

6  
А-29

Министерство сельского хозяйства СССР  
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации  
сельского хозяйства

Н. К. МУКУМБАЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ  
МЕХАНИЗМОВ СИСТЕМЫ ПУСКА  
ТРАКТОРА Т-28х3 В УСЛОВИЯХ  
ХЛОПКОВОДСТВА УЗБЕКИСТАНА

410—Механизация сельхозпроизводства

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ташкент—1968

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР  
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Н.К. МУКУМБАЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ МЕХАНИЗМОВ СИСТЕМЫ ПУСКА  
ТРАКТОРА Т-28ХЗ В УСЛОВИЯХ ХЛОПКОВОДСТВА  
УЗБЕКИСТАНА

410 - Механизация сельхозпроизводства

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Ташкент - 1968

Работа выполнена на кафедре теории механизмов и деталей машин Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства и в хлопковых хозяйствах, обслуживаемых Ферганским объединением "Узсельхозтехника".

Научный руководитель доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники УзССР, профессор Г.А. КОШЕВНИКОВ.

Официальные оппоненты: доктор технических наук П.В. БАЙДОК и кандидат технических наук, доцент Д.Х. ХАКИМОВ.

Ведущее предприятие - завод "Ташсельмаш"

Автореферат разослан 28 ноября 1968 г.

Защита диссертации состоится 31 декабря 1968 г. на заседании Ученого Совета Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства ( г. Ташкент, ул. Учительская, 39).

Ваши отзывы и замечания в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по указанному выше адресу в Ученый Совет.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института:

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

ДОЦЕНТ

( ПЕСИКОВ В.С.)

321499

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
Академии наук УзССР

## В В Е Д Е Н И Е

Повышение надежности тракторов и сельскохозяйственных машин является важной задачей, поставленной партией и правительством перед машиностроителями и органами сельского хозяйства.

Значительную роль в развитии механизации хлопководства играет пропашной трактор хлопковой модификации Т-28ХЗ с дизельным двигателем Д-37М.

Использование трактора с системой агрегатируемых сельскохозяйственных машин позволило увеличить производство хлопка, механизировать все основные производственные процессы, в том числе осуществить механизированный сбор урожая хлопка-сырца.

Отмечая значительные успехи в сельском хозяйстве в результате применения тракторов Т-28ХЗ, вместе с тем следует отметить необходимость дальнейшего повышения их надежности, особенно системы пуска двигателя, поскольку опыт эксплуатации тракторов Т-28ХЗ в хлопководстве Узбекистана обнаруживает недостаточную надежность этой системы. Это обусловлено выходом из строя аккумуляторных батарей, подвергшихся вредному воздействию высокой температуры, вибрации и попадания масла из гидро-системы; выходом из строя штепсельных разъемов; довольно частыми случаями разноса стартеров из-за несвоевременного отключения вследствие нечеткой работы некоторых механизмов, в частности обгонной муфты и промежуточного реле.

При возникающих отказах в основных элементах системы пуска, аккумуляторной батарее или стартере, запуск дизельного двигателя затруднен и возможен только буксиром, что связано с неудобствами и большими затратами времени.

Возникающие неисправности в электрооборудовании снижают производительность машинно-тракторных агрегатов, увеличивают затраты на содержание тракторов, лишают возможности выполнять полевые работы в наиболее благоприятные агротехнические сроки.

В связи с необходимостью повышения надежности элементов электрооборудования и прежде всего системы пуска трактора Т-28ХЗ, Ташкентским институтом инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства по хозяйственному договору с Министер-

отвом сельского хозяйства УзССР и творческому договору о Всесоюзном научно-исследовательском и экспериментальном институте автомобильного электрооборудования, карбюраторов и приборов (НИИАвтоприборов), проведены исследования надежности системы пуска тракторов Т-28ХЗ в условиях хлопководства Узбекистана и разработаны рекомендации по ее повышению. Результаты исследований переданы производству, а данные этих исследований послужили материалом для написания настоящей работы.

Исследование наработки тракторов при возделывании хлопчатника и уборке урожая, учет отказов и неисправностей, устраняемых при ремонте электрооборудования в мастерских и поле, производились в хлопковых хозяйствах Ферганской области.

На основе полученных статистических данных об отказах определены основные параметры надежности агрегатов системы пуска.

С помощью осциллографирования процессов запуска двигателя на тракторах и созданного нами специального стенда выяснена последовательность срабатывания механизмов системы пуска, установлены изменения механических и электрических параметров, скорости и ускорения вращающихся частей пускового устройства.

Разработаны логическая и структурная схемы и циклограмма процесса пуска, на основе которых выведены формулы для расчета надежности системы. Показано, что процесс пуска зависит от действия механизмов, срабатывающих автоматически и управляемых вручную.

Разработаны предложения по повышению надежности электрооборудования путем совершенствования конструкции и компоновки элементов системы на тракторе и улучшению технического обслуживания.

Проведенные стендовые и эксплуатационные исследования износоустойчивости подшипников и цдпф стартеров позволили определить характер их износа и разработать мероприятия по повышению их долговечности.

## I. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе анализа систем пуска двигателей составлена классификация, в которой рассматриваемая система относится к группе, имеющей электрический стартер с механическим включением сцепляющего механизма (СТ-212Б), дистанционное управление, механизм декомпрессии и подогреватель всасываемого воздуха. Источником питания является аккумуляторная батарея ЗТСТ-135ПМС. В работе системы участвуют генератор постоянного тока Г-115Б, реле-регулятор РР-315Б, промежуточное реле РС-502 и другие элементы.

Исследованием установлено, что некоторые процессы запуска рассматриваемого двигателя - включение и отключение промежуточного и тягового реле, обгонной муфты, шестерни и ротора стартера - происходят автоматически по заданной программе. Вместе с тем, включение и выключение механизма декомпрессии, факельного подогревателя и обмотки промежуточного реле не автоматизированы и производятся трактористом. Несвоевременное выполнение этих операций нередко приводит к нарушению работы системы пуска и ее отказам.

Известно, что надежность изделий зависит от многих факторов. К одной группе можно отнести факторы, обусловленные недостатками конструкций и технологии их изготовления на заводах. К другой - факторы, связанные с недостатками эксплуатации, обслуживания и ремонта. Надежность трактора и его систем в основном зависит от условий эксплуатации, которые определяются совокупностью режимов работы, полевыми и климатическими условиями, наличием вибрации, методами проведения технических уходов и ремонтов, квалификацией обслуживающего персонала. От этих условий во многом зависит наработка машинно-тракторных агрегатов.

Количество мото-часов, наработываемых в хлопководстве 50 тракторами по данным внешнего учета, различно в различные месяцы года. Так, средняя наработка за январь составила 37,5 мото-часов, за февраль - 54,2. Наибольшая среднемесячная наработка имела место в мае и составила 155 мото-часов.

На некоторых тракторах наработка достигла 226 мото-часов, а на других - только 92.

К концу 1967 г. наработка составила в среднем 1110 мото-часов - кривая 3 (рис.1), при колебании от 840 (кривая 2) до 1555 (кривая 1) мото-часов.

При этом в обследованных хозяйствах на культивацию затрачивалось 22,5% машинного времени, на сбор хлопка - 11,9, внесение удобрений - 10,9, малованне - 9,3, сев хлопчатника - 7,5, борохочистку - 5,6, корчевание груз-пан - 5,0, нарезку борозд - 4,9, боронование - 4,5, транспорт - 15,4 и прочие работы - 2,5%.

Обработка полученных результатов показала, что эмпирическое распределение (кривая 5) годовой наработки тракторов Т-28ХЗ довольно близко соответствует нормальному закону распределения (кривая 6).

