

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
Институт энергетики и автоматики

На правах рукописи

МАХДИ САЛМАН МОХАММАД АЛИ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНОРЕГУЛИРУЕМОГО  
ОДНОФАЗНОГО КОНДЕНСАТОРНОГО АСИНХРОННОГО  
ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ МАЛОМОЩНЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК  
СЕЛЬХОЗНАЗНАЧЕНИЯ

Специальность: 05.20.02. - "Электрификация сельскохозяйственного  
производства"

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Ташкент - 1998

Библиотека  
СамСХИ  
№ В. №

Работа выполнена в Институте энергетики и автоматики  
Академии Наук Республики Узбекистан.

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:** Лауреат Государственной премии  
Республики Узбекистан им. А. Беруни  
доктор технических наук , профессор  
Усманходжав Н.М.

**ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:** доктор технических наук , профессор  
Мамедшахов М.Э.  
кандидат технических наук ,  
старший научный сотрудник ,  
Федулов В.И.

**ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ - НПО САНИИРИ**

Защита диссертации состоится "10" ИЮЛЯ 1998г. в 14<sup>00</sup> час  
на заседании специализированного Совета К015.28.01 в Институте энергетики  
и автоматики АН РУ .

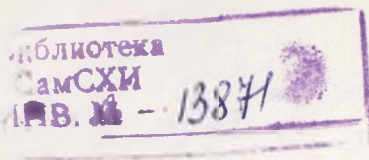
Просим принять участие в обсуждении диссертации при ее защите или  
выслать Ваш отзыв ( в двух экземплярах, заверенной гербовой печатью) по  
адресу: 700143, Ташкент, Академгородок, Институт энергетики и автоматики  
АН РУ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института энергетики  
и автоматики АН РУ.

Автореферат разослан "10" ИЮНЯ 1998г.

Ученый секретарь  
специализированного  
Совета К015.28.01 , к.т.н

Абдурахманова С.Ф.



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Успешное развитие народного хозяйства возможно только на основе широкого внедрения новой техники, автоматизации и механизации производственных процессов. Одной из важнейших отраслей народного хозяйства, во многом определяющей решение этой задачи, является сельскохозяйственное производство. В этих условиях правильная организация водоснабжения предприятия сельскохозяйственного производства является мероприятием большого государственного значения, связанным с увеличением сельскохозяйственной продукции и облегчением условий труда обслуживающего персонала.

В настоящее время, несмотря на большое количество строящихся водопроводов, не все сельскохозяйственные объекты и предприятия имеют централизованные системы водоснабжения, что вызвано тем, что такие системы требуют значительных капитальных затрат и большого расхода строительных материалов.

Системы сельскохозяйственного и местного водоснабжения во многих случаях оказываются более рациональными. Особенно целесообразно их применение для обслуживания таких отдельно расположенных объектов, как животноводческие, птицеводческие фермы, жилые и эксплуатационные здания и другие, для которых характерны значительные колебания расхода воды в течение суток. В этих случаях для водоснабжения и водокачки находят широкое применение надземные и погружные электронасосы как наиболее прогрессивные и совершенные водоподъемные устройства.

Широкое использование электронасосов в отраслях народного хозяйства многих стран, в первую очередь в сельском хозяйстве, явилось причиной большого внимания, уделяемого вопросам совершенствования, повышения надежности работы, автоматизации водоподъемных устройств.

Значительный вклад в развитие и исследование электропривода насосов внесли многие проектно-конструкторские и научно-исследовательские институты, организации и заводы России, Молдавии, Украины, Узбекистана и др. Из дальнего зарубежья можно назвать такие фирмы, как "Плойгер", "Сименс-Шуккерт", "Вюлфен", "Ритц и Швейцарь", "Сумо", "Хорланд" и др.

Несмотря на имеющийся опыт проектирования электронасосов и наличия ряда работ, посвященных теории и расчета насосов, многие вопросы, относящиеся к повышению эксплуатационных и энергетических показателей, регулирования производительности, автоматизации работы электронасосов изучены не на достаточном уровне. Кроме того, подавляющее большинство электронасосов малой мощности выполнены на базе однофазных конденса-

торных асинхронных двигателей (ОКАД). В таком исполнении электронасосы для целей местного (иногда локального) водоснабжения начали широко применяться сравнительно недавно и еще не накоплено достаточного опыта в вопросах исследования различных сторон электронасосов.

Следует отметить, что во многих арабских странах, в частности Иордании, не только сельское хозяйство, но и городские населенные пункты также снабжаются питьевой и другой водой по локальной системе водоснабжения.

Очень часто электронасосы работают в прерывистом режиме. Это объясняется несопадением графика водопотребления и подачи воды в регулируемую емкость системы водоснабжения.

