DOI 10.12737/2073-0462-2024-44-50
УДК 631.372

ОБЩИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТРАКТОРОВ В АПК

И. Г. Галиев, Б. Г. Зиганшин, М. Н. Калимуллин, Н. Р. Адигамов, Ф. З. Габдрафиков

Реферат. Аграрное производство характеризуется сезонностью выполнения механизированных работ при возделывании сельскохозяйственных культур. Кроме того, величина износа агрегатов и систем техники зависит, с одной стороны, природно-климатическими условиями и с другой- номенклатурой выполняемых операций в плановом периоде, а также организационными, производственными и техническими условиями в конкретном хозяйстве. Агрегаты и системы трактора взаимосвязаны между собой и взаимозависимы друг от друга, т.е. величина износа одних деталей оказывают влияние на износ других. В связи с этим, целью исследований является выработка концепции обеспечения работоспособности тракторов в АПК путем оптимизации расхода ресурса агрегатов и систем с учетом условий их функционирования. Наиболее перспективным направлением повышения эффективности эксплуатации тракторов является разработка мероприятий по оптимизации расхода ресурса их агрегатов и систем с учетом условий их функционирования. Для прогнозирования изменения физического параметра детали, агрегата, системы трактора на плановый период эксплуатации, вводиться понятие- показатель расхода ресурса, который определяет величину изменения диагностического параметра состояния агрегата за единицу выполненного объема работ. Оценка состояния трактора осуществляется уровнем расхода ресурса их агрегатов и систем, который дает возможность оперативно отреагировать на состояние технической эксплуатации техники, условия их функционирования и разработать мероприятия по оптимизации расхода ресурса. Уровень расхода ресурса ($У_{рр}$) трактора, теоретический может меняться от 0 до 1. При этом $У_{рр}$=0 предполагается, что трактор списывается с баланса хозяйства или отсутствует; при $У_{рр}$=1–трактор находится в исправном состоянии и все параметры трактора имеют номинальные значения. При известных закономерностях изменения уровня расхода ресурса для различных видов сельскохозяйственных операций, появляется возможность планирования номенклатуры работ для каждого трактора на плановый период с учетом оптимального расхода ресурса их агрегатов и систем.

Ключевые слова: сельскохозяйственные тракторы, работоспособность, расход ресурса, условия функционирования, эффективность тракторов.

Введение. Основными отраслями производства в АПК принято считать растениеводство и животноводство. Растениеводство является наиболее энергоемкой отраслью, поскольку связано с применением энергетических средств для выполнения всего технологического процесса по возделыванию сельскохозяйственных культур [1, 2, 3]. Поэтому конкурентоспособность конечной продукции, в основном, определяется эффективностью эксплуатации мобильных технических средств, используемые в АПК [4, 5].

Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» определена задача устойчивости положения России на внутреннем и внешнем рынках, где одним из основных направлений научно-технологического развития, на ближайшее 15 лет, определена приоритетная задача, основанная на развитии научного и инновационного потенциала как промышленности, так и аграрного производства [6].

Одним из факторов, препятствующий дальнейшему развитию АПК, является состояние технической оснащенности сельского хозяйства России. По сравнению с другими, развитыми странами, этот показатель довольно низок и составляет 3 трактора на 1000 га пашни, тогда как в Канаде, со схожими природными условиями, это показатель равен 16 [7].

Сложившаяся ситуация, в конечном счете, приводит к увеличению доли тракторов, которые подходят к срокам амортизации- 10 лет. По данным Федеральной государственной информационной системы учета и регистрации тракторов, самоходных машин и прицепов к ним, в 2020 году, доля тракторов, сроки эксплуатации которых превышают 10 лет, составило 73,1% от общего. Данная ситуация приводит к срыву агротехнических сроков выполнения технологических операций по возделыванию культур и, как следствие, к потере урожая. Для скорейшего исправления ситуации в Национальном докладе «О ходе и результатах реализации в 2018 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» рекомендовано, предприятиям аграрного производства ежегодно закупать 45000 тракторов, 12000 зерноуборочных комбайнов и т.д. [7].