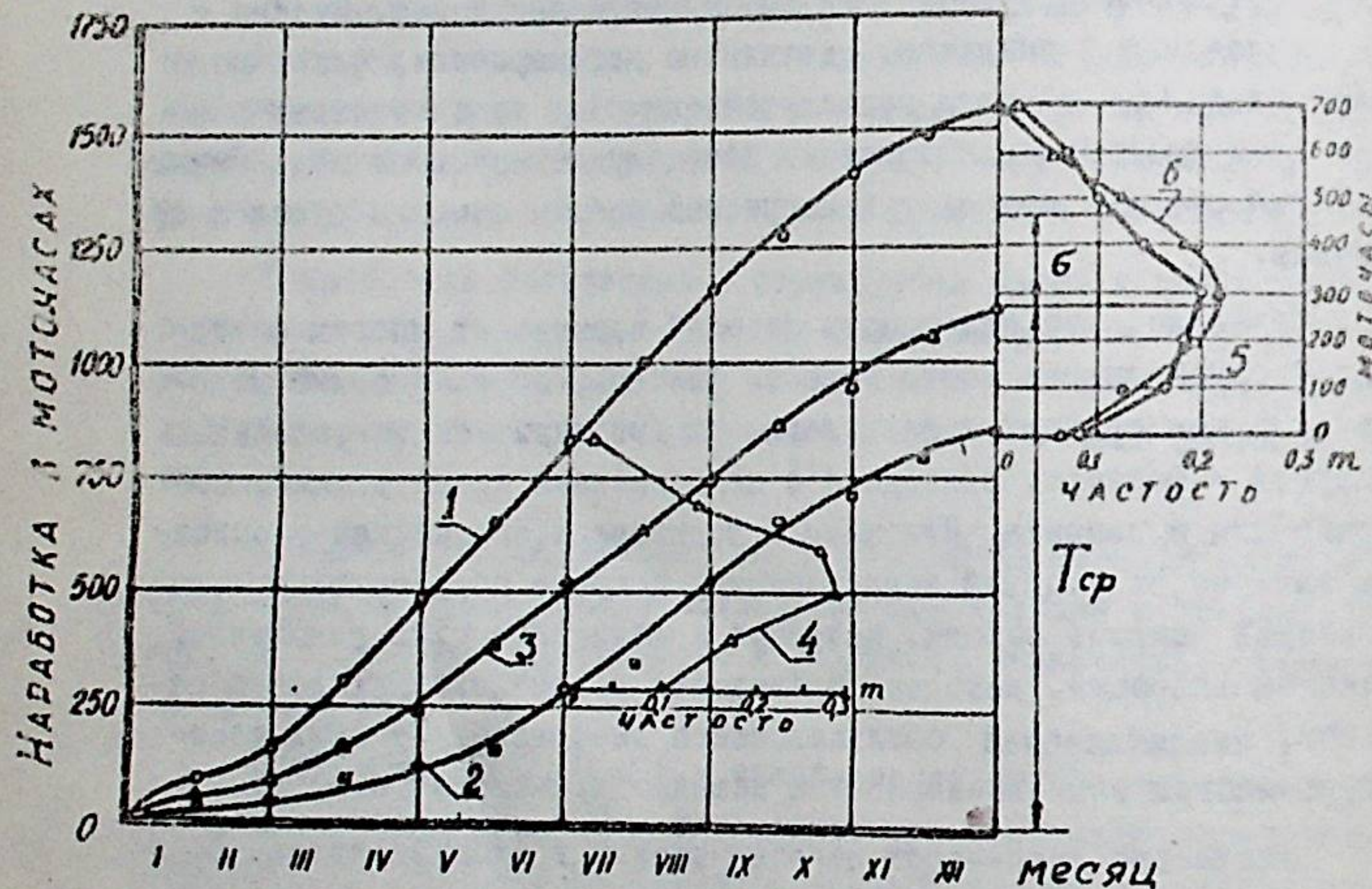


Рис.1. Суммарная наработка 50 тракторов Т-28ХЗ в хлопковых хозяйствах Ферганской области в 1967 г.: 1- максимальная наработка; 2- минимальная наработка; 3- средняя наработка; 4- эмпирическое распределение наработки за период январь-июль; 5- эмпирическое распределение годовой наработки тракторов; 6- теоретическое распределение годовой наработки.

Установлено, что на один мото-час работы трактора приходится в среднем 1,44 пуска двигателя.

Некоторые колхозы проводят техобслуживание электрооборудования машины самостоятельно, а некоторые - с помощью органов "Сельхозтехники" по договорам.

В 1966 г. колхозы Ахунбабаевского района Ферганской области оплатили "Сельхозтехнике" за проведение технических уходов по электрооборудованию одного трактора в среднем 13,9 руб. и за запасные части, материалы и ремонт - 49,2 руб., т.е. в год затрачивалось на один трактор 63,1 руб.

За счет улучшения качества технического обслуживания в 1967 г. затраты уменьшились до 56,7 руб. Однако эти затраты значительны и примерно за 2,5 года эксплуатация трактора достигают общей стоимости установленного электрооборудования.

Поскольку работа пусковой системы имеет определенную связь с наработкой трактора, то при проведении экономических исследований по системе пуска затраты на ее поддержание в работоспособном состоянии исчислялись на единицу работы трактора, выраженную в мото-часах. В 1967 г. эти расходы при средней годовой наработке трактора 1110 мото-часов составили 0,0511 руб. на 1 мото-час, из них на устранение отказов - 0,0385, проведение технического обслуживания - 0,0126 руб.

В главе помещен анализ научных работ, посвященных вопросу запуска тракторных и автомобильных двигателей в различных условиях эксплуатации, при низких и нормальных температурах. Это работы В.П.Болтинского, М.Л.Минкина, Ю.М.Галкина, Я.А.Менделевич, В.Л.Купершмидта, А.Н.Хваткова, И.С.Хвоцева, Н.Д.Машкова и др. В них приведены методы расчета сил сопротивления проворачиванию двигателей при пуске, определена мощность пусковой системы по их основным параметрам и условия для получения минимального момента сил сопротивления вращению.

Авторы показали, что мощность пускового устройства зависит в основном от минимальных пусковых оборотов и момента сил сопротивления вращению коленчатого вала, который является суммой моментов - от сил трения при вращении кривошипно-шатунного механизма, от компрессии и от касательных сил инерции, возникающих при разгоне вращающихся частей.

В данных исследованиях отмечается, что при раскручивании коленчатого вала двигателя при наличии компрессии в конце каждого такта сжатия скорость вращения коленчатого вала несколько снижается. Это наблюдалось и в наших исследованиях.

Значительный интерес представляют исследования НИИ Автоприборов и НАТИ по повышению долговечности и надежности дизелей Д-37М.

Надежный и быстрый запуск зависит не только от пусковых качеств двигателя, но и от совершенства механизмов системы пуска, их способности безотказно работать в определенных условиях эксплуатации.

А.Ф. Левин определил вероятность безотказной работы автомобильного электрооборудования и в том числе элементов системы пуска в условиях сухого жаркого климата. В частности, вероятность безотказной работы стартера СТ-8 за пробег автомобиля в 100 тыс. км в условиях Средней Азии снизилась до 0,64, а аккумуляторных батарей СТ-68 - до нуля. Аналогичные результаты получены и в наших исследованиях при определении надежности пусковой системы тракторов.

Научно-исследовательские работы, проводимые НИИ Автоприборов, и другими организациями в хозяйствах, позволяют оценить надежность электрооборудования тракторов, работающих в основном в центральной полосе Союза. Вместе с тем до последнего времени не были достаточно полно изучены и исследованы условия эксплуатации и надежность электрооборудования тракторов хлопковой модификации, не было и соответствующих требований по повышению их надежности.

Надежность исследуемых элементов системы пуска оценивалась вероятностью безотказной работы  $p(t)$ , средним временем безотказной работы  $T_{ср}$ , частотой отказов  $\alpha(t)$ , интенсивностью отказов  $\lambda(t)$ , коэффициентом отказов и другими характеристиками, определяющими различные качества элементов.

В связи с этим в главе рассмотрены основные вопросы теории надежности применительно к объекту исследования и сделано обобщение имеющихся работ по надежности технических систем.

Значительный вклад в развитие теории надежности сделали советские ученые А.И. Берг, Н.Г. Бруевич, Б.В. Гиеденко, Ю.И. Беляев, А.Д. Соловьев, Г.В. Дружинин, И.М. Маликов, А.М. Половко, Я.Б. Шор и многие другие, а также зарубежные ученые Д. Лойд и М. Липов, Д. Сандлер, И. Бавровский и другие.

Теория надежности в области сельскохозяйственных машин и оборудования получила большое развитие в результате работ А.И. Саливанова.

Обычно повышение надежности и долговечности изделий связано с некоторым удорожанием и усложнением их производства, но это возмещается уменьшением затрат труда и средств для поддержания их в работоспособном состоянии в период эксплуатации.

Решению этой важной задачи посвящены исследования Л.Я. Шухгалтера, Р.В. Кугеля, Р.Н. Коллегева, Д.Г. Решетова, Я.Б. Шора, а также методические разработки заводов, институтов.

Следует отметить, что еще недостаточно проведено теоретических и экспериментальных исследований, касающихся надежности рассматриваемой системы, работающей в специфических условиях эксплуатации хлопководства.

Целью настоящей диссертационной работы является:

- определение по результатам учета отказов в полевых условиях, обеспечиваемой в настоящее время надежности системы пуска двигателя трактора Т-28ХЗ;
- определение величины и характера годовой наработки машинно-тракторных агрегатов;
- разработка методики определения вероятности безотказной работы элементов машины в специфических условиях учета отказов;
- исследование кинематических и динамических параметров системы пуска;
- разработка теоретических основ, повышения надежности одного из важнейших агрегатов системы пуска-стартера СТ-212Б;
- разработка предложений, направленных на повышение надежности системы пуска.

## II. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ

Программа исследования включает следующие работы:

- классификация пусковых устройств тракторных двигателей;
- анализ устройства и работы системы пуска рассматриваемого трактора;
- рассмотрение общих вопросов надежности применительно к объекту исследования;
- обследование повреждений, поломок и износов элементов системы пуска, обнаруживаемых при эксплуатации и при проведении ремонта;

- учет наработки тракторов и отказов элементов системы пуска при работе в условиях хлопководства;

- анализ неисправностей системы пуска и на этой основе составление характеристик возникающих отказов и параметров надежности;

- разработка методики статистической обработки результатов наблюдений и измерений;

- разработка структурных и логических схем системы и на этой основе составление формул для определения ее надежности;

- теоретические и экспериментальные исследования, направленные на повышение надежности и долговечности стартера СТ-212Б за счет уменьшения износа трущихся поверхностей;

- разработка тормоза и усовершенствованной схемы автоматического отключения стартера;

- экспериментальное исследование износостойкости серийного и усовершенствованного стартеров;

- разработка усовершенствованной схемы электрооборудования трактора хлопковой модификации и навешиваемых на них хлопкоуборочных машин;

- определение экономической эффективности от внедрения предложений, разработанных в результате исследования.