При работе насосной станции с переменным графиком водопотребления наиболее экономичным является режим, при котором расход меняется в зависимости от графика водопотребления. В этой связи необходимы исследования по регулированию частоты вращения приводного двигателя. Другими словами, в результате развития электропривода с регулированием частоты вращения появляется возможность в сельскохозяйственном водоснабжении согласовать поток подачи и расхода, изменяя производительность установки регулированием частоты вращения насоса. Такой способ регулирования позволяет создавать прямоточные (безъемкостные) саморегулируемые установки водоснабжения с насосными агрегатами, работающими в режиме длительного включения в отличие от малоемкостных установок с пневматическими регуляторами, которые работают в повторно-кратковременном режиме.

На данном этапе развития электронасосов имеется возможность упрощать силовую схему и улучшать энергетические показатели, а также регулировать скорость вращения электродвигателя насоса путем использования электродвигателя в режиме ОКАД и применения частотного метода регулирования его скорости. Эти задачи представляют актуальными в теоретическом и, особенно, в практическом планах, т.е. в расширении применения ОКАД не только в электронасосных установках водоснабжения сельскохозяйственного производства, но значительно расширить сферу своего применения в легкой, пищевой, химической, атомной и радио-технической промышленности, в здравоохранении, торговле, быту, коммунальном хозяйстве, в бортовых механизмах (авиация, подводные и надводные корабли) и др..

Цель работы и задачи исследований. Целью данной диссертационной работы является разработка регулируемого по производительности насосного агрегата сельхозназначения на базе однофазного частотно-управляемого конденсаторного асинхронного электродвигателя.

Для достижения изложенной цели поставлены и решены следующие задачи:

- разработка частотно - управляемого электронасоса с ОКАД;
- разработка математической модели системы частотного управления ОКАД;
- исследования по выявлению регулировочных свойств ОКАД при его работе на насосную установку;
- разработка методик расчетов и исследования вопросов тепловых и переходных режимов , а также схемы замкнутой системы авторегулирования регулируемого ОКАД.

На защиту выносятся . Результаты исследований электронасоса сельскохозяйственного назначения с ОКАД при регулировании скорости электродвигателя изменением частоты питающего тока; -разработка методики расчета основных характеристик частотно- регулируемого ОКАД при его работе на насосную установку; разработка математической модели системы привода в статических и динамических режимах.

Методы исследования . Проведенные в работе исследования базируются на теории метода симметричных составляющих и гармонического баланса , многоступенчатой теории нагрева ОКАД, метода неподвижных координат, теории автоматизированного электропривода, а также методах математического моделирования исследуемых процессов на ПЭВМ и на физической модели в Институте Энергетики и Автоматики АН РУ.

Научная новизна . В результате проведенных исследований:

- разработана математическая модель электронасосной установки с ОКАД;
- выявлены условия и получены законы изменения регулирующих параметров, которые дают возможность оптимизировать работу частотно- регулируемого ОКАД, работающего на насосные установки;
- развита многоступенчатая теория нагрева асинхронного двигателя (АД) применительно к частотно- управляемому ОКАД;
- разработаны методы расчета переходных процессов частотно- управляемого ОКАД, работающего на насосные установки, а также работа ОКАД по замкнутой системе авторегулирования скорости вращения.

Практическая ценность работы заключается в следующем. Рассмотренная система электропривода насоса и теоретические предпосылки могут быть использованы научно-исследовательскими и проектно-конструкторско-технологическими организациями при разработке и исследовании новых регулируемых электронасосных установок сельскохозяйственного и др. назначений. Они дают проектировщикам и эксплуатационникам ряд методов и вариантов анализа и синтеза и способствуют созданию и внедрению в народное хозяйство высокоэффективных регулируемых электроприводов переменного тока.

Реализация результатов работы. Они использованы в обобщенных итоговых отчетах лаборатории "Электрические машины и системы их управления" ИЭиА АН РУ по приоритетному направлению ГНТП 2.3. "Разработка научных основ и технических средств рационального использования энергоресурсов и эффективных энергосберегающих технологий" Этап 2.3.2.2. "Разработка технических средств для создания более совершенных электрических машин и электромеханических комплексов, повышения их надежности в аграрном производстве".

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы были доложены и обсуждены на объединенных семинарах лабораторий "Электрические машины и системы их управления" и "Автоматизированный электропривод" ИЭиА АН РУ, ТашГУ и ТИИИМСХ.

Публикация. По теме диссертационной работы опубликовано две статьи в узбекском журнале "проблемы информатики и энергетики".

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении отражена актуальность темы, выбор объекта исследования и определены цель и задачи работы. Сформулированы научная новизна, практическая ценность, защищаемые положения диссертации, кратко излагаются содержание и результаты исследований.