В связи с этим, на современном этапе развития АПК обостряется требования к эксплуатационной надежности, срокам службы техники, которые определяются комплексом мероприятий по техническому сервису [8]. Ситуация обостряется под влиянием таких факторов, как: значительная стоимость мобильных технических средств, используемые при возделывании сельскохозяйственных культур; обеспеченность работниками, занятыми как в механизированных работах, так и в

обеспечении работоспособности техники; снижение показателя обеспеченности техническими средствами механизации в растениеводстве и животноводстве; увеличение объемов производства продукции АПК [9, 10]. Мероприятия по техническому сервису являются определяющими для поддержания тракторов в работоспособном состоянии, которые зависят от степени реализации операции технического сервиса, климатических особенностей при котором функционирует техника [11, 12].

Существующая система ремонтно– обслуживающих воздействий, основанная на проведении мероприятий по поддержанию тракторов в работоспособном состоянии предупредительно, не обеспечивает достаточную эксплуатационную надежность техники при возделывании сельскохозяйственных культур, поскольку данная система не учитывает условий их функционирования. Поэтому, отсутствие методов оптимизации расхода ресурса техники в АПК является основной причиной сохранения тенденции снижения эффективности их эксплуатации [13].

Целью исследований является выработка концепции обеспечения работоспособности тракторов в АПК путем оптимизации расхода ресурса агрегатов и систем с учетом условий их функционирования.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- обосновать перспективное направление повышения эффективности эксплуатации техники с учетом расхода ресурса агрегатов и систем трактора и условий их функционирования;
- обосновать необходимость комплексного, безразмерного показателя, уровня расхода ресурса трактора, учитывающего взаимосвязь степени износа агрегатов техники на эксплуатационную надежность трактора в целом.

Достижение цели основаны на следующих принципах:

- непрерывное изменение параметров состояния тракторов в процессе их использования по назначению обуславливается меняющимися техническими, эксплуатационными и природно- климатическими условиями, а изменение геометрических параметров деталей отражается на работоспособности агрегатов, систем и трактора в целом;
- эффективность использования техники в аграрном производстве в течении всего их срока службы, определяется совокупностью факторов, степень реализации которых в конкретном хозяйстве должны быть оценены: условие эксплуатации тракторов, качество ремонтно-обслуживающих воздействий, квалификация специалистов, нормативно-техническая документация;
-представленная выше совокупность факторов взаимосвязаны и взаимозависимы, оказывают влияние на величину интенсивности износа агрегатов и систем техники с одной стороны и, согласно ГОСТ 18322-78, система технического обслуживания, ремонт машин, предназначенные для уменьшения износа и восстановления их ресурса- с другой.

Условия, материалы и методы. Для прогнозирования изменения физического параметра детали, агрегата, системы трактора на плановый период выполнения определенного объема работ, необходимо ввести понятие-показатель расхода ресурса. Показатель расхода ресурса агрегата определяет величину изменения диагностического параметра состояния за единицу выполненного объема работы и может быть определена по формуле:

$$П_{рij} = \frac{\left| U_{нij} - \sum_{к=1}^{n} U_{фij} \right|}{\sum_{к=1}^{n} W_{нк}} , \qquad (1)$$

где $П_{рij}$- показатель расхода ресурса *i*- го агрегата *j*- ой системы трактора;
$U_{нij}$- номинальное значение диагностического параметра *i*- го агрегата *j*- ой системы трактора;
$U_{фij}$ -фактическое значение диагностического параметра *i*- го агрегата *j*- ой системы трактора в к- ом периоде эксплуатации;
$W_{нк}$-объем выполненных работ в к- ом периоде эксплуатации трактора, мото-час.

Размерности номинальных и фактических значений диагностических параметров в формуле 1, соответствуют их физическим значениям.

При известном показателе расхода ресурса агрегата появляется возможность определения величины изменения его диагностического параметра на плановый период по формуле:

$$U_{плij} = П_{рij} \cdot W_{пл} \quad , \qquad (2)$$

где $U_{плij}$- величина изменения диагностического параметра *i*- го агрегата *j*- ой системы трактора на плановый период;
$W_{пл}$- объем работы на плановый период, мото-час.