Поскольку выполнение экспериментальных исследований потребовало применения специальных средств, в программу исследований включена работа по созданию стартера-моментамера, необходимого для регистрации крутящего момента, развиваемого стартером в период пуска; создание лабораторно-полевой установки, с помощью которой проводилось осциллографирование ряда параметров процесса запуска двигателя на тракторах, находящихся в эксплуатации; разработка стенда для ускоренных лабораторных износных испытаний стартеров; создание счетчика для регистрации числа запусков двигателя трактора Т-28ХЗ и определение средней длительности запусков при работе тракторов в полевых условиях.

Далее в этой главе даны основы методики исследования, при этом отдельные методики отдельных исследований приведены в соответствующих главах и разделах.

### III. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

При определении вероятности безотказной работы  $p(t)$ , при-

пято отказавшие элементы исключать из дальнейшего учета и учитывать только изделия, по которым не было отказов:

$$p(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0}, \quad (1)$$

где  $N_0$  - количество элементов, взятых на учет;  
 $n(t)$  - количество элементов, отказавших к моменту времени  $t$ .

Наряду с этим способом сбора данных об отказах разработана частная методика, учитывающая специфические условия работы машин в хлопководстве и многих отраслях производства, когда отказавшая деталь заменяется в машине новой или отремонтированной и все остальные детали системы, по которым ведется учет отказов, оказываются в нескольких иных условиях. Мы предлагаем в этих случаях определять

$$p(t) = \frac{N_0 - [n'(t) - k(t)]}{N_0}, \quad (2)$$

где  $n'(t)$  - количество отказов по всем элементам, т.е. первоначально взятым и дополнительно включенным в работу к моменту времени  $t$ ;

$k(t)$  - количество отказов по дополнительно введенным элементам к моменту времени  $t$ .

Обработка полученных статистических данных проводилась в соответствии с основными требованиями и положениями теории надежности, теории вероятностей и математической статистики.

Среднегодовая наработка трактора  $T_{cp}$  составила 1110 мото-часов при среднеквадратическом отклонении  $\sigma = 196$  мото-часов, мода  $M_0 = 882$  мото-часа, асимметрия  $A = 0,446$  и эксцесс  $E = -0,38$ . Математическое ожидание среднего времени годовой наработки с вероятностью  $\gamma = 0,9$  находится в границах от 1064,5 до 1155 мото-часов.

Учет отказов, произведенный при работе тракторов в хлопководстве показал, что к исходу 3600 мото-часов отказали каждый из взятых на учет 50 аккумуляторов, т.е. к исходу этого времени вероятность безотказной работы снижается до нуля. Более надежными оказались другие элементы системы пуска (табл. I).

В результате статистической обработки данных по отказам 50 комплектов аккумуляторных батарей установлено, что за период наблюдений аккумуляторы на тракторах наработали на отказ от 250 до 3410 мото-часов, имея среднее время безотказной работы 2034 мото-часа при среднеквадратическом отклонении 780 мото-часов.

Анализ частот полученного эмпирического распределения, а также значений приведенных параметров допускает, что закон распределения наработки между отказами аккумуляторных батарей рассматриваемых тракторов, в соответствии с критерием Пирсона, близок к нормальному закону распределения.

К исходу первого года эксплуатации вероятность отказов аккумуляторов - кривая  $q(t)$  (рис.2) составила 0,14; вероятность безотказной работы  $p(t) = 0,86$ ; интенсивность отказов  $\lambda(t) = 0,152 \cdot 10^{-3}$  1/мото-час, частота отказов  $\alpha(t) = 0,134 \cdot 10^{-3}$  1/мото-час.

К концу второго года эксплуатации (в среднем 2220 мото-часов работы трактора) вероятность безотказной работы значительно снижается до 0,32, интенсивность и частота отказов возрастает соответственно до  $1,335 \cdot 10^{-3}$  и  $0,533 \cdot 10^{-3}$  1/мото-час.

Параметры надежности генераторов, стартеров и реле-регуляторов даны в табл. 2.

Анализ изменения надежности генераторов, стартеров и реле-регуляторов показывает, что в начальный период эксплуатации тракторов надежность рассматриваемых элементов снижается незначительно и к концу первого года эксплуатации вероятность безотказной работы генераторов составляет - 0,93, стартеров - 0,96 и реле-регуляторов - 0,915.

К концу первого года эксплуатации вероятность безотказной работы по штепсельным разъемам и промежуточным реле - 0,96, по включателям массы и стартеров - 0,93, и по электрофакельному подогревателю - 0,94.

Частота и интенсивность отказов для всех элементов относительно невелики, так как в этот период в основном преобладают внезапные отказы, а действие постепенных износных отказов еще незначительно.

Таблица 1

Сводные результаты учета отказов по системе пуска 63 тракторов Т-28Х8 в 1966-1968 г.г.

Наименование	Период работ, мото-час	Количество элементов, взятых под наблюдение шт.	Всего отказов		по количеству отказов за период работ		по конструкции в результате износа		по прочим и неустановленным причинам	
			шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Аккумуляторная батарея	3600	50	50	100	22	44,0	8	6,0	25	50,0
Генератор	2400	47	23	49,0	8	34,8	10	43,5	8	19,0
Реле-регулятор	2400	48	29	60,4	10	34,5	4	13,8	4	13,8
Стартер	2400	49	19	38,8	4	21,0	5	26,8	9	47,43
<b>Итого</b>		<b>194</b>	<b>121</b>	<b>62,8</b>	<b>44</b>	<b>36,36</b>	<b>22</b>	<b>18,18</b>	<b>41</b>	<b>33,9</b>
									<b>14</b>	<b>11,56</b>



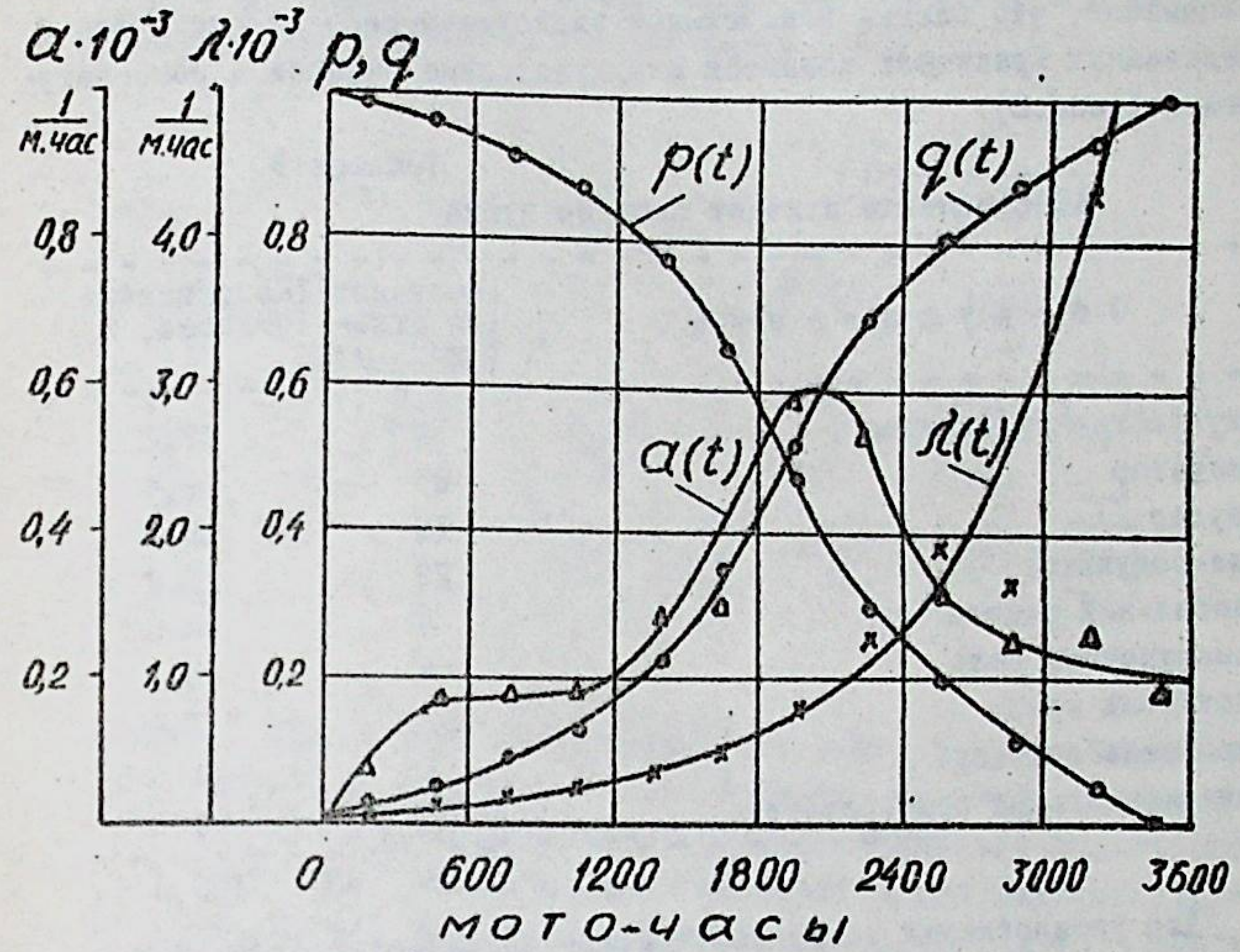


Рис. 2. Вероятность отказа  $q(t)$ , вероятность безотказной работы  $p(t)$ , частота и интенсивность отказов  $\alpha(t), \lambda(t)$  аккумуляторных батарей ЗТСТ-135ПМС.

К исходу второго года работы элементов в результате длительного воздействия различных факторов эксплуатации вероятность безотказной работы снижается значительно, чем в первый год эксплуатации и составляет по генераторам - 0,59; стартерам - 0,67; реле-регуляторам - 0,5. Интенсивность и частота отказов в течение этого периода возрастает вследствие износа и старения деталей.