В первой главе "Состояние и перспективы использования регулируемых насосов сельскохозяйственного назначения малых мощностей" изложены материалы, связанные с насосами малых мощностей, принципами их работы, типами и классификацией существующих насосов и др. Приводятся формулы, характеризующие их работу, а также формулы для расчетов потребных мощностей насоса и приводного двигателя.

Глава включает в себя также классификацию способов регулирования производительности насоса вообще и электрических способов регулирования скорости приводных асинхронных двигателей насоса в частности.

Отмечается, что подавляющее большинство приводных двигателей насосов малых мощностей - это однофазные конденсаторные асинхронные двигатели (ОКАД). Установлено, что наилучшим способом регулирования скорости вращения таких двигателей является метод изменения частоты питающего тока.

Глава заканчивается составлением основных требований, предъявляемых к электроприводу насосов малых мощностей.

Вторая глава посвящена исследованию работы ОКАД при постоянной частоте питающего тока.

Известно, что ОКАД в общем случае работает с эллиптическим вращающимся полем. В основу теоретического анализа наших исследований положен метод симметричных составляющих. В связи с этим двухфазная система токов (рис. 1а) представляется системами токов прямой  $I_{A(B)1}$  и обратной  $I_{A(B)2}$  последовательностей, определяемые из схем замещений ОКАД (рис. 1б и в).

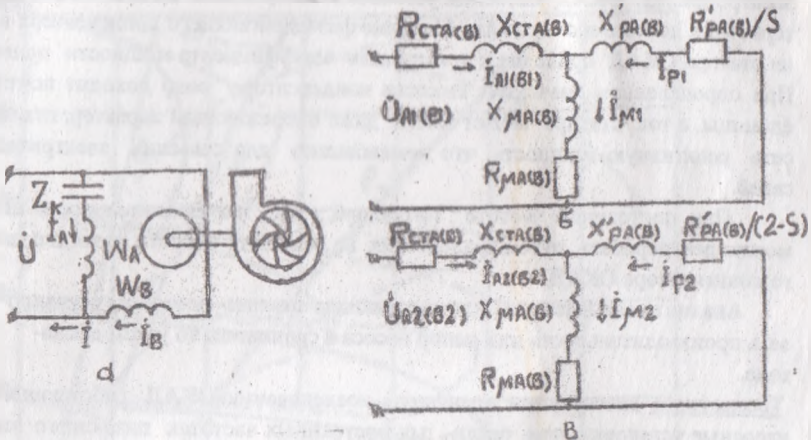


Рис. 1

Реальные токи определяются как

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_A &= \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} \\ \dot{I}_B &= \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{B2} \\ \dot{I} &= \dot{I}_A + \dot{I}_B \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

По значениям реальных токов двигателя можно получить формулы для расчета основных характеристик двигателя, в частности, формулы расчета напряжений на отдельных элементах схемы включения машины, вращающего момента, потребляемой и полезной мощностей, коэффициентов мощности и полезного действия и др.

По полученным формулам были рассчитаны основные характеристики ОКАД, работающего на насосную установку. Для этого была составлена уни-

версальная программа для ЭВМ, позволяющая рассчитать все основные характеристики ОКАД при всех схемах его включения, значении емкости фазосдвигающего конденсатора, мощностей и параметрах регулирующих машин и величин.

Рассчитаны механические, рабочие, и регулировочные характеристики электропривода ОКАД насосной установки. Полученные механические характеристики достаточно жесткие. Наличие фазосдвигающего конденсатора в цепи статора ОКАД приводит к увеличению коэффициента мощности привода. При определенном значении емкости конденсатора  $\cos\varphi$  доходит почти до единицы, а ток статора может иметь даже опережающий характер, отдавая в сеть реактивную мощность, что немаловажно для сельских электрических сетей.

При постоянной частоте питающей сети производительность насоса можно регулировать путем воздействия на величину емкости фазосдвигающего конденсатора ОКАД.