При этом должно выполнятся условие:

$$U_{плij} \le U_{пij} \quad , \qquad (3)$$

где $U_{пij}$- предельное значение диагностического параметра *i*- го агрегата *j*- ой системы трактора.

Климатические условия, условия организации производственной и техническая эксплуатация тракторов влияют на процесс износа их агрегатов, а значит на эксплуатационную надежность техники. Управление показателями расхода ресурса агрегатов трактора ($П_{рij}$), представляется комплексом организационных, технических и технологических мероприятий,

связанные с: правилом назначения операций технического сервиса по результатам диагностирования агрегатов трактора; регламентирующими документациями, которые содержат номенклатуру и технологию проведения сервисных работ.

Многообразие направлений деятельности сельхозпроизводителей, объем механизированных работ и условия их выполнения в хозяйствах АПК, а также номенклатура и объем работ по техническому сервису тракторов, определяют необходимость обоснования показателей расхода ресурса агрегатов техники ($П_{pij}$), способствующая достижению практический значимых целей:

соблюдение проведения технологических операций в требуемые сроки и выполнение их в полном объеме;

соблюдение проведения сервисных работ тракторов в оптимальные сроки;

выбор обоснованных вариантов ремонтно-обслуживающих воздействий.

Как результат реализации вышеизложенных мероприятий, которые предполагают учет множество меняющихся факторов условий функционирования тракторов, появляется возможность построить управляемый процесс обоснования и минимизации показателя расхода ресурса составных частей трактора и их восстановление, включающий следующие сервисные воздействия на состояние техники: плановая замена агрегатов, капитальный ремонт, эксплуатационный ремонт, техническое обслуживание.

Изменение показателя расхода ресурса составных частей тракторов в процессе эксплуатации происходит в результате использования техники, т.е. расход ресурса, и проведение ремонтных работ, т.е. восстановление ресурса. При этом интенсивность изменения показателя расхода ресурса и его восстановление определяется уровнем технической эксплуатации тракторов [14].

Для оценки состояния трактора необходим показатель, который даст возможность оперативно отреагировать на уровень технической эксплуатации техники, условия их функционирования и разработать мероприятия по оптимизации расхода ресурса. Таким показателем является уровень расхода ресурса трактора ($У_{pp}$), который может меняться от 0 до 1. При этом $У_{pp}$=0 предполагается, что трактор списывается с баланса хозяйства или отсутствует; уровень расхода ресурса равен 1 – трактор находится в исправном состоянии и все параметры трактора имеют номинальные значения.

Состояние трактора в конкретный момент времени можно охарактеризовать комплексом оценок уровней расхода ресурса его *j* -х сборочных единиц $У_{ppj}$(j=1, 2, 3, …, n). Каждому моменту функционирования трактора соответствует случайный вектор $У_{ppj}(t)$.

Параметр потока отказов агрегатов и систем трактора, как показатель надежности техники, может формироваться величинами диагностических параметров и являться функцией от уровней расхода их ресурсов $w(t)= F\{У_{ppj}(t)\}$. При этом интенсивность появления отказов и время на их устранение может изменятся в широких пределах и зависеть от условий функционирования тракторов в конкретном хозяйстве.

Критерием целевой функции, которая учитывает состояние эксплуатации тракторов, можно принять затраты, связанные с оптимизацией расхода ресурса агрегатов и систем трактора $C(t)=F\{w(t)\}$. Решение целевой функции состоит в том, чтобы определить и реализовать такие управляющие воздействия на $У_{ppj}(t)$ при котором суммарные затраты $C(t)$ были бы минимальными, т.е. оптимизация расхода ресурса агрегатов и систем трактора определяется оптимальной стратегией управления уровнем расхода ресурса трактора с учетом условий выполнения технологических процессов в конкретном хозяйстве (рисунок).