К концу рассматриваемого периода вероятность безотказной работы составила по штепсельным разъемам - 0,9, промежуточным реле - 0,92, включателям массы - 0,96, включателям стартеров - 0,96 и по электрофакельным подогревателям - 0,86.

Среднее время безотказной работы для генераторов составляет 2100 мото-часов, для стартеров - 2123 и для реле-регуляторов - 1965 мото-часов.

Параметры надежности генераторов Г-115Б, стартеров СТ-215Б и реле-регуляторов РР-315Б за период наработки

Т = 2400 мото-часов

$\Delta t$	Промежуток наработки	Среднее время между отказами $t_f$	Количество отказов за время $\Delta t$	Интенсивность отказов в 10-3	Частота отказов в 10-3	Вероятность безотказной работы	Вероятность отказа	Интенсивность отказов $\lambda$	Частота отказов $\alpha$
0-300	150	-	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
301-600	450	1	-	0,0723	0,070	0,98	1,0	0,99	0,99
601-900	750	1	1	0,0732	0,145	0,87	0,138	0,968	0,99
901-1200	1050	2	2	0,153	0,141	0,85	0,138	0,987	0,96
1201-1500	1350	3	2	0,243	0,148	0,82	0,136	0,883	0,92
1501-1800	1650	3	3	0,269	0,236	0,77	0,204	0,82	0,87
1801-2100	1950	5	5	0,482	0,432	0,625	0,340	0,735	0,777
2100-2400	2250	8	6	0,943	0,607	1,89	0,567	0,408	0,698

Таблица 2

Сравнительная оценка надежности элементов системы пуска с помощью коэффициентов отказов к исходу второго года эксплуатации показывает, что самыми ненадежными элементами системы пуска исследованных тракторов являются аккумуляторные батареи и реле-регуляторы (табл.3).

Таблица 3

Коэффициенты отказов системы пуска		
Оборудование	Количество отказов, шт.	Коэффициент отказов, %
Аккумуляторная батарея	34	27,2
Генератор	23	18,4
Стартер	19	15,2
Реле-регулятор	29	23,2
Штепсельный разъем	5	4,0
Промежуточное реле	4	3,2
Выключатель массы	2	1,6
Выключатель стартера	2	1,6
Электрофакельный подогреватель	7	5,6
ИТОГО	125	100,0

Для установления зависимости между надежностью отдельных элементов и всей системой пуска необходимо знать взаимосвязь между элементами, что определяется структурной и логической схемами.

На основе принципиальной электрической схемы составлена логическая схема надежности (рис.3), включающая четыре линии связи:

- линия I относится к механизму декомпрессии;
- линия II - к факельному подогревателю;
- линия III включает основные агрегаты системы пуска;
- линия IV означает цепь обратной связи, предназначенной для отключения промежуточного реле стартера 5А. Участок обратной связи резервирован и показан двумя параллельно действующими ветвями: C - учитывающей отключение стартера напряжением генератора, α - отключение стартера вручную ключом пуска.

Анализ логической схемы надежности позволяет составить формулу для определения вероятности работы системы пуска:

$$P_c(t) = P_{III}(t) [1 - q_I(t) q_{II}(t)], \quad (3)$$

где  $P_c(t)$  - вероятность безотказной работы системы пуска в целом;  
 $P_{III}(t)$  - вероятность безотказной работы линий III и IV;  
 $q_I(t), q_{II}(t)$  - вероятность отказа линий I и II.

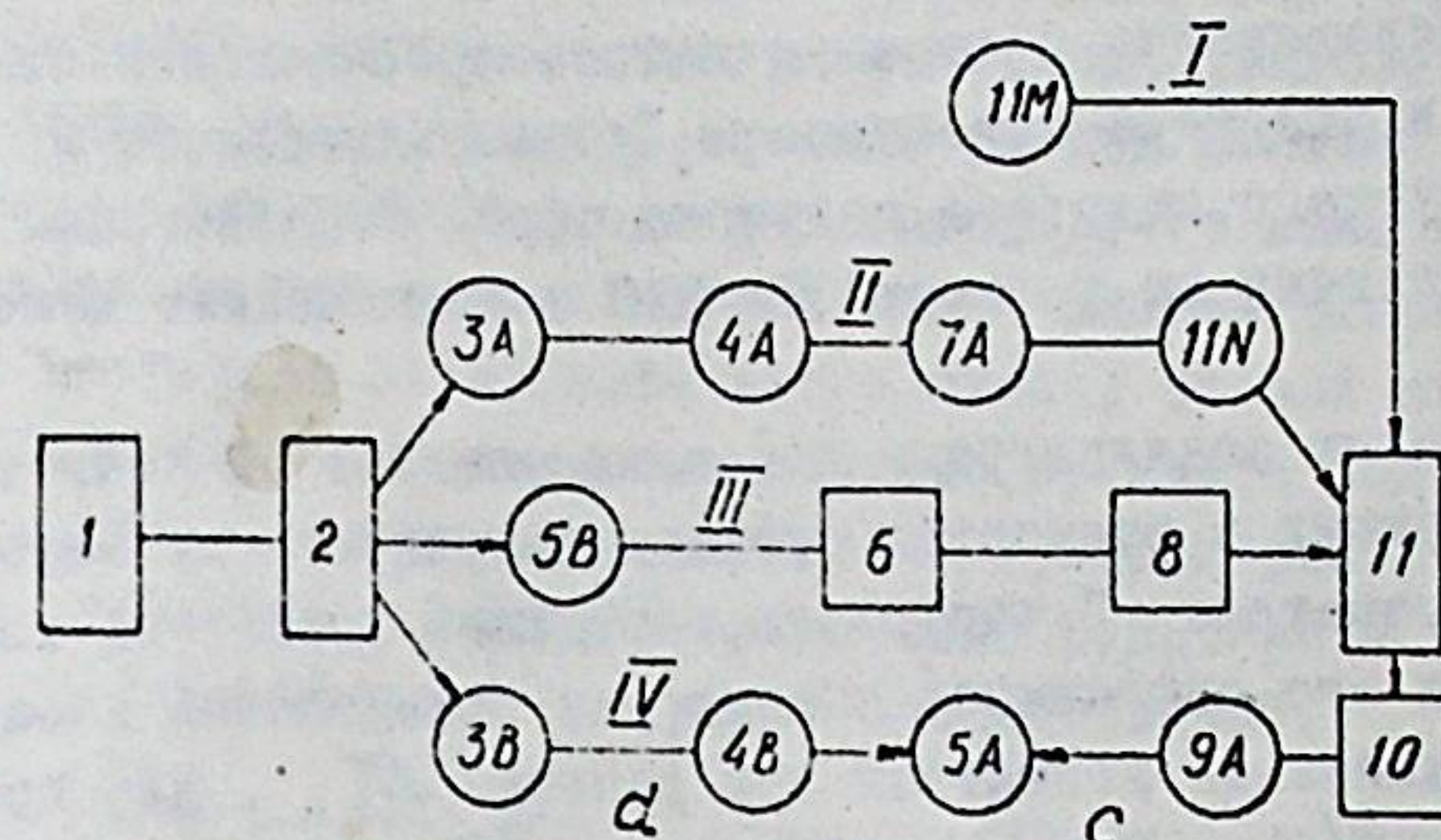


Рис.3. Логическая схема надежности системы пуска тракторов Т-28ХЗ: I - аккумуляторная батарея; 2- выключатель массы; 3А - контакты выключателя электрофакельного подогревателя; 3В - контакты выключателя промежуточного реле стартера; 4А - цепь электрофакельного подогревателя; 4В - цепь промежуточного реле; 5А - обмотка напряжения реле стартера; 5В - токовые контакты реле стартера; 6 - тяговое реле стартера; 7- контрольный элемент подогревателя; 8 - стартер; 9- реле регулятор; 10- генератор; 11- двигатель; 11М - механизм декомпрессии; 11N - электрофакельный подогреватель.

На основе разработанной формулы определены значения вероятности безотказной работы системы пуска к исходу первого года эксплуатации для двух режимов запуска двигателя:

- без применения декомпрессии и подогрева, что осуществляется в теплое время года, а также при повторном запуске прогретого двигателя в холодное время года  $P_c(t) = 0,715$ ;
- первые запуски в холодное время года непрогретого двигателя с применением механизма декомпрессии и подогрева  $P_c(t) = 0,528$ .

Таким образом, существует вероятность того, что к исходу первого года в 28,5% случаев при запуске прогретых двигателей тракторов Т-28ХЗ, эксплуатируемых в хлопковых хозяйствах, возник-

от отказов системы пуска, а при запуске холодных двигателей с применением декомпрессии и подогрева - в 47,7% случаев. Следует заметить, что большинство возникающих отказов системы пуска не связано с двигателями простыми тракторов и они устраняются трактористами или электромеханиками.

В ходе исследования с помощью лабораторно-полевой измерительной установки и стартера-моментомера, устанавливаемого на двигатель вместо существующего стартера, получена серия осциллограмм процесса запуска двигателя на трактора Т-28ХЗ с применением декомпрессии в ее пик.

Анализ кривых осциллограмм позволил установить взаимосвязь явлений, протекающих в элементах системы в процессе пуска, определить значения их параметров. В частности, определен момент на валу стартера (рис. 4) и его слагаемые: момент для преодоления касательных сил инерции механизмов двигателя при разгоне  $M_J$ , для преодоления сил трения  $M_m$ , момент для преодоления компрессии в цилиндрах  $M_c$ .