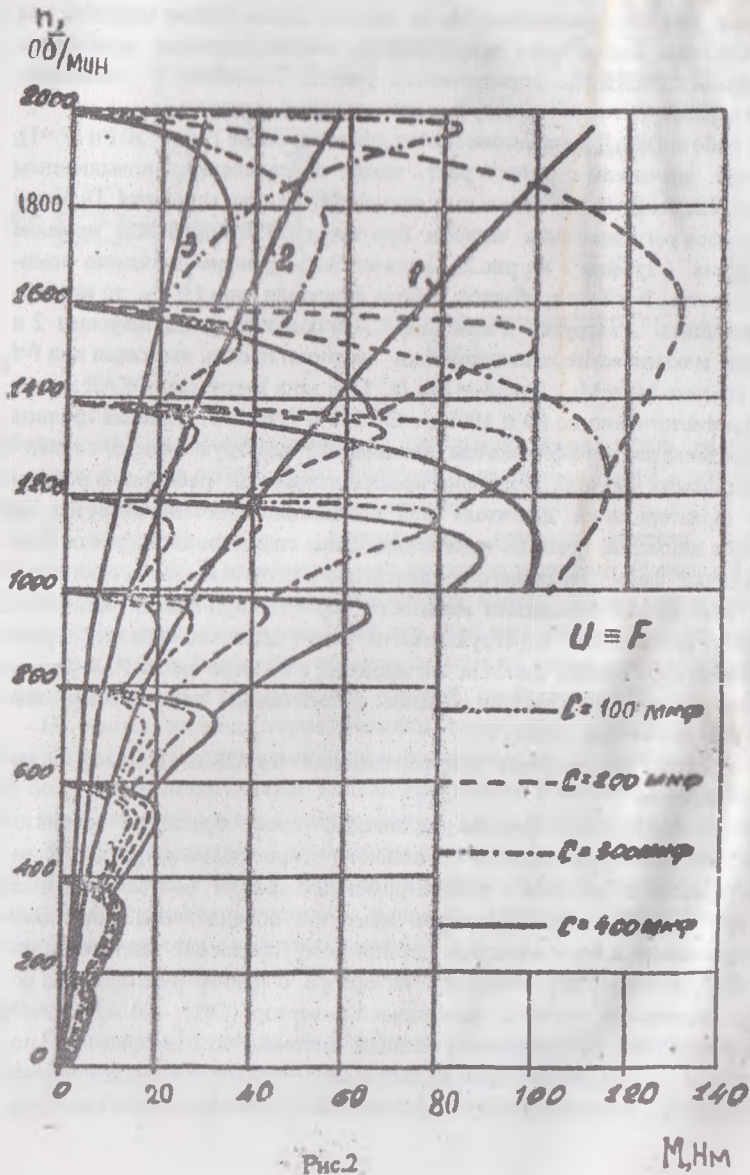
Анализ показывает, что фазосдвигающая емкость позволяет регулировать производительность или напор насоса в сравнительно узком диапазоне.

Третья глава диссертации посвящена исследованию ОКАД, работающего на насосные установки, при различных постоянных частотах питающего тока и при переменной частоте. Полагая, что в схеме замещения двигателя все активные сопротивления не меняются, а индуктивные сопротивления меняются прямо пропорционально частоте, разработана методика расчета основных характеристик ОКАД. Также полагаем, что внешний источник обеспечивает необходимые формы и соотношения электрических и других величин.

При этих условиях и для закона пропорционального изменения частоты  $F$  от величины приложенного напряжения  $U$  были рассчитаны механические, рабочие, регулировочные и энергетические характеристики ОКАД. Характеристики были рассчитаны при нескольких фиксированных значениях емкости фазосдвигающего конденсатора  $C$ .

На рис.2 для ОКАД параллельного соединения при четырех значениях емкости фазосдвигающего конденсатора были построены механические характеристики двигателя. Характеристики показывают возможность работы ОКАД при этом законе  $U = \Psi(F)$  на насосные установки.

Анализ характеристик (рис.2), показывает, что при  $U = F$  и малых  $F$  создаются незначительные по величине вращающие моменты. С ростом  $F$  значения кинетических моментов начинают возрастать и при определенном  $F$  становятся максимальными. Дальнейший рост  $F$  приводит к постепенному уменьшению  $M_k$ . Это объясняется в основном соотношением сопротивлений обмо-



ток машины и фазосдвигающего конденсатора  $C$ , которое меняется с изменением  $F$  по разному, принимая активно-индуктивный и активно-емкостной характер. Влияние емкости  $C$  на величину  $M_K$  значительное, однако с ростом  $C$  уменьшается диапазон увеличения  $M_K$  по частоте. Здесь можно заметить, что при всех  $C = \text{const}$  линия точек характеристик, соответствующих максимальным моментам ОКАД, до определенного участка изменения  $F$  описывает примерно параболу, что соответствует вентиляторной нагрузке.

При работе ОКАД в диапазоне частот, лежащих выше  $f = f_H = 50 \text{ Гц}$  ( $F = 1$ ), наблюдается значительно резкий рост токов, обусловленных повышенным значением напряжения на отдельных элементах схемы двигателя. Поэтому верхний предел регулирования частоты при заданном номинальном моменте сопротивления (график 1 на рис.2) должен быть равным значению номинальной частоты. Если же требуется работа двигателя при  $f > f_H$ , то необходимо уменьшить и нагрузку и величину  $C$ . На графиках рис.2 цифрами 2 и 3 отмечены механические характеристики нагрузки насоса, имеющие при  $f = f_H$  соответственно  $M_C = M_{\text{дн}}/2$  и  $M_C = M_{\text{дн}}/4$ . При этих нагрузках ОКАД может работать соответственно до 80 и 100 Гц с  $C = 200$  и 100 мкФ. Нижняя граница частот определяется коэффициентом статической перегружаемости двигателя при этих низких частотах. Подробно проанализированы рабочие и регулировочные характеристики двигателя при изменении величины нагрузки на валу. Особое внимание уделено выявлению зоны симметричной работы машины. Наличие фазосдвигающего конденсатора в цепи статора существенно улучшает значение коэффициента мощности (особенно при низких частотах). Коэффициент статической перегружаемости имеет довольно сложный характер изменения: при низких частотах он высокий, а по мере роста  $F$  он уменьшается. Это объясняется главным образом относительно повышенным значением напряжения при низких  $F$ .