Из схемы видно, что условия функционирования, определяемый комплексным показателем, уровнем технической эксплуатации тракторов ($У_{тэт}$) [15, 16], влияют на уровни расхода ресурсов агрегатов трактора (U_{pan}), величины которых, в свою очередь, определяют уровни расходов ресурса систем ($У_{pn}$) и трактора в целом ($У_{pp}$). При этом регулятор Р осуществляет проверку оптимального управления эксплуатационной надежности трактора, т.е. проводится проверка соответствия параметра потока отказов (w_t) конкретному уровню расхода ресурса трактора ($У_{pp}$) для конкретных условий эксплуатации ($У_{тэт}$), которые, в конечном счете оказывают влияние на суммарные затраты на оптимизацию расхода ресурса техники ($С_т$).

Обоснование и оптимизация расхода ресурса трактора в конкретном хозяйстве предполагает выполнение следующих мероприятий:

-определение оптимального значения уровня расхода ресурса трактора на плановый период, который связан с разработкой методики оценки состояния тракторов и разработки мероприятий по его оптимизации;

-выбор варианта ремонтных работ и обоснование их объема, путем совершенствования типовых технологий восстановления ресурса техники и обоснования применения одного из видов ремонта, замена на капитально отремонтированный агрегат или замена на новый;

-планирование оптимального объёма обслуживающих воздействий агрегатов и систем трактора, предусматривающий обоснование оптимальной периодичности проведения обслуживающих воздействий для конкретного трактора в данных хозяйственных условиях.

Стратегия обоснования расхода ресурса агрегатов и систем трактора определяется путем решения систем зависимостей уровня расхода ресурса трактора от параметров меняющихся факторов для конкретного хозяйства.

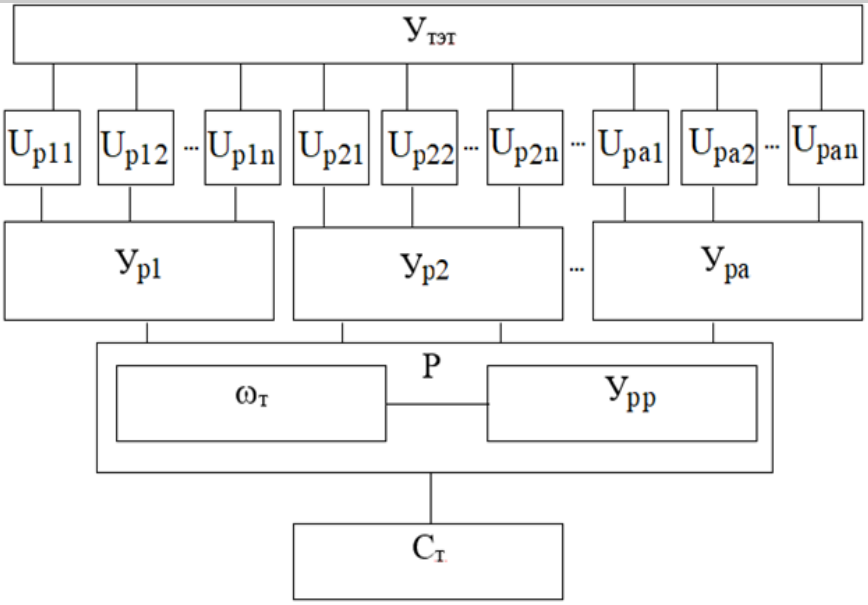

Рисунок – Схема системы управления уровнем расхода ресурса агрегатов и систем трактора

$У_{тэт}$ -уровень технической эксплуатации тракторов; U_{p11}, U_{p12}… U_{p1n}- соответственно, уровни расхода ресурса 1-го, 2-го, n-го агрегата, выходящих в первую систему трактора; U_{p21}, U_{p22}… U_{p2n} -, выходящих во вторую систему трактора; U_{pa1}, U_{pa2}… U_{pan}- соответственно, уровни расхода ресурса 1-го, 2-го, n-го агрегата, выходящих в а-ую систему трактора; $У_{p1}$, $У_{p2}$, $У_{pn}$- соответственно, уровни расхода ресурса 1-ой, 2-ой, а-ой системы трактора; $У_{pp}$- уровень расхода ресурса трактора; w_t -параметр потока отказов, мото-час$^{-1}$; $C_т$ -суммарные затраты на оптимизацию расхода ресурса техники, р.; Р- блок проверки оптимального управления эксплуатационной надежности трактора

При этом, выдерживание значений управляющих показателей в оптимальных пределах считаться идеальной стратегией.

