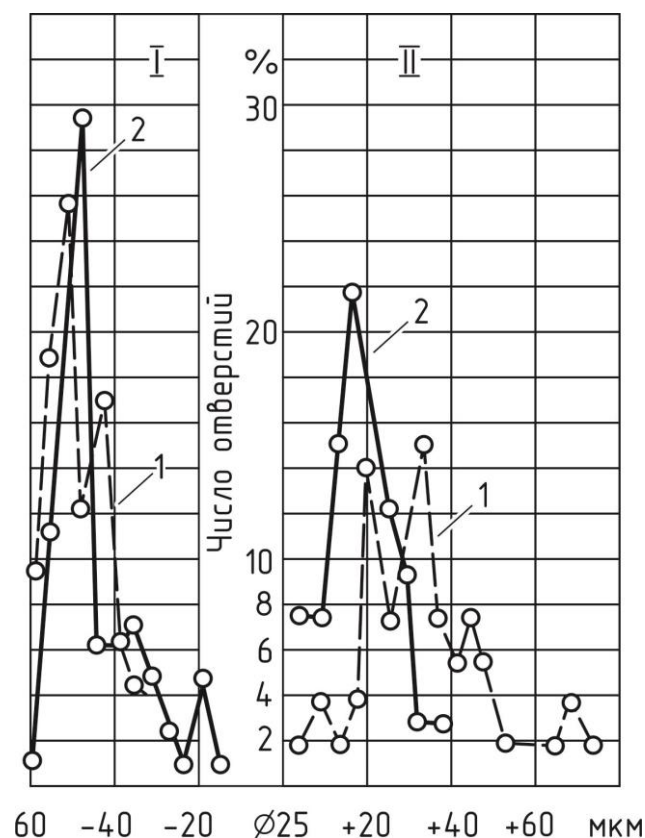


Рисунок 5 – Изменение размеров отверстий корпусов гидрораспределителей после расточки и притирки

Рассматривая вопросы, связанные с проблемами надежности и ремонта с.-х техники необходимо отметить, что экономичность применения низколегированных сталей также определяется не только коэффициентом экономической целесообразности, но и высокой технологичностью стали, а именно: свариваемостью, т.е. возможностью применения ее при температуре 450 – 500° С, отсутствием хрупкости при отрицательных температурах, коррозионной стойкостью в различных атмосферных условиях, отсут-

ствием склонности стали к старению.

Опыт использования с.-х техники в условиях агрохозяйств Краснодарского края показывает, что пониженную износостойкость имеют такие пары, как алюминиевый сплав по хромовому покрытию, пластмасса по пластмассе, пластмасса по латуни, алюминию, незакаленной стали.

При этом характерно, что хром не только сам является высокоизносостойким, но и в большинстве случаев уменьшает износ сопряженной детали.

В последние годы учеными кафедры эксплуатации и технического сервиса Кубанского ГАУ разработано много самосмазывающихся материалов, которые удобны в производственной и технической эксплуатации с.-х техники, так как не требуют смазки.

Заслуживают внимания наноматериалы АМАН-М, которые разработаны на основе специальных смол с наполнителями.

Повышению надежности с.-х путем использования наноматериала, в первую очередь способствует правильный выбор материала.

В процессе изготовления машин их надежность обеспечивается преимущественно выбором оптимальных технологических процессов формообразования заготовок (различные способы литья, ковка, штамповка, прокатка, волочение, прессование, сварка), выбором оптимальных технологических процессов и режимов формообразования заготовки в готовую деталь, выбором оптимальных способов упрочения готовых деталей; наиболее совершенной технологией процесса сборки, монтажа и испытаний.

Перспективными методами определения износа при исследовании надежности с.-х техники являются методы ускоренных испытаний.