Далее в главе рассмотрены вопросы питания ОКАД переменной частотой и напряжением.

В результате краткого анализа установлена целесообразность использования для этих целей однофазного вентиляного (тиристорного, транзисторного) преобразователя частоты с явно выраженным звеном постоянного тока, который при минимальных количествах элементов обладает большой гибкостью в управлении и возможностью автономного управления частотой и напряжением. Для случая параллельного инвертора с трансформатором на основе схем замещения системы однофазный инвертор (ОИ) - ОКАД (рис.3) получены выражения регулирующих величин системы, т.е. напряжения постоянного тока  $U_0$  (т.е. напряжения на входе ОИ) и емкости коммутирующих конденсаторов  $C_K$  в функции сопротивлений ОКАД, инверторного трансфор-

мотора, частоты питающего тока и напряжения двигателя. Построенные характеристики  $U_0 = \Psi(F)$  и  $C_K - \Psi(F)$  для частотного управления ОКАД,

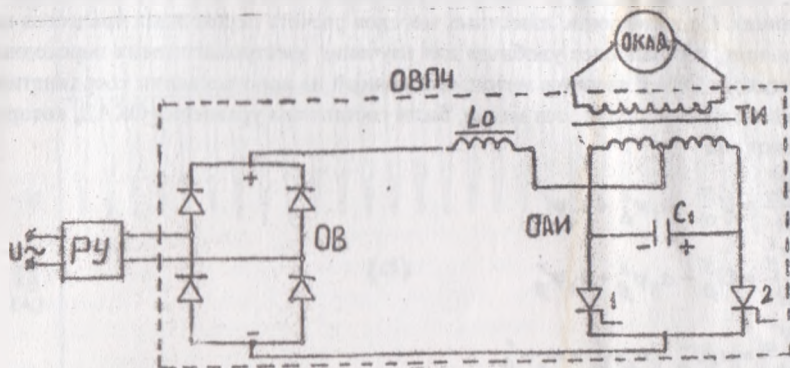


Рис.3

работающего на насосную установку, показывают возможность регулирования двигателя при практически постоянных величинах  $U_0$  и  $C_K$ , что существенно упрощает схемы управления системой.

В четвертой главе рассмотрены вопросы нагрева частотно-регулируемого ОКАД, работающего на насосную установку. Используя многоступенчатую теорию нагрева асинхронных машин, ОКАД рассматривается состоящим из четырех(или пяти) тел: три (или две) обмотки статора, тело статора и тело ротора. Разделение обмоток статора на несколько тел объясняется их несимметричной в общем случае работой, свойственной ОКАД.

На основе законов термодинамики составлены уравнения равновесия тепла в каждом из перечисленных элементов машины. Решением этих уравнений получены математические модели для расчета теплового состояния каждого элемента машины как в стационарных, так и нестационарных режимах.

Расчетными данными определены зоны регулирования частоты вращения электронасоса с ОКАД. Установлен целесообразный диапазон регулирования ОКАД по частоте, в котором двигатель работает с допустимой температурой нагрева отдельных частей машины.

Пятая глава посвящена исследованию динамических процессов в системе АИН-ОКАД.

Переходные процессы, их длительность и характер протекания имеют важное значение для насосных регулируемых установок.

Эллиптичность формы вращающего магнитного поля ОКАД, обуслов-

ленной токами прямой и обратной последовательностей, несколько затрудняет расчет переходных процессов с помощью метода симметричных составляющих. Сопоставление известных методов расчета переходных процессов показывает, что наиболее удобным для изучения электромагнитных переходных процессов ОКАД является метод, основанный на использовании координатных осей  $\alpha$  и  $\beta$ . Используя этот метод, были составлены уравнения ОКАД, которые имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{d\psi_{\alpha}^s}{dt} &= U_{\alpha}^S - a_1 \psi_{\alpha}^s + a_2 \psi_{\alpha}^r \\ \frac{d\psi_{\beta}^s}{dt} &= U_{\beta}^S - a_3 \psi_{\beta}^s + a_4 \psi_{\beta}^r \\ \frac{d\psi_{\alpha}^r}{dt} &= a_5 U_{\alpha}^S - a_6 \psi_{\alpha}^r + \omega_r \psi_{\beta}^r \\ \frac{d\psi_{\beta}^r}{dt} &= a_7 U_{\beta}^S - a_8 \psi_{\beta}^r + \omega_r \psi_{\alpha}^r \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{dU_K}{dt} = a_9 i_{\beta}^s; \quad \frac{d\omega_r}{dt} = a_{10} (M_{\Sigma} - M_C)$$