Возможное несоответствие расчетных и фактических показателей, при осуществлении обоснования расхода ресурса трактора, могут быть устранены проведением корректирующих воздействий на управляющие показатели для последующего периода и повторного расчета.

Таким образом, процесс проектирования управления надежностью техники в сельском хозяйстве, связан с несоответствием фактических выходных показателей оптимальным, прогнозируемым значениям из-за изменчивости внешних факторов, которая может быть решена корректировкой управляющих показателей, параллельно с уточнением входных параметров.

Результаты и обсуждение. В результате анализа состояния технической эксплуатации тракторов в хозяйствах [16], можно сделать вывод, что снижение затрат на обеспечение работоспособности техники может достигаться не только повышением уровня технической эксплуатации, но и соблюдением сроков проведения мероприятий, предусмотренных при обосновании расхода ресурса агрегатов и систем трактора.

Эффективность процесса обоснования расхода ресурса для конкретного трактора в конкретных условиях его функционирования, во многом определяется степенью соответствия входных данных специфическим производственным условиям в предприятии, т.е. допущенные нами погрешности при проектировании обоснования расхода ресурса техники и его реализации, приводят к снижению эффекта по достижению конечной цели [17].

Методика обоснования расхода ресурса трактора основана на системном подходе и определяется взаимодействием трех принципов жизненного цикла техники в сельском хозяйстве: конструктивная особенность, расход ресурса и изменение состояния. Конструктивная особенность связана с конструктивно- технологическими свойствами объекта управления, трактора. Второй принцип определяется изменением геометрических размеров и диагностических параметров агрегатов, систем трактора от номинального до предельных значений. Третий принцип связан с динамикой изменения параметров состояния и эксплуатационной надежности техники с учетом условий их функционирования.

Достижение оптимальной надежности тракторов в течении всего периода эксплуатации по назначению с учетом условий их функционирования и расхода ресурса агрегатов, систем трактора предполагает разработку математического аппарата, позволяющего корректировать вводные данные и получить достоверные рекомендации по назначению вида и объема ремонтно- обслуживающих воздействий для каждой машины. Обоснование оптимальной периодичности до ремонтных и

межремонтных периодов осуществляется как основной результат реализации проекта обоснования расхода ресурса агрегатов и систем трактора. При этом определяется уровень расхода ресурса агрегатов и систем трактора и разрабатываются мероприятия по его оптимизации.

Методика назначения вариантов ремонтных воздействий основана на дополнительных исследованиях проектирования процесса обоснования расхода ресурса в межконтрольном периоде и связана с минимизацией затрат на обеспечение работоспособности трактора при выбранном варианте.

Вышеизложенные мероприятия предполагают разработку многошаговой модели управления надежностью тракторов с возможностью планирования номенклатуры операций на плановый период по критерию безотказного их выполнения по годам эксплуатации. Данная задача не выполнима без применения персонального компьютера, в виду того что, предполагается апеллировать множеством меняющимися факторами, которые являются специфичными не только для конкретного хозяйства, но и для конкретного трактора в каждом периоде их эксплуатации. При этом, считаем логичным, что периоды эксплуатации должны соответствовать не календарному году, а периодичности вида технического обслуживания, при котором предусмотрены плановые диагностические операции, т.е. в нашем случае, проектирование процесса оптимизации расхода ресурса тракторов осуществляется до следующего ТО-3, т.е. в течении 1000 м.ч.