Сделано допущение, что момент вращения коленчатого вала двигателя с включенным механизмом декомпрессии, т.е. при отсутствии компрессии

$$M_n = M_J + M_m \quad (4)$$

При достижении постоянной угловой скорости  $M_J = 0$ .

При этом имеем:

- при работе с включенным механизмом декомпрессии в конце разгона

$$M_n = M_m \quad ; \quad (5)$$

- в эти же условиях в момент трогания

$$M_J = M_n - M_m \quad ; \quad (6)$$

- без применения механизма декомпрессии и подачи топлива в конце разгона

$$M_k = M_n - M_m \quad (7)$$

В процессе исследования были записаны осциллограммы, определяющие значения момента  $M_n$ , развиваемого стартером-моментомером, для 9 тракторов с наработкой от 240 до 1800 мото-часов.

Обработка осциллограмм позволила получить средние значения моментов:

$$M_m = 0,45 \text{ кгм}; \quad M_{J\text{макс}} = 1,8 \text{ кгм} \quad \text{и} \quad M_k = 1,75 \text{ кгм}.$$

На валу дизельного двигателя при передаточном числе зубчатой пары  $i = 13,5$  и к.п.д. зубчатой передачи  $\eta = 0,85$ : момент от действия сил трения - 5,17 кгм, максимальный момент от действия сил инерции - 20,06 кгм, момент от действия компрессии - 20,01 кгм.

По процессу пуска оставлена циклограмма, определяющая время действия отдельных механизмов и этапы работы системы.

Исследование работы стартера показало, что каждый запуск может быть разделен на три этапа: первый этап - разгон стартером коленчатого вала двигателя до момента его запуска; второй этап - запуск дизельного двигателя, а затем независимое вращение коленчатого вала дизеля и стартера до момента выработки генератором напряжения, достаточного для автоматического отключения стартера и третий - свободный выбег отключенного стартера до его остановки.

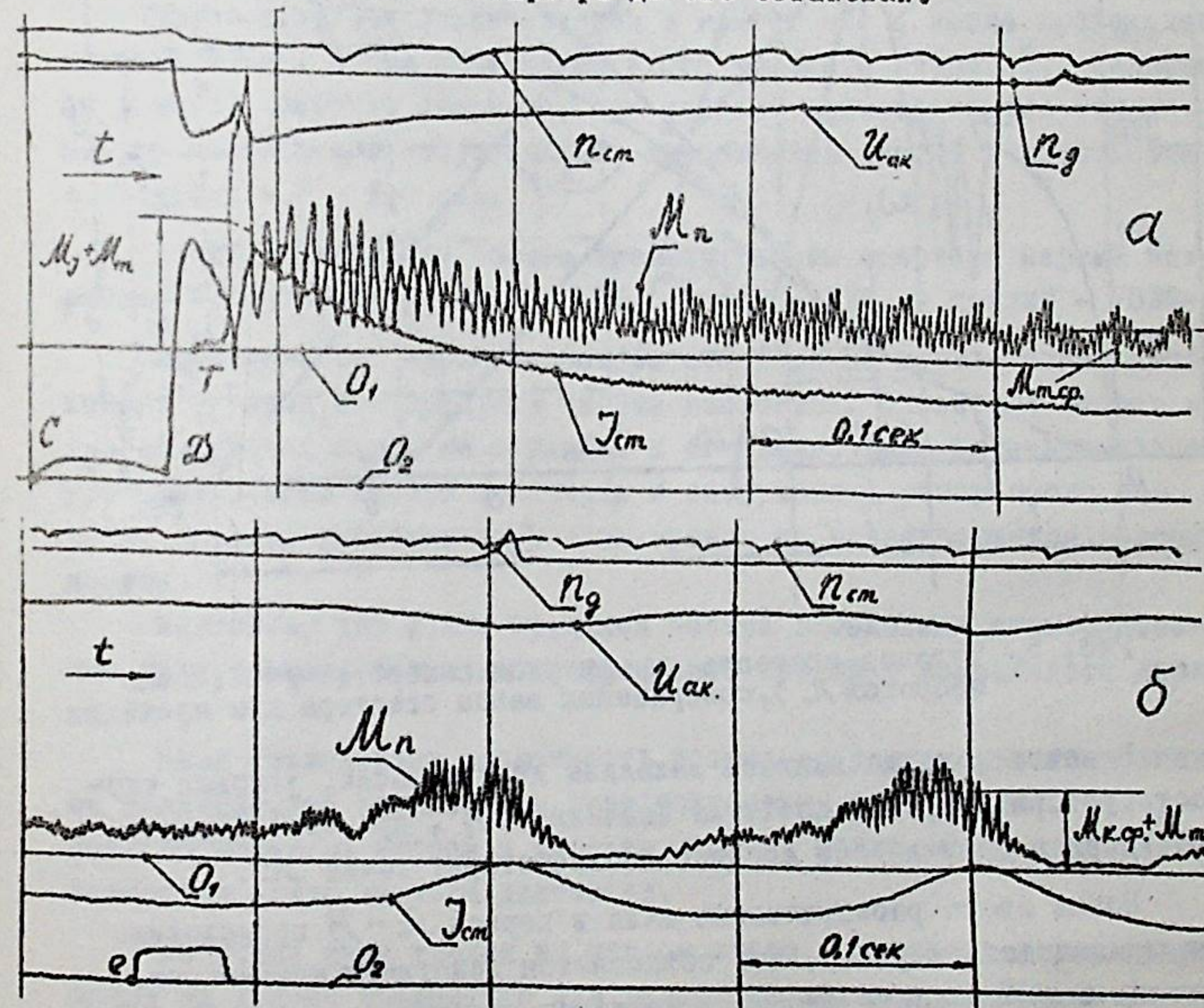


Рис. 4. Осциллограммы вращетки двигателя стартером-моментомером: а - прокрутка с включенным механизмом декомпрессии; б - прокрутка при наличии компрессии в цилиндрах;  $I_{ст}$  - кривая тока стартера;  $U_{ак}$  - напряжение аккумуляторов;  $M_n$  - крутящий момент развиваемый стартером;  $n_{cm}$  - обороты ротора стартера;  $n_d$  - обороты коленчатого вала двигателя;  $O_1$  - нулевая линия для  $U_{ак}$  и  $M_n$ ;  $O_2$  - нулевая линия для  $I_{ст}$ ;  $e$  - момент включения тягового реле;  $D$  - включение обмоток стартера;  $T$  - начало момента;  $e$  - включение компрессии;  $t$  - направление хода процесса.

На рис. 5 рассмотрен процесс запуска двигателя с применением механизма декомпрессии. Первый этап протекает за время  $t_1$ , второй -  $t_2$  и третий -  $t_3$ . Кривая  $\omega$  фиксирует изменение угловой скорости стартера. Суммарное число оборотов  $\mathcal{K}$  и угол поворота  $\varphi$  вала стартера даны кривой  $\mathcal{K}, \varphi$ . Кривые построены по результатам обработки осциллограмм.