$$M_{\Sigma} = \psi_{\alpha}^S i_{\beta}^S - \psi_{\beta}^S i_{\alpha}^S$$

$$i_{\alpha}^S = a_{11} \psi_{\alpha}^S - a_{12} \psi_{\alpha}^r; \quad i_{\beta}^S = a_{13} \psi_{\beta}^S - a_{14} \psi_{\beta}^r$$

$$M_C = a_{15} \omega_r^2$$

где:

$a_1 - a_{15}$  - коэффициенты, зависящие от параметров машины.

С помощью уравнений (2) были рассчитаны графики переходных процессов ОКАД, часть из них показана на рис.4.

Подробному анализу подвергнуты расчетные графики, позволяющие установить влияние величины емкости фазосдвигающего конденсатора и ее предел на увеличение создаваемого в машине электромагнитного момента.

Вторая часть главы посвящена разработке замкнутой схемы авторегулирования в системе АИН-ОКАД. Составлены уравнения и получены передаточные функции основных элементов, на основе которых получены уравнения передаточной функции всей замкнутой системы. Структурная схема, показанная на рис.5, позволяет производить исследования системы по разным параметрам регулирующих величин, а уравнения передаточных функций, полученные в работе, - производить расчеты по определению устойчивости работы и качества регулирования в системе.