Выводы. Существующая система ремонтно–обслуживающих воздействий, основанная на проведении мероприятий по поддержанию тракторов в работоспособном состоянии предупредительно, не обеспечивают достаточную эксплуатационную надежность техники при возделывании сельскохозяйственных культур, поскольку данная система не учитывает условий их функционирования;

одним из перспективных путей повышения эффективности эксплуатации тракторов является разработка мероприятий по обоснования параметра расхода ресурса агрегатов и систем трактора с учетом многообразия меняющихся факторов функционирования тракторов при возделывании сельскохозяйственных культур;

обоснована необходимость комплексного, безразмерного показателя, уровня расхода ресурса трактора, учитывающего не только износ детали, но и степень его влияния на износ агрегата в целом и дает нам возможность разработать мероприятия по его оптимизации;

поставленные задачи исследований направлены на оптимизацию уровня расхода ресурса тракторов в течении всего срока их использования, которая основана на поиске оптимальных решений и разработке мероприятий по обоснованию управления эксплуатационной надежности техники, предусматривающая своевременность выполнения ремонтных и обслуживающих работ с минимальными затратами средств труда.

Литература

1. Рудаков А.И., Нафиков И.Р., Иванов Б.Л. Повышение энергетической эффективности сублимационной сушки сельскохозяйственных материалов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2007. Т. 2. № 2(6). С. 101-105.

2. Обоснование параметров вакуум-откачных средств с пульсирующим активным потоком / И. Р. Нафиков, Р. К. Хусаинов, Р. Р. Лукманов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 1(65). С. 67-72. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-67-72.

3. Совершенствование методики проектирования почвозащитных технологий на склоновых агроландшафтах / С.И. Чучкалов, В.В. Алексеев, И.И. Максимов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18. № 3(71). С. 111-116. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-111-116.

4. Sabirov R.F., Ivanov B.L., Lushnov M.A. Calibration of soil humidity sensors of automatic irrigation controller // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00249. – DOI 10.1051/bioconf/20201700249.

5. Обработка результатов экспериментальных исследований использования технологий комплексного микроплазменного упрочнения рабочих органов и деталей сельскохозяйственных машин / Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18. № 3 (71). С. 68-75. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-68-75.

6. Указ Президента РФ «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» от 01.12.2016 № 642.

7. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2018 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 180 с.

8. Хафизов К.А., Хафизов Р.Н., Нурмиев А.А. Метод расчета выброса диоксида углерода машинно-тракторными агрегатами на технологических операциях, с учетом влияния параметров агрегатов на формируемый урожай зерновых культур // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 2(66). С. 106-112. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-106-112.

9. Калимуллин М.Н., Абдрахманов Р.К. Совершенствование технологии возделывания картофеля // Техника и оборудование для села. 2017.№ 4. С. 6-9.

10. Влияние фертигации на засоление почвы / Б.Г. Зиганшин, Р.К. Хусаинов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 4 (60). С. 67-70.

11. Environmental Control and Test Dynamic Control of the Engine Output Parameters / A. Gritsenko,

V. Shepelev, G. Salimonenko, et al. // FME Transactions. 2020. Vol. 48. No. 4. P. 889-898. – DOI 10.5937/fme2004889G.

12. The Role of Reverse Logistics in the Transition to a Circular Economy: Case Study of Automotive Spare Parts Logistics / I. Makarova, K. Shubenkova, P. Buyvol, et al. // FME Transactions. 2021. Vol. 49. No. 1. P. 173-185. – DOI 10.5937/FME2101173M.

13. Gritsenko A.V., Shepelev V.D., Makarova I.V. Diagnostics of the fuel supply system of auto ICEs by the test method // Journal of King Saud University. Engineering Sciences. 2021. – DOI 10.1016/j.jksues.2021.03.008.

14. Justification of the optimal annual load on the tractor providing for its parameters stress on the formed crop / K.A. Khafizov, R.N. Khafizov, A.A. Nurmiev, et al. // Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – DOI 10.1051/bioconf/20201700022.

15. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems / I. Galiev, C. Khafizov, R. Khusainov, M. Faskhutdinov // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 48-53. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF012.

16. Хусаинов Р.К., Обоснование расхода ресурса агрегатов и систем трактора с учетом диференцированного подхода при назначении технологических операций на плановый период // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 8. № 2(28). С. 73-76.