Для случая, когда имеет место линейная зависимость износа конкретной детали машины от фактической нагрузки и скорости относительного скольжения, коэффициент ускорения испытания на надежность можно определить по следующему выражению [3, 5]:

$$K_{уск} = \frac{N_{max}C_{max}}{N_{cp}C_c}, \quad (5)$$

где $K_{уск}$ – коэффициент ускорения испытания машины на надежность;

N_{max} – максимальная нагрузка;

N_{cp} – средняя нагрузка;

C_{max} – максимальная скорость относительного скольжения;

C_c – средняя скорость относительного скольжения.

По имеющимся данным с использованием режима ускоренных испытаний машин на надежность, около 40% отказов с.-х техники, возникающих в процессе производственной эксплуатации, являются результатом ее недоброкачественного изготовления.

Важно также отметить, что обкатка с.-х техники после окончательной сборки способствует достижению надлежащей надежности её в процессе использования.

Поэтому новые, а также капитально отремонтированные машины после сборки перед вводом в эксплуатацию для приработки трущихся деталей должны пройти соответствующую обкатку.

При этом, обкатка с.-х техники в едином комплексе после окончательной сборки обуславливается несовершенством технологии обработки и сборки узлов при их изготовлении или ремонте.

Так, в процессе механической обработки на рабочих поверхностях деталей остаются неровности, а при сборке могут быть неточности в расположении одной детали относительно другой. В связи с этим в начальный период машина работает с повышенной мощностью, идущей на преодоление трения.

Кроме того, дефекты сборки и регулировки при работе с полной нагрузкой могут вызвать быстрый перегрев и заедание трущихся деталей.

Поэтому, перед началом обкатки необходимо тщательно проверить качество сборки, а также выполнить контрольно-проверочные и крепежные работы в ответственных узлах машины.

Продолжительность и режим обкатки для различных машин разные, однако, общими правилами для всех машин являются следующие:

- обкатку, как правило, начинают с холостого хода на малых скоростях и проводят ее на различных режимах: без нагрузки и с нагрузкой, равной 10 – 20% максимальной, в течение 10 – 25% длительности всего периода обкатки, а затем с равномерно нарастающими нагрузками до нормальных эксплуатационных.

При этом следует иметь в виду, что доводить рабочую нагрузку до нормальной эксплуатационной следует только тогда, когда ответственные агрегаты и узлы ее нагреваются до нижнего предела допустимой температуры, например для автотракторного двигателя – до 70° С;

- продолжительность и режимы обкатки определяются методикой. Они зависят от типа и конструкции машины, а также от качества изготовления и сборки. Срок обкатки устанавливают на основе опыта эксплуатации данного типа машин. Для многих машин, особенно энергоемких, первую обкатку производят на заводе-изготовителе, а остальную – в эксплуатационных условиях;

- в период обкатки необходимо обеспечить более интенсивную смазку трущихся узлов. После окончания обкатки масло заменяют свежим, независимо от степени загрязнения, а поверхности трения перед заливкой свежего масла промывают. Промывка и замена масла необходимы для удаления продуктов износа (абразивных частиц). В процессе обкатки и приработки машин необходимо: обеспечить нормальное контактирование трущихся пар путем износа выступов шероховатостей, устранения технологических неточностей и дефектов технологического происхождения, а также

силовых и тепловых деформаций, препятствующих нормальному сопряжению трущихся деталей;

– сформировать новую шероховатость поверхности, обеспечивающую максимальные сроки службы машины при эксплуатационном режиме.

Необходимо также отметить, что длительность обкатки зависит от конструктивных особенностей машины, точности изготовления и чистоты рабочих поверхностей деталей и их сборки, материала трущихся деталей, режимов обкатки, а также от свойств смазки.

Оптимальным режимом обкатки машин является такой, который обеспечивает наименьший первичный износ трущихся деталей при минимальных затратах времени и средств.

Для ускорения режима обкатки применяют различные присадки к маслам. Часто используют масла эксплуатационной вязкости, исходя из условий, что при форсированном режиме температура повышается и масло разжижается.

Применяют также поверхностно-активные вещества, органические соединения серы, хлора, фосфора и другие активные компоненты.

Вследствие того, что приработка трущихся деталей протекает на отдельных участках в режимах полусухого, граничного и полужидкого трения, происходит их повышенный износ. Для быстреего удаления продуктов износа, чтобы предохранить узлы трения от повреждения ими, целесообразно иметь специальную принудительную циркуляционную систему смазки с усиленной фильтрацией.

В качестве показателей окончания приработки может служить наличие продуктов износа в масле.

В процессе производственной и технической эксплуатации с.-х техники высокая надежность созданных и выпущенных серийно новых с.-х машин в значительной степени достигается их использованием в соответствующих агроклиматических условиях.

Заключение.

В данной статье были рассмотрены актуальные проблемы надежности, производственного использования и ремонта с.-х техники, эксплуатируемой в агрохозяйствах Краснодарского края.

Было установлено, что с вероятностью $P(\chi^2) > 0,985$ наработка на отказ зерноуборочного комбайна «ACROS 595 Plus» подчиняется нормальному закону распределения, а среднее значение наработки на отказ этого комбайна составляет $T = 45$ ч.

Предложена формула, позволяющая определить необходимое количество зерноуборочных комбайнов «ACROS 595 Plus» в основном уборочном звене технологического комплекса, работающих в горячем резерве.

Было также предложено математическое выражение, позволяющее рассчитывать потребное число автомобилей в технологическом комплексе уборки зерновых, работающих в нагруженном резерве.

Библиографический список

1. Шапиро Е.А., Черноиванов А.Г. Методы повышения надежности и эффективности функционирования уборочно-транспортных комплексов. В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. С. 127-128.
2. Чеботарев М.И., Черноиванов А.С., Шапиро Е.А. Обоснование структуры технологического комплекса машин с учетом агроклиматических условий Краснодарского края. Политематический электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. №128 (04). С. 107-109.
3. Чеботарев М.И., Тарасенко Б.Ф., Шапиро Е.А. Экспертный метод факторного анализа эксплуатационной надежности зерноуборочных комбайнов. Политематический электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2018. №136. С. 71-86.
4. Тарасенко Б.Ф., Оськин С.В., Шапиро Е.А., Горовой С.А. Усовершенствованные технологии и средства почвообработки. Политематический электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2019. №150. С. 10-29.
5. Шапиро Е.А., Дей А.В., Галушкин Ю.К., Крылов Д.Ю. Количественные показатели качества и надежности гидравлических распределителей. В сборнике: Прогрессивные технологии в современном машиностроении. Сборник статей XVII Международной научно-технической конференции. Пенза. 2022. С. 118-121.

References

1. Shapiro E.A., Chernoi Ivanov A.G. Metody povysheniya nadezhnosti i jeffektivnosti funkcionirovaniya uborochno-transportnyh kompleksov. V sbornike: Problemy i perspektivy

innovacionnogo razvitija agrotehnologij. Materialy HH Mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii. 2016. S. 127-128.

2. Chebotarev M.I., Chernoi Ivanov A.S., Shapiro E.A. Obosnovanie struktury tehnologicheskogo kompleksa mashin s uchetom agroklimaticheskikh uslovij Krasnodarskogo kraja. Politematicheskij jelektronnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. №128 (04). S. 107-109.

3. Chebotarev M.I., Tarasenko B.F., Shapiro E.A. Jekspertnyj metod faktornogo analiza jekspluatacionnoj nadezhnosti zernouborochnykh kombajnov. Politematicheskij jelektronnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. №136. S. 71-86.

4. Tarasenko B.F., Os'kin S.V., Shapiro E.A., Gorovoj S.A. Uovershenstvovannye tehnologii i sredstva pochvoobrabotki. Politematicheskij jelektronnyj zhurnal Kuban-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. №150. S. 10-29.

5. Shapiro E.A., Dej A.V., Galushkin Ju.K., Krylov D.Ju. Kolichestvennye pokazateli kachestva i nadezhnosti gidravlicheskih raspredelitelej. V sbornike: Progressivnye tehnologii v sovremennom mashinostroenii. Sbornik statej HVII Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Penza. 2022. S. 118-121.