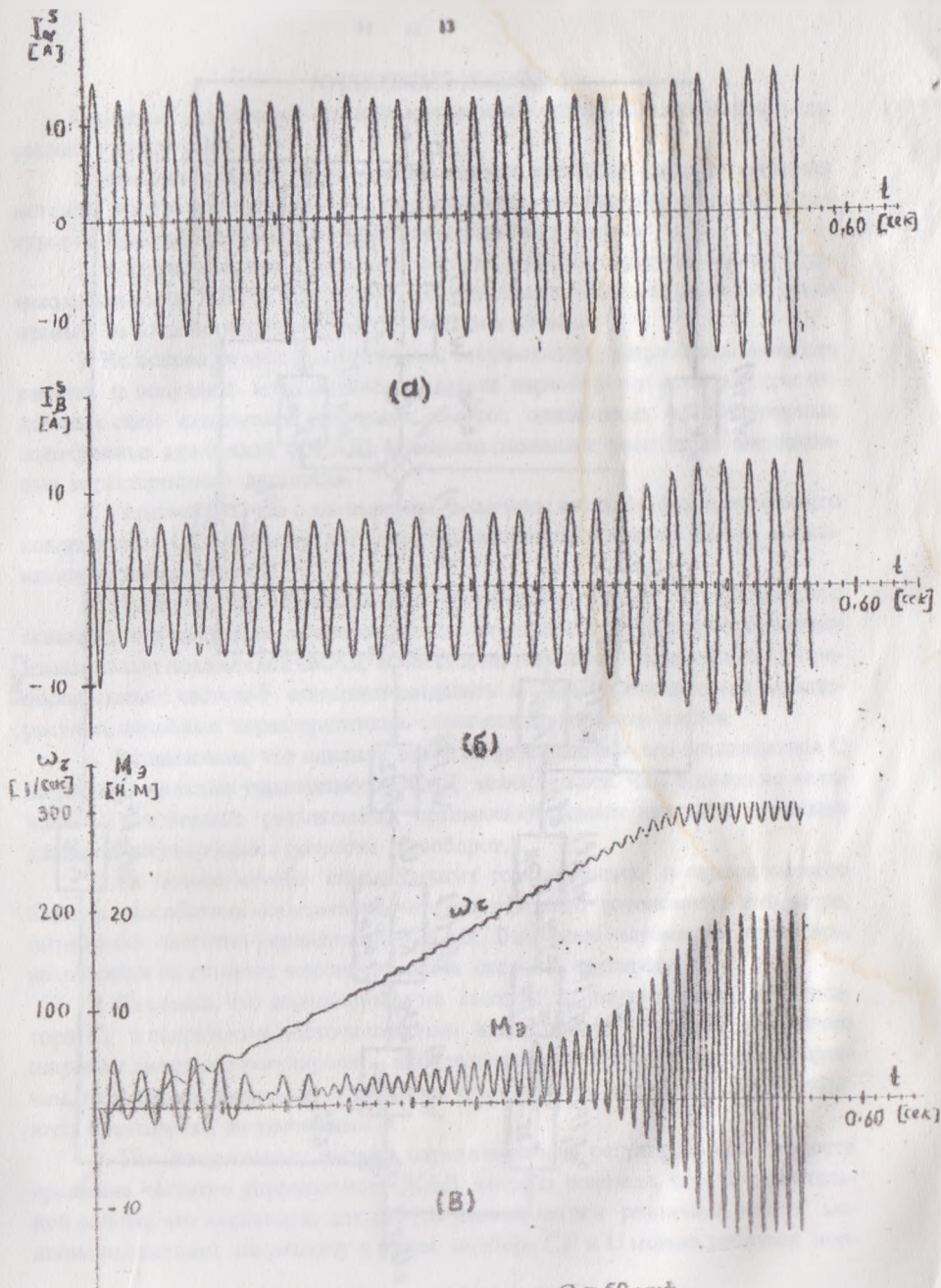


Рис. 4 Пуск двигателя при  $C = 50 \mu\text{F}$

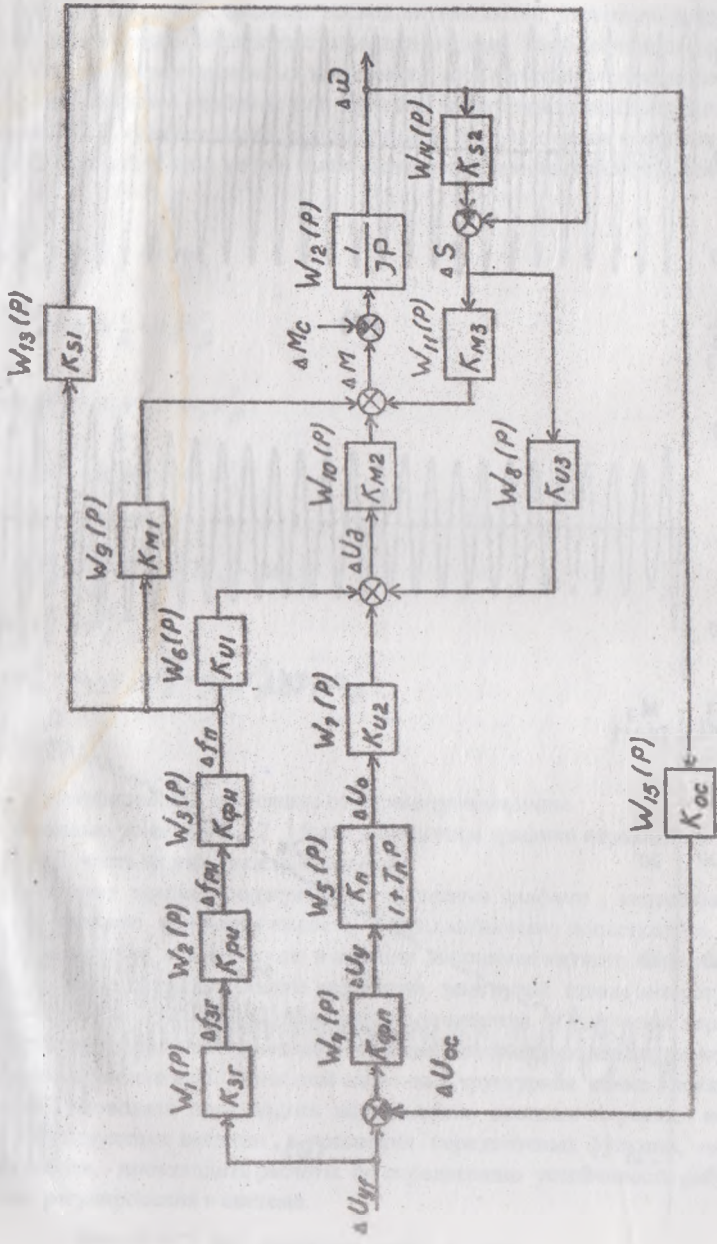


Fig. 5

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Основные результаты по проведенным в диссертации исследованиям состоят в следующем

1. Для маломощных локальных насосных установок для согласования потоков дебита и расхода воды и оптимального использования водного ресурса необходимо регулировать производительность насоса.

2. Установлено, что среди разнообразия способов регулирования производительности насоса наилучшими показателями выделяется способ, основанный на воздействии на скорость вращения насоса.

3. На основе метода симметричных составляющих разработана методика расчета и получены математические модели параметров и величин для отдельных схем включения статорных обмоток однофазных конденсаторных асинхронных двигателей (ОКАД). Методика позволяет рассчитать все основные характеристики двигателя.

4. Установлено, что с изменением величины емкости фазосдвигающего конденсатора ОКАД можно регулировать производительность насоса в сравнительно узких пределах.

5. Показано, что использование частотного управления трехфазного асинхронного двигателя сопровождается качественными и количественными изменениями показателей ОКАД. В частности, изменение напряжения  $U$  пропорционально частоте  $F$  позволяет создавать в ОКАД механические характеристики, подобные характеристикам статического момента насоса.