17. Совершенствование влагоаккумулирующей техники и технологии обработки почвы и посева / Н. К. Мазитов, А. Р. Валиев, Л. З. Шарафиев, И. С. Мухаметшин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 2(66). С. 74-83. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-74-83

Сведения об авторах:

Галиев Ильгиз Гакифович - доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации и ремонта машин, e-mail: drGali@mail.ru

Зиганшин Булат Гусманович - доктор технических наук, профессор РАН, первый проректор — проректор по научной работе и цифровой трансформации, профессор кафедры машин и оборудования в агробизнесе, e-mail: zigan66@mail.ru

Калимуллин Марат Назипович - доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации и ремонта машин, e-mail: marat-kmn@yandex.ru

Адигамов Наиль Рашатович - доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации и ремонта машин, e-mail: n-adigamov@rambler.ru

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

Габдрафиков Фаниль Закариевич— доктор технических наук, профессор кафедры теплоэнергетики и физики, e-mail: gabdrafikov@mail.ru

Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

A GENERAL APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF ENSURING THE EFFICIENCY OF TRACTORS IN THE AGRO-INDUSTRIAL INDUSTRY

I. G. Galiev, B. G. Ziganshin, M. N. Kalimullin, N. R. Adigamov, F. Z. Gabdrafikov

Abstract. Agricultural production is characterized by the seasonality of mechanized work in the cultivation of crops. In addition, the amount of wear on aggregates and equipment systems is determined, on the one hand, by natural and climatic conditions and, on the other, by the nomenclature of operations performed in the planned period, organizational, production and technical conditions in a particular farm. Tractor units and systems are interconnect with each other and interdependent on each other, i.e. the amount of wear of some parts affects the wear of others. In this regard, the purpose of the research is to develop a concept for ensuring the operability of tractors in the agro-industrial complex by optimizing the resource consumption of aggregates and systems, taking into account the conditions of their operation. The most promising direction for improving the efficiency of tractor operation is the development of measures to optimize the resource consumption of their units and systems, taking into account the operating conditions of machinery in the agro-industrial complex. To predict changes in the physical parameter of a part, unit, and tractor system for the planned period of a certain amount of work, a concept is introduced - an indicator of resource consumption, which determines the amount of change in the diagnostic parameter of the unit state per unit of work performed. The assessment of the tractor condition is carry out by the level of equipment resource consumption, which makes it possible to promptly respond to the state of technical operation of equipment, the conditions of their operation and develop measures to optimize resource consumption. The resource consumption level ($U_{тр}$) of the tractor, theoretically, can vary from 0 to 1. In this case, $U_{тр}$=0 it is assumed that the tractor is written off from the balance sheet of the farm or is missing; with $U_{тр}$=1, it is assumed that the tractor is in good condition and all tractor parameters have nominal values. With known patterns of changes in the level of resource consumption for various types of agricultural operations, it becomes possible to plan the range of work for each tractor for the planned period, taking into account the optimal resource consumption of their units and systems.

Key words: agricultural tractors, efficiency, resource consumption, operating conditions, efficiency of tractors.

References

1. Rudakov AI, Nafikov IR, Ivanov BL. [Increasing the energy efficiency of freeze drying of agricultural materials]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2007; Vol.2. 2(6). 101-105 p.

2. Nafikov IR, Khusainov RK, Lukmanov RR. [Justification of the parameters of vacuum pumping equipment with a pulsating active flow]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; Vol.17. 1(65). 67-72 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-67-72.

3. Chuchkalov SI, Alekseev VV, Maksimov II. [Improving the methodology for designing soil protection technologies on slope agricultural landscapes]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023; Vol.18. 3(71). 111-116 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-111-116.

4. Sabirov RF, Ivanov BL, Lushnov MA. Calibration of soil humidity sensors of automatic irrigation controller. Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13-14 noyabrya 2019 goda. EDP Sciences. 2020; 00249 p. – DOI 10.1051/bioconf/20201700249.

5. Adigamov NR, Gimaltdinov IKh. [Processing the results of experimental studies of the use of technologies for

complex microplasma hardening of working bounits and parts of agricultural machines]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023; Vol.18. 3(71). 68-75 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2023-68-75.