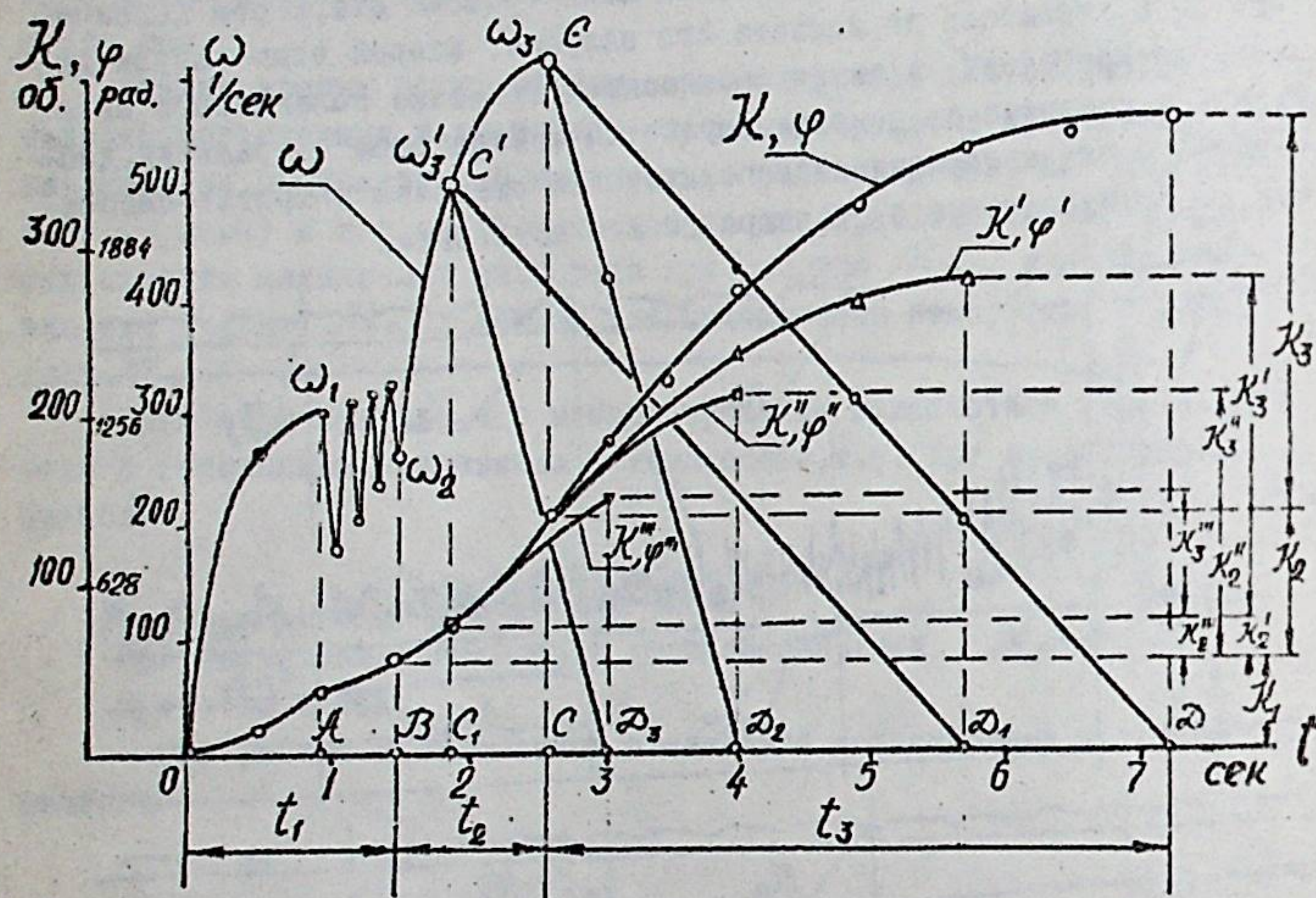


Рис. 5. Угловая скорость  $\omega$  и угол поворота  $\varphi$  (число оборотов  $\mathcal{K}$ ), совершаемых валом стартера при пуске.

В момент, когда включен механизм декомпрессии, угловая скорость ротора стартера достигла значения  $\omega_1$ , примерно равного 290 I/сек., чему на оси абсцисс соответствует точка  $A$ .

После этого раскручивание вала в период  $A-B$  происходило при меняющейся скорости, что объясняется действием компрессии. В конце каждого такта скорость вращения стартера уменьшилась, но по мере разгона двигателя эта скорость возрастала и в момент  $B$  произошел запуск двигателя при угловой скорости ротора стартера  $\omega_2 = 260$  I/сек.

Время протекания первого этапа  $t_1$  зависит от температуры окружающей среды, теплового состояния дизеля, применения средств, об-

легчающих его запуск, вязкости масла, степени заряженности аккумуляторной батареи и ряда других факторов. Это время колеблется в широких пределах и для прогретого двигателя в среднем составляет 0,8-1,6 сек.

После запуска дизеля вал стартера продолжает самостоятельно вращаться и в момент времени  $C$ , когда происходит автоматическое отключение стартера, скорость его достигает в среднем значения  $\omega_3 = 650$  I/сек.

Длительность второго этапа работы  $t_2$  зависит от действия автоматической системы отключения, работающей по заданной программе, и колеблется в пределах 0,85-0,92 сек.

Выбег стартера заканчивается в момент  $D$ , когда происходит его остановка. Время протекания этого третьего этапа  $t_3$  зависит от угловой скорости стартера, при которой происходит его отключение от момента сил сопротивления вращающихся частей и колеблется в пределах 4,7 - 5,0 сек.

Таким образом, из общего времени работы стартера первый этап работы составляет примерно - 17%, второй - 13%, в третий - 70%.

Очевидно, что вращение ротора стартера на первом этапе необходимо и износ его трущихся частей неизбежен. Однако на втором и третьем этапах износ не оправдан и его можно было бы значительно уменьшить, если быстро отключить и затормозить ротор после запуска дизеля, уменьшив этим путь трения на изнашивающихся поверхностях.

Известно, что износ трущихся частей в основном пропорционален пути трения, величине коэффициента трения и нормального давления.

Нами исследована возможность повышения долговечности трущихся поверхностей стартера за счет сокращения пути трения, совершенного валом во втором и третьем этапах, когда ротор продолжает вращаться после запуска двигателя.

Величина пути трения на каждом этапе зависит от того, происходит ли запуск прогретого или холодного двигателя. Запуск холодного двигателя производится обычно один раз в смену, а прогретого, в условиях хлопководства, - в среднем 10-13 раз. Поэтому исследование возможности сокращения пути трения в периоды второго и третьего этапов нами выполнено для условий повторных запусков прогретого двигателя.

В результате обработки осциллограмм установлено, что за время первого этапа ротор совершает в среднем  $K_1 = 58$  оборотов, за время второго этапа  $K_2 = 97$ , и за время третьего  $K_3 = 220$  оборотов.

При теоретическом исследовании принято, что стартёр в период совместной работы с двигателем работает на режиме холостого хода и его угловая скорость изменяется по закону равноускоренного движения. Для третьего этапа работы стартёра сделано допущение, что выбег ротора стартёра протекает по закону равнозамедленного движения под действием момента сил сопротивления  $M_c$  от трения в подшипниках и на коллекторе стартёра.

Анализ процесса показывает, что угол поворота вала стартёра  $\varphi_2$  и соответствующее ему число оборотов  $K_2$  за второй период, угол поворота  $\varphi_3$  и число оборотов  $K_3$  за время выбега, при принятых ранее допущениях определяется зависимостями:

$$\varphi_2 = \omega_2 t_2 + \varepsilon_2 \frac{t_2^2}{2} \quad ; \quad (8)$$

$$K_2 = \frac{J}{4\pi M_c} (\omega_3^2 - \omega_2^2) \quad ; \quad (9)$$

$$\varphi_3 = \frac{t_3^2}{2} \cdot \varepsilon_3 \quad ; \quad (10)$$

$$K_3 = \frac{J}{M_c} \cdot \frac{\omega_3^2}{4\pi} \quad , \quad (11)$$

- где  $\omega_2$  - угловая скорость ротора в начале второго периода;  
 $\omega_3$  - то же в конце второго периода;  
 $t_2$  - продолжительность второго этапа;  
 $t_3$  - продолжительность третьего этапа;  
 $\varepsilon_2$  - угловое ускорение ротора в период второго этапа;  
 $\varepsilon_3$  - угловое замедление ротора в период третьего этапа;  
 $J$  - момент инерции ротора стартёра;  
 $M_c$  - момент сил сопротивления от трения в подшипниках и на коллекторе стартёра, определяемый по формуле:

$$M_c = 0,5 \sum_{i=1}^n d_i f_i Q_i \quad , \quad (12)$$

- где  $d_i$  - диаметры цапф вала и коллектора;  
 $f_i$  - коэффициенты трения на этих поверхностях;  
 $Q_i$  - нагрузки на соответствующие поверхности трения. обу-

его вращающихся частей, для коллектора действием пружин, прижимающих щетки к коллектору.

Для сокращения износа трущихся поверхностей на втором этапе следует уменьшить число оборотов  $K_2$  за счет снижения величины угловой скорости  $\omega_3$ .

Для уменьшения пути трения на третьем этапе следует применить тормоз, увеличивающий момент сопротивления только в период выбега ротора.

Разработана усовершенствованная схема, обеспечивающая отключение стартёра после запуска двигателя, при пониженной угловой скорости  $\omega_3'$ , примерно равной 490 1/сек. Выбег стартёра при этом происходит по кривой  $C'-D_1$ . При этом путь трения уменьшается не только на втором, но и на третьем этапах.

Разработан также автоматический тормоз, включающийся только в период выбега и не дающий дополнительного сопротивления в период первого и второго этапов.

Выбег ротора при наличии только тормозного устройства происходит по линии  $C-D_2$ , а при наличии тормоза и усовершенствованной схемы отключения - по линии  $C'-D_3$ .

Для экспериментальной проверки разработанных предложений по повышению надежности и долговечности стартёра проведены исследования на тракторах и специальном стенде с помощью лабораторно-полевой измерительной установки и стартёра-моментомера. Определялись углы поворота вала стартёра на каждом этапе (табл.4).

Таблица 4

Углы поворота  $\varphi$  и соответствующие им числа оборотов  $K$ , совершаемые стартёрами в период I, II и III этапов.

Этап работы	Серийная конструкция		Серийный стартёр с дополнительным реле		Стартёр с тормозом при существ. схеме пуска		Стартёр с тормозом и с дополнительным реле	
	$\varphi$ радиан	$K$ обороты	$\varphi'$	$K'$	$\varphi''$	$K''$	$\varphi'''$	$K'''$
I этап	360	58	360	58	360	58	360	58
II этап	610	97	295	47	610	97	295	47
III этап	1380	220	1100	175	460	73	420	67
ИТОГО	2350	375	1755	280	1430	228	1075	172

Установлено, что серийный стартёр за один пуск совершает 375 оборотов (табл.4 и рис.5); стартёр, работающий по усовершенство-

ванной схеме отключения, - 280 оборотов, т.е. при этом число оборотов уменьшается в 1,34 раза; стартер, оборудованный только тормозом, - 228 оборотов, т.е. путь трения снижается в 1,65 раза; стартер, который отключается по усовершенствованной схеме и имеет тормозное устройство, - 172 оборота и у него путь трения снижается в 2,18 раза. Следовательно, такой стартер будет иметь не менее, чем в 2 раза большую долговечность трущихся пар, а значит и надежность при работе.

Износостойкость трущихся пар стартеров серийного исполнения и усовершенствованных конструкций, имеющих тормозное устройство, оценена с помощью проведения ускоренных стендовых испытаний, целью которых являлось определение величины и характера износа цапф и вкладышей, щеток и коллектора в зависимости от числа включений. Сравнительные испытания проводились на стенде, параметры которого обеспечивали возможно большее соответствие условий работы системы пуска на стенде действительным условиям работы этой системы на тракторе.

С помощью программного реле времени на стенде осуществлялись повторно-кратковременные режимы работы стартера.

Для каждого стартера на стенде обеспечивалось 2000 включений, что соответствует примерно 2800 мото-часам работы трактора. Микрометр трущихся поверхностей проводился через каждые 500 включений. Измерялись диаметры четырех цапф и их вкладышей, коллектора и высота щеток.

В каждом из четырех сечений по длине цапф и коллектора измерялись два взаимно-перпендикулярных диаметра, а у вкладышей - четыре диаметра под углом  $45^\circ$ . При этом один из измеренных диаметров лежал в плоскости предполагаемого максимального износа.

Анализ характера износа по длине вкладышей после 2000 включений позволил сделать вывод, что на стенде были обеспечены одинаковые условия работы исследуемых стартеров в период проведения испытаний.

Испытания на износ позволили установить зависимость износа трущихся пар от длительности работы (числа включений) для серийных и экспериментальных стартеров. Износ вкладышей со стороны привода I серийных стартеров (рис. 6) примерно в 1,5 раза больше износа для экспериментальных (кривая 2). За этот период износ валов незначителен. Это объясняется большей микротвердостью вала по сравнению с сопряженной поверхностью вкладыша.

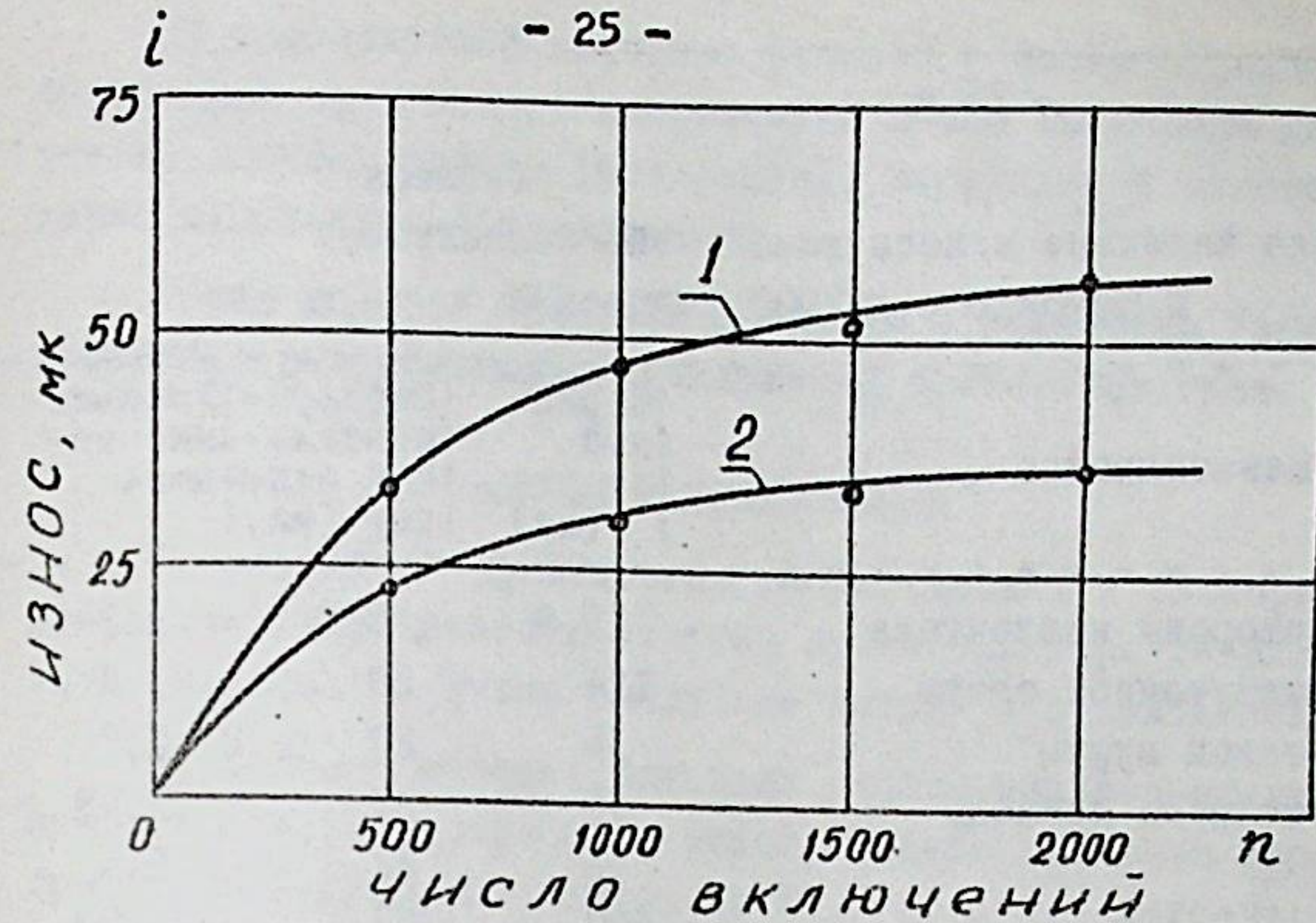


Рис. 6. Зависимость износа вкладышей со стороны привода от числа включений: 1 - серийный стартер; 2 - стартер с тормозным устройством.

Сравнение величины износа трущихся поверхностей (табл. 5) показывает, что применение тормозного устройства повышает долговечность трущихся пар стартеров в среднем в 2 раза.

Для проверки результатов, полученных при проведении ускоренных стендовых лабораторных испытаний, были проведены соответствующие полевые исследования. В различных хозяйствах обследовали 25 стартеров, снятых с тракторов из-за отказов по различным причинам. Их микрометр позволил определить средние значения и среднеквадратические отклонения величин диаметров изношенных валов и вкладышей для каждой плоскости и сечения.

На поверхностях трения обнаружен износ в виде рисок, имели место налипания более мягкого металла втулок на шейки вала и наличие цветов побежалости на валу, что свидетельствует о действии абразивного и теплового износов. Учитывая характер износа трущихся поверхностей, разработаны рекомендации по ремонту стартеров.

В заключении третьей главы даны предложения по повышению надежности системы пуска и всей схемы электрооборудования тракторов хлопковой модификации.

Предлагаемое нами расположение аккумуляторных батарей ЗТСТ-135ПМС на трактора Т-28ХЗ уменьшает их замасливание и нагрев. Оно способствует улучшению проведения технических уходов.

Таблица 5  
Средняя величина износа вкладышей, коллекторов  
и щеток после 2000 включений

Наименование	Серий- ный стартер, (мк)	Экспери- менталь- ный стар- тер (мк)	Уменьше- ние из- носа
Вкладыш со стороны коллектора	19,9	8,5	2,34
Вкладыш промежуточной опоры	124	39	3,2
Вкладыш обгонной муфты	34	20	1,7
Вкладыш со стороны привода	55	37	1,49
Коллектор	33	22	1,5
Щетки	1300	752	1,73

Схемы электрооборудования существующих конструкций тракторов хлопковой модификации и навешиваемых на них хлопкоуборочных машин выполнены так, что в комплект этих машин включены элементы электрооборудования, имеющиеся на тракторах. При навеске на трактор хлопкоуборочной машины отсоединяются и бездействуют четырнадцать элементов электрооборудования. Вместо них присоединяется электрооборудование такого же назначения, входящее в комплект навесной хлопкоуборочной машины. Нами разработан один из вариантов усовершенствованной схемы электрооборудования тракторов Т-28ХЗ и навесной хлопкоуборочной машины ХТ-1,2, а также конструкции крепления щитка приборов на тракторе. При этом из комплекта хлопкоуборочной машины исключено излишнее электрооборудование, облегчается монтаж электротехнических приборов при изготовлении машины и проведение технических уходов и ремонтов. Предложения приняты для внедрения в хозяйствах Ферганской области.

#### IV. ВОПРОСЫ ЭКОНОМИКИ

Технико-экономическая эффективность от повышения надежности и долговечности электрооборудования трактора Т-28ХЗ определена на основе учета затрат при производстве машин и при их эксплуатации за счет следующих предложений:

1. Стартер СТ-212 с автоматическим торможением вала;
2. Усовершенствованная электрическая схема тракторов Т-28ХЗ и навешиваемых на них хлопкоуборочных машин;
3. Новое расположение аккумуляторной батареи ЭТСТ-135ПМС на

По существующей методике решение о целесообразности разрабатываемых предложений принималось после сравнения денежных затрат на единицу работы (продукции), выполняемой существующим усовершенствованным оборудованием.

Общая годовая экономия в народном хозяйстве Узбекистана от внедрения разработанных предложений составляет около 300000 руб.

#### ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований надежности системы пуска трактора Т-28ХЗ в условиях хлопководства получены следующие выводы и предложения:

1. В специфических условиях работы машинно-тракторных агрегатов в хлопководстве Ферганской области месячная наработка тракторов Т-28ХЗ колеблется от 35,5 до 144,4 мото-часов и в среднем составляет 93 мото-часа. Годовая наработка лежит в пределах 840 - 1555 мото-часов. При этом характер кривой эмпирического распределения величины годовой наработки тракторов близок к нормальному закону распределения; средняя величина годовой наработки тракторов составляет 1110 мото-часов при среднем квадратическом отклонении 196 мото-часов.

2. Разработана методика сбора данных об отказах, учитывающая специфические условия работы машин в хлопководстве, когда отказавший элемент заменяется новым или отремонтированным.

3. В период наблюдений в течение 1966-1968 гг. за работой 68 тракторов из общего количества всех зарегистрированных отказов на аккумуляторные батареи приходится 27,2% отказов, реле-регуляторы - 23,2%, генераторы - 18,4%, стартеры - 15,2%, электрофакельные подогреватели - 5,6%, штепсельные разъемы - 4,0%, промежуточные реле пуска - 3,2%, выключатели массы - 1,6%, выключатели стартера - 1,6%.

Наибольшее число отказов по системе пуска (36,36%) произошло в результате нарушений правил эксплуатации. По конструктивным и технологическим причинам возникло 18,18% отказов. Остальные отказы вызваны износом, старением и другими причинами.

4. На поддержание электрооборудования тракторов в работоспособном состоянии силами станции технического обслуживания Узсельхозтехники в среднем затрачивается 0,0511 руб. на один мото-час, из них на устранение возникающих отказов в поле - 0,0385 руб./мото-час и проведение технического обслуживания - 0,0126 руб./мото-час.

Считаем целесообразным всемерно расширять такой метод техобслуживания электрооборудования.

5. Обработка статистических данных по отказам позволила определить параметры надежности и оценить точность полученных характеристик, установить с помощью критериев согласия близость полученных эмпирических распределений к предполагаемым теоретическим.

6. Вероятность безотказной работы к исходу первого года эксплуатации составила для генераторов 0,93, стартеров-0,96, реле-регуляторов-0,915, аккумуляторов-0,86. К концу второго года эксплуатации этот параметр снизился для генераторов до 0,59, стартеров - 0,67, реле-регуляторов - 0,5 и аккумуляторных батарей до 0,32.

7. Анализ конструкции и принципа действия системы пуска с учетом имеющегося резервирования и последовательности включения элементов позволил составить структурную и логическую схемы системы, и на этой основе разработать формулы для определения вероятности безотказной работы системы по значениям этих параметров ее отдельных элементов. К исходу первого года эксплуатации вероятность безотказной работы системы составляет для пуска с применением декомпрессии и подогрева 0,523, а для запуска без применения декомпрессии и подогрева - 0,715.

8. Исследование процесса пуска с помощью лабораторно-полевой измерительной установки и стартера-моментамера позволило определить закономерности процесса и на этой основе выявить необходимые мероприятия по повышению надежности пускового механизма.

9. Работа стартера в период каждого запуска состоит из трех этапов: первый этап - разгон стартером коленчатого вала двигателя до момента его запуска, второй - запуск двигателя и независимое вращение до момента отключения стартера; третий - свободный выбег отключенного стартера.

Исследования показывают, что при запуске прогретого двигателя первый этап по времени работы составляет примерно 17%; второй - 13%, а третий - 70%. При этом за первый этап ротор стартера совершает в среднем 58 оборотов, за время второго этапа 97 и за время третьего - 220 оборотов.

10. Износ трущихся пар стартера в основном обусловлен величиной удельного давления и длиной пути трения. Установлена возможность сокращения пути трения в период второго и третьего этапов,

за счет уменьшения угловой скорости, при которой происходит его отключение и увеличение момента сил сопротивления вращения в период выбега.

II. Для повышения надежности и долговечности стартера создана схема усовершенствованного автоматического отключения и разработан стартер с тормозом, автоматически включающимся только при выбега вала. Эти предложения приняты для внедрения в хозяйствах.

Применение разработанных устройств уменьшает износ трущихся пар стартера примерно в 2 раза.

12. На стенде, работающем в повторно-кратковременном режиме, произведена ускоренная оценка износостойкости трущихся пар серийных и усовершенствованных стартеров.

13. Как показали стендовые износные испытания и хозяйственная проверка, износ поверхностей трущихся пар стартера неравномерен. Наиболее интенсивный износ наблюдается у вкладышей промежуточной опоры и со стороны привода. Износ цапф вала незначителен.

На основе результатов изучения износа трущихся поверхностей составлены рекомендации по дефектовке цапф вала и вкладышей стартера при ремонте.

14. Для повышения надежности электрофакельного подогревателя желательно обеспечить включение его только при прогреве двигателя, а не при каждом пуске, как это имеет место в существующей схеме.

15. Разработанная нами схема установки аккумуляторных батарей на тракторе Т-28ХЗ сокращает время проведения технических уходов, уменьшает их нагрев и замасливание и тем самым повышает их надежность и долговечность. Данное предложение принято для внедрения в хозяйствах.

16. Существующие схемы электрооборудования трактора и хлопкоуборочной машины, навешиваемой на трактор, имеют однотипные комплекты изделий.

Нами разработан один из вариантов усовершенствованной схемы электрооборудования трактора и хлопкоуборочной машины, которая позволяет сократить в комплекте машины 14 приборов и одновременно улучшить технологию изготовления и облегчить проведение технических уходов. Предложение принято для внедрения в хозяйствах.



17. Общая годовая экономия в народном хозяйстве Узбекистана от внедрения разработанных предложений составляет около 30000 руб.

ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:

1. М у к у м б а е в Н.К. Методика сбора сведений для оценки надежности электрооборудования хлопкоуборочных машин. Тезисы XXV научно-производственной конференции и профессорско-преподавательского состава, Ташкент, ТИИМСХ, 1965.
2. М у к у м б а е в Н.К. Методика сбора сведений, характеризующих мероприятия по поддержанию электрооборудования трактора Т-28ХЗ в работоспособном состоянии. Тезисы XXV научно-производственной конференции профессорско-преподавательского состава, Ташкент, ТИИМСХ, 1966.
3. К о ш е в н и к о в Г.А., М у к у м б а е в Н.К. Надежность-закон, Экономика и жизнь, 1967, № II.
4. М у к у м б а е в Н.К. Стенд для исследования системы пуска трактора Т-28ХЗ. Тезисы XXVI научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов, Ташкент, ТИИМСХ, 1967.
5. К о ш е в н и к о в Г.А., М у к у м б а е в Н.К. Опыт определения вероятности безотказной работы элементов электрооборудования тракторов Т-28ХЗ в условиях хлопководства. Тезисы XXVI научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов, Ташкент, ТИИМСХ 1967.
6. К о ш е в н и к о в Г.А., М у к у м б а е в Н.К. Методика определения вероятности безотказной работы электрооборудования в специфических условиях учета отказов в сельском хозяйстве, Труды ТИИМСХ, Ташкент, "Фан", 1968.
7. К о ш е в н и к о в Г.А., Х а й к и н Э.Л., М у к у м б а е в Н.К., А л е к с е е в В.В. О надежности подшипников скольжения стартера трактора Т-28ХЗ, Механизация хлопководства, 1968, № 2.

8. К о ш е в н и к о в Г.А., М у к у м б а е в Н.К. Пусковая система двигателя трактора Т-28ХЗ и ее надежность, Механизация хлопководства, 1968, № 3.
9. К о ш е в н и к о в Г.А., И о р и н Г. , М у к у м б а е в Н.К., М а м а т к а з и н А. Опыт технического обслуживания автотракторного электрооборудования в хозяйствах Ферганской области, Механизация хлопководства, 1968, № 5.
10. М у к у м б а е в Н.К. Усовершенствование электрических схем тракторов Т-28ХЗ, Т-28Х4 и навешиваемых на них хлопкоуборочных машин, Механизация хлопководства, 1968, № 6.
11. М у к у м б а е в Н.К. Экспериментальное определение крутящего момента, развиваемого стартером для запуска двигателя трактора Т-28ХЗ. Тезисы республиканской научно-технической конференции по сельскому и водному хозяйству УзССР, Ташкент, 1968.
12. М у к у м б а е в Н.К. Исследование наработки тракторов Т-28ХЗ в период полевых работ, как показателя их надежности. Тезисы республиканской научно-технической конференции по сельскому и водному хозяйству УзССР, Ташкент, 1968.
13. К о ш е в н и к о в Г.А., М у к у м б а е в Н.К., А л е к с е е в В.В. Совершенствование стартера для повышения его надежности и долговечности. Тезисы республиканской научно-технической конференции по сельскому и водному хозяйству УзССР, Ташкент, 1968.
14. К о ш е в н и к о в Г.А., М у к у м б а е в Н.К., А л е к с е е в В.В. Исследование износа опор вала стартера СТ-212Б. Тезисы республиканской научно-технической конференции по сельскому и водному хозяйству УзССР, Ташкент, 1968.
15. К о ш е в н и к о в Г.А., М у к у м б а е в Н.К. Совершенствование схемы электрооборудования тракторов Т-28ХЗ и навесной хлопкоуборочной машины. Тезисы республиканской научно-технической конференции по сельскому и водному хозяйству УзССР, Ташкент, 1968.

16. Кошевников Г.А., Мукумбаев Н.К.

Совершенствование автоматической системы пуска двигателя пропашного трактора Т-28ХЗ. Тезисы докладов к всесоюзному научно-техническому совещанию "Автоматизация сельскохозяйственного производства", М., 1968 г.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ДОЛЖЕНЫ:

1. На XXIV научно-производственной конференции профессорско-преподавательского состава, ТИИМСХ, 1965 г.

2. На XXV научно-производственной конференции профессорско-преподавательского состава, ТИИМСХ, 1966 г.

3. На XXVI научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов, ТИИМСХ, 1967 г.

4. На У объединенной конференции молодых ученых, проведенной МСХ УзССР в 1967 г.

5. На республиканской научно-производственной конференции работников сельского и водного хозяйства в Ташкенте, 1968 г.

6. На Всесоюзном научно-техническом совещании по автоматизации сельскохозяйственного производства в Москве, 1968 г.