6. Установлено, что влияние емкости фазосдвигающего конденсатора  $C$  на работу частотно управляемого ОКАД значительное. Чем больше по величине  $C$ , тем больше развиваемый вращающий момент двигателя и меньше диапазон регулирования скорости и наоборот.

7. На основе метода симметричных составляющих и гармонического баланса разработана методика расчета однофазного автономного инвертора, питающего частотно-управляемый ОКАД. Выявлены параметры инвертора, воздействуя на которые можно управлять скоростью двигателя.

8. Показано, что воздействием на емкость коммутирующего конденсатора  $C_k$  и напряжение постоянного тока инвертора  $U_0$  можно в достаточно широком диапазоне регулировать производительность или напор насоса, причем, на большом диапазоне изменения этих величин значения  $U_0$  и  $C_k$  остаются практически неизменными.

9. По допустимому нагреву определена зона регулирования скорости вращения частотно управляемого ОКАД которая показала, что при длительной работе, что характерно для работы насоса, нагрев различных частей машины происходит по разному и путем подбора  $C, F$  и  $U$  можно добиться нор-

мальной работы двигателя при всех его скоростях вращения.

10. Математическое моделирование переходных процессов электропривода на базе ОКАД показало, что емкость фазосдвигающего конденсатора и частота питающего тока значительно влияют на характер и длительность переходных процессов и путем соответствующего подбора этих и других параметров системы можно добиться удовлетворительной формы и длительности графиков этих процессов.

11. Разработанные в работе замкнутые по скорости вращения системы автоматического регулирования частотно-управляемого ОКАД работают устойчиво, и качество регулирования удовлетворяет требованиям насосного агрегата.

#### Публикации по теме диссертации

1. Махди Салман Мохаммад Али., Усманходжаев Н.М., "Частотное управление электродвигателем маломощной насосной установки", Узбекский журнал "Проблемы информатики и энергетики", №1, 1997. с.29-32.
2. Усманходжаев Н.М., Махди С.М.А., Лиеб Н., "О равномерной токовой нагрузке фаз однофазных конденсаторных асинхронных двигателей", Узбекский журнал "Проблемы информатики и энергетики", №4, 1997. с.18-19.

## ҚИСҚАЧА МАЗМУН

“Қишлоқ ҳўжалигидаги кичик қувватли насос қуринамалари утун мулкаланган частотасига кўра ростланувчи бир фазали конденсаторли асинхрон моторлари яратиш ва тадқиқ этиш”  
Мақдй Салман Мохаммад Али

Диссертация ишдан асосий мақсад қишлоқ ҳўжалиги, коммунал ва бошқа хўжаликларда қўлланиувчи кам қувватли электронасослар ишлаш пухталлигини оширишни ҳамда автоматик бошқаришни ишлаш ва технологик жараён талабларига асосланган ҳолда юқори самарада тиёминловчи ростланувчи электрик юритма яратишга қаратилган.

Тадқиқот ишнинг натижаларига илмий янгиликлар сифатида қуйдагиларини келтириш мўкин:

— насос ва бир фазали конденсаторли асинхрон мотори ростланиш хўсусиятларини аниқланган; — электрик юритма статик режимида ишлаганда ишчи, механик, энергетик ва ростланиш характеристикаларини ҳисоблаш услўблари яратилган; — электрик юритма динамик ва ўткинчи режимида ишлаганда жараён параметрларини ЭХМ ёрдамида текшириш учун математик моделлар ишлаб чиқилган; — электр — моторни иссиқлик ҳолатларини чегарасидан чиқмаган ҳолда частотасига кўра айланин тезлигини ростлаш диапазонларини аниқланган ва частотанинг кучланишга кўра ўзгариш қонуниятлари баён этилган.

Диссертациядаги илмий натижалар яратилган ростланувчи электрик юритма ҳалқ хўжалигининг бошқа соҳаларида ҳам қўлланиш имконини беради.

Диссертация рус тилида ёзилган.

## Annotation

Mahdi Salman Mohammad A li

**"Development and investigation of frequency regulable single-phase asynchronous capacitor motor for low-powered pump installations for agricultural purpose"**

**Basic aim of the dissertation:**-Development of low-powered local pump installations with reliable, regulable and automated electrical drives widely used in agricultural, municipal and other facilities.

**New scientific results of investigation are:**

- development of a mathematical model for electropump installation with a single-phase asynchronous capacitor motor ;
- revealing the conditions and obtaining the laws of regulating parameters for frequency control of the electric motor ;
- development of calculation methods for heating and transient processes as well as automatic control of rotation speed in a closed system.

The scientific results of the investigations performed on development of the electric drive of the pump can be used also for creation of electric drives in other branches of national economy.

40