6. Ukaz Prezidenta RF "O strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii" ot 01.12.2016 № 642. [Decree of the President of the Russian Federation "On the strategy of scientific and technological development of the Russian Federation" dated December 1, 2016 No. 642].

7. Natsionalnuy doklad "O khode i rezultatakh realizatsii v 2018 godu Gosudarstvennoy programmy razvitiya selskogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov selskokhozyaystvennoy produktsii, syrya i prodovolstviya". [National report "On the progress and results of the implementation in 2018 of the State Program for the development of agriculture and regulation of markets for agricultural products, raw materials and food"]. – Moscow: FGBNU Rosinformagrotekh. 2019; 180 p.

8. Khafizov KA, Khafizov RN, Nurmiev AA. [Method for calculating carbon dioxide emissions from machine and tractor units during technological operations, taking into account the influence of unit parameters on the generated grain crop]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; Vol.17. 2(66). 106-112 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-106-112.

9. Kalimullin MN, Abdrakhmanov RK. [Improving the technology of potato cultivation]. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2017; 4. 6-9 p.

10. Ziganshin BG, Khusainov RK. [The influence of fertigation on soil salinity]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020; Vol.15. 4 (60). 67-70 p.

11. Gritsenko A, Shepelev V, Salimonenko G. Environmental control and test dynamic control of the engine output parameters. FME Transactions. 2020; Vol.48. 4. 889-898 p. – DOI 10.5937/fme2004889G.

12. Makarova I, Shubenkova K, Buyvol P. The role of reverse logistics in the transition to a circular economy: case study of automotive spare parts logistics. FME Transactions. 2021; Vol.49. 1. 173-185 p. – DOI 10.5937/FME2101173M.

13. Gritsenko AV, Shepelev VD, Makarova IV. Diagnostics of the fuel supply system of auto ICEs by the test method. Journal of King Saud University. Engineering Sciences. 2021; – DOI 10.1016/j.jksues.2021.03.008.

14. Khafizov KA, Khafizov RN, Nurmiev AA. Justification of the optimal annual load on the tractor providing for its parameters stress on the formed crop. Bio web of conferences: International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan, 13-14 noyabrya 2019 goda. EDP Sciences. 2020; – DOI 10.1051/bioconf/20201700022.

15. Galiev I, Khafizov K, Khusainov R, Faskhutdinov M. Ensuring possibility of functioning of tractors in agricultural production taking into account residual resources of their units and systems. Engineering for Rural Development: 19, Jelgava, 20-22 maya 2020 goda. Jelgava. 2020; 48-53 p. – DOI 10.22616/ERDev.2020.19.TF012.

16. Khusainov RK. [Justification of the resource consumption of tractor units and systems taking into account a differentiated approach when assigning technological operations to the planning period]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013; Vol.8. 2(28). 73-76 p.

17. Mazitov NK, Valiev AR, Sharafiev LZ, Mukhametshin IS. [Improvement of moisture-accumulating equipment and technology for tillage and sowing]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022; Vol.17. 2 (66). 74-83 p. – DOI 10.12737/2073-0462-2022-74-83

Authors:

Galiev Ilgiz Gakifovich - Doctor of Technical Sciences, Professor of Machine Operation and Repair Department, e-mail: drGali@mail.ru

Ziganshin Bulat Gusmanovich - Doctor of Technical sciences, Professor of Russian Academy of Sciences, First ViceRector - Vice-Rector for Research and Digital Transformation, Professor of the Department of Machinery and Equipment in Agribusiness, e-mail: zigan66@mail.ru

Kalimullin Marat Nazipovich - Doctor of Technical Sciences, Professor of Machine Operation and Repair Department, e-mail: marat-kmn@yandex.ru

Adigamov Nail Rashatovich - Doctor of Technical Sciences, Professor of Machine Operation and Repair Department, e-mail: n-adigamov@rambler.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Gabdrafikov Fanil Zakarievich - Doctor of Technical Sciences, Professor of Thermal Power Engineering and Physics Department, e-mail: gabdrafikov@mail.ru

